ЈКП „Београдски метро и воз“

# Студија о процени утицаја на животну средину пројекта изградње објеката Београдског метроа, Линија 1, Фаза 1

# СВЕСКА 1

Београд, јул 2023. године

# Студија о процени утицаја на животну средину пројекта изградње објеката Београдског метроа, Линија 1, Фаза 1

**Носилац пројекта:** ЈКП „Београдски метро и воз“,
Војводе Степе 318, Београд

**Израда студије:** Двопер д.о.о
Нушићева 10/20, Београд
директор: Небојша Покимица

DVOPER DOO BEOGRAD

**Учесници у изради:** Небојша Покимица,
дипл. хемичар/ специјалиста токсиколошке хемије

др Тања Радовић,
дипл. инж. технологије

Маријана Јовановић,
дипл. инж. геол. за хидрогеологију

Наташа Ђокић,
дипл. инж. геол. за хидрогеологију

Павле Цветић,
дипл. инж. пејз. арх. и хорт.

Бојана Лаловић,
маст. инж. зашт. жив. сред.

Ксенија Карановић,
маст. инж. техн.

Београд, јул 2023. године

# ОПШТЕ СТРАНЕ

5000196490819

# ИЗВОД О РЕГИСТРАЦИЈИ ПРИВРЕДНОГ СУБЈЕКТА

Република Србија
Агенција за привредне регистре

## ОСНОВНИ ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПОДАТАК

| | |
|---|---|
| Матични / Регистарски број | 20407441 |

## СТАТУС

| | |
|---|---|
| Статус привредног субјекта | Активан |

## ПРАВНА ФОРМА

| | |
|---|---|
| Правна форма | Друштво са ограниченом одговорношћу |

## ПОСЛОВНО ИМЕ

| | |
|---|---|
| Пословно име | DRUŠTVO ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE I ODRŽIVI RAZVOJ DVOPER DOO BEOGRAD (STARI GRAD) |
| Скраћено пословно име | DVOPER DOO BEOGRAD |

## ПОДАЦИ О АДРЕСАМА

**Адреса седишта**

| | |
|---|---|
| Општина | СТАРИ ГРАД |
| Место | Београд-Стари Град, СТАРИ ГРАД |
| Улица | НУШИЋЕВА |
| Број и слово | 10 |
| Спрат, број стана и слово | 4 / 20 / |

## ПОСЛОВНИ ПОДАЦИ

**Подаци оснивања**

| | |
|---|---|
| Датум оснивања | 11.04.2008 |

**Време трајања**

| | |
|---|---|
| Време трајања привредног субјекта | Неограничено |

**Претежна делатност**

| | |
|---|---|
| Шифра делатности | 7112 |
| Назив делатности | Инжењерске делатности и техничко саветовање |

**Остали идентификациони подаци**

| | |
|---|---|
| Порески Идентификациони Број (ПИБ) | 105557340 |

**Подаци од значаја за правни промет**

**Текући рачуни**

170-0030005721006-26
170-0030005721002-38
340-0000010043135-83
170-0030005721001-41
170-0030005721011-11
340-0000011024778-74
170-0030005721004-32

**Подаци о статуту / оснивачком акту**

Не постоји обавеза овере измена оснивачког акта

Датум важећег статута

Датум важећег оснивачког акта

**Законски (статутарни) заступници**

**Физичка лица**

**1.** Име: Небојша Презиме: Покимица

ЈМБГ: 0101972780015

Функција: Директор

Ограничење супотписом: не постоји ограничење супотписом

**Директори / чланови одбора директора**

**Директори**

**Чланови одбора директора**

**1.** Име: Небојша Презиме: Покимица

ЈМБГ: 0101972780015

**Прокуристи**

**Појединачна прокура**

**1.** Име: Ратко Презиме: Ђорђевић

ЈМБГ: 0405943330077

**Чланови / Сувласници**

**Подаци о члану**

Пословно име: DVOKUT-ECRO DOO

Регистарски / Матични број: 00539651

Држава: Хрватска

**Подаци о капиталу**

**Новчани**

| износ | датум |
|---|---|
| Уписан: 3.000,00 EUR, у противвредности од 247.026,90 RSD | |
| Уписан: 3.752.973,10 RSD | |
| Уплаћен: 3.000,00 EUR, у противвредности од 247.026,90 RSD | 28.03.2008 |
| Уплаћен: 3.752.973,10 RSD | 04.03.2015 |

| | износ(%) |
|---|---|
| **Удео** | **100,000000000000** |

**Основни капитал друштва**

**Новчани**

| износ | датум |
|---|---|
| Уписан: 3.000,00 EUR, у противвредности од 247.026,90 RSD | |
| Уписан: 3.752.973,10 RSD | |
| Уплаћен: 3.000,00 EUR, у противвредности од 247.026,90 RSD | 28.03.2008 |
| Уплаћен: 3.752.973,10 RSD | 04.03.2015 |

Регистратор, Миладин Маглов

ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

## ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

**Тања Т. Радовић**

дипломирани инжењер технологије
ЛИБ 11580077263

одговорни пројектант
технолошких процеса

Број лиценце
371 M423 13

У Београду,
4. јула 2013. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Милован Главоњић
дипл. инж. ел.

ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

## ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

**Маријана С. Јовановић**

дипломирани инжењер геологије
ЛИБ 11577069257

одговорни пројектант

хидрогеолошких подлога и објеката

Број лиценце
392 M517 13

У Београду,
8. августа 2013. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Милован Главоњић
дипл. инж. ел.

ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

## ОДГОВОРНОГ ИЗВОЂАЧА РАДОВА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

**Маријана С. Јовановић**

дипломирани инжењер геологије
ЛИБ 11577069257

одговорни извођач радова
на изради хидрогеолошких подлога

Број лиценце
492 H778 13

У Београду,
8. августа 2013. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Милован Главоњић
дипл. инж. ел.

Република Србија
МИНИСТАРСТВО ГРАЂЕВИНАРСТВА, САОБРАЋАЈА И ИНФРАСТРУКТУРЕ

# ЛИЦЕНЦА

## ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу члана 162. Закона о планирању и изградњи

**МИНИСТАРСТВО ГРАЂЕВИНАРСТВА, САОБРАЋАЈА И ИНФРАСТРУКТУРЕ**

**утврђује да је**

**Наташа Ђ. Ђокић**

**дипломирани инжењер геологије**

**ималац лиценце одговорног пројектанта за**

**СТРУЧНУ ОБЛАСТ**
геолошко инжењерство

**УЖУ СТРУЧНУ ОБЛАСТ**
хидрогеологија

Број лиценце
Л20И0091619

ПОТПРЕДСЕДНИЦА ВЛАДЕ
И МИНИСТАРКА

Проф. др Зорана З. Михајловић

У Београду, 21.10.2020. године

На основу Закона о планирању и изградњи („Службени гласник РС“ број 72/2009, 81/2009, 64/2010, 24/2011, 121/2012, 42/2013, 50/2013, 98/2013, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019, 9/2020, 52/2021) и Закона о заштити животне средине („Службени гласник РС“, број 135/2004, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018, 95/2018)

# И З Ј А В Љ У Ј Е М

Да се приликом израде **Студије о процени утицаја на животну средину пројекта изградње објеката Београдског метроа, Линија 1, Фаза 1** у свему придржавало

- Пројектног задатка,
- Одговарајућих законских прописа који се односе на предметни пројекат,
- Правила струке у вези решења датих у овом пројекту.

У Београду,
30. 06. 2022. године

Руководилац израде
Студије процене утицаја на животну средину

Небојша Покимица, дипл. хемичар



# САДРЖАЈ

Увод ..... 1
Подлоге за израду студије ..... 1
Законска регулатива ..... 1
Техничка документација ..... 4
1 Подаци о носиоцу пројекта ..... 12
2 Опис локације ..... 13
2.1 Макролокација и микролокација ..... 13
2.1.1 Планирано коришћење земљишта и катастарске парцеле ..... 19
2.2 Приказ педолошких, геоморфолошких, сеизмолошких, геолошких, и хидрогеолошких карактеристика терена ..... 28
2.2.1 Педолошке карактеристике ..... 29
2.2.2 Геоморфолошке карактеристике ..... 31
2.2.3 Тектонске карактеристике терена ..... 33
2.2.4 Сеизмолошке карактеристике терена ..... 36
2.2.5 Геолошке и хидрогеолошке карактеристике ..... 38
2.3 Подаци о изворишту водоснабдевања (удаљеност, капацитет, угроженост, зоне санитарне заштите) и о основним хидролошким карактеристикама ..... 67
2.4 Приказ климатских карактеристика са одговарајућим метеоролошким показатељима ..... 76
2.5 Опис флоре и фауне, природних добара посебне вредности (заштићених) ретких и угрожених биљних и животињских врста и њихових станишта и вегетације ..... 78
2.5.1 Опис примењене методологије за одређивање нивоа изазова станишта и врста током теренског истраживања ..... 84
2.5.2 Резултати теренског истраживања станишта, флоре и фауне ..... 85
2.6 Преглед основних карактеристика пејзажа ..... 95
2.7 Преглед непокретних културних добара ..... 99
2.8 Подаци о насељености, концентрацији становништва и демографским карактеристикама у односу на објекте и активности ..... 104
2.9 Подаци о постојећим привредним и стамбеним објектима и објектима инфраструктуре и супраструктуре ..... 105
3 ОПИС ПРОЈЕКТА ..... 115
3.1 Опис припремних и главних радова за извођење пројекта ..... 118
3.1.1 Извођење припремних радова ..... 120
3.1.2 Технологија извођења грађевинских радова ..... 125

3.2 Опис објекта, планираног производног процеса или активности, њихове технолошке и друге карактеристике ....146
3.2.1 Опште претпоставке пројектовања станица....146
3.2.2 Опште претпоставке пројектовања окна ....157
3.2.3 Опис појединачних станица и окана....160
3.2.4 Хидротехничке инсталације ....203
I Хидротехничке инсталације у станицама....203
II Хидротехничке инсталације у окнима....206
3.2.5 Електроенергетске инсталације....209
3.2.6 Телекомуникационе и сигналне инсталације....212
3.2.7 Машинске инсталације....214
3.2.8 Систем заштите од пожара....215
3.3 Приказ врсте и количине потребне енергије и енергената, воде, сировина, потребног материјала за изградњу и друго....216
3.4 Приказ врсте и количине испуштених гасова, воде, и других течних и гасовитих отпадних материја, посматрано по технолошким целинама укључујући емисије у ваздух, испуштање у површинске и подземне водне реципијенте, одлагање на земљиште, буку, вибрације, топлоту, зрачења (јонизујућа и нејонизујућа) и др. 217
3.5 Приказ технологије третирања (прерада, рециклажа, одлагање и сл.) свих врста отпадних материја....218
4 ПРИКАЗ РАЗМАТРАНИХ АЛТЕРНАТИВА ....219
5 ОПИС ЧИНИЛАЦА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗА КОЈЕ ПОСТОЈИ МОГУЋНОСТ ДА БУДУ ЗНАТНО ИЗЛОЖЕНИ РИЗИКУ УСЛЕД ИЗВОЂЕЊА ПРЕДЛОЖЕНОГ ПРОЈЕКТА....221
5.1 Површинска вода....221
5.2 Подземна вода ....229
5.3 Ваздух....234
5.4 Земљиште....238
5.5 Бука....242
6 ОПИС МОГУЋИХ ЗНАЧАЈНИХ УТИЦАЈА ПРОЈЕКТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ....246
6.1 Утицај на подземне воде....248
6.2 Утицај на површинске воде....270
6.3 Утицај на земљиште и управљање материјалом од ископа ....271
6.4 Утицај на квалитет ваздуха ....275
6.5 Стварање буке и вибрација ....282
6.6 Утицај на климатске промене ....293
6.7 Генерисање отпада....297

6.8 Утицај на саобраћај ..... 298
6.9 Утицај на комуналну инфраструктуру ..... 304
6.10 Утицај на природна добра, станишта флору и фауну ..... 304
6.11 Утицај на културна добра ..... 310
6.12 Утицај на пејзаж ..... 312
7 ОПИС МОГУЋИХ ЗНАЧАЈНИХ УТИЦАЈА ПРОЈЕКТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ у СЛУЧАЈУ УДЕСА ..... 323
7.1 Природни ризици ..... 323
7.1.1 Ризик од поплаве ..... 323
7.1.2 Остали природни ризици ..... 331
7.2 Ризик од пожара ..... 332
7.3 Други могући утицаји ..... 334
8 ОПИС МЕРА ЗА СПРЕЧАВАЊЕ, СМАЊЕЊЕ И ОТКЛАЊАЊЕ СВАКОГ ЗНАЧАЈНИЈЕГ ШТЕТНОГ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ ..... 336
8.1 Мере које су предвиђене законом и другим прописима, нормативима и стандардима и роковима за њихово спровођење ..... 336
8.2 Мере које ће се предузети у случају удеса и природних катастрофа ..... 340
8.3 Планови и техничка решења заштите животне средине (рециклажа, третман и диспозиција отпадних материја, рекултивација, санација и др.) ..... 343
9 ПРОГРАМ ПРАЋЕЊА УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ ..... 364
9.1 Приказ стања животне средине пре почетка функционисања пројекта на локацијама где се очекује утицај на животну средину ..... 364
9.1.1 Мониторинг површинске воде ..... 364
9.1.2 Мониторинг подземне воде ..... 370
9.1.3 Мониторинг квалитета ваздуха ..... 373
9.1.4 Мерење буке ..... 378
9.2 Параметри на основу којих се могу утврдити штетни утицаји на животну средину, места, начин и учесталост мерења утврђених параметара ..... 379
10 НЕТЕХНИЧКИ ПРИКАЗ СТУДИЈЕ ..... 388
11 ПОДАЦИ О ТЕХНИЧКИМ НЕДОСТАЦИМА ..... 388

# УВОД

Потреба за изградњом метроа у Београду је препозната у неколико значајних докумената као приоритет. Конкретне основе за планирање метроа и депоа, као саставног дела, пројекта Београдски метро, препозната је и предложена у Мастер плану саобраћајне инфраструктуре Београда – смарт план 2021/2027/2033 из 2017. године, а додатно је анализирана и дефинисана кроз Генерални пројекат и Претходну студију оправданости урађених од стране компаније Egis д.о.о. Београд. Према решењима из Мастер плана развоја саобраћајне инфраструктуре Београда – Смарт плана, који је усвојила Скупштина града Београда на седници одржаној 26. 9. 2017. године у простору који се плански сагледава кроз поменути План, планирана је траса метроа са станицама и простором за депо.

Приликом дефинисања трасе линија метроа и одређивања локација станица узимане су у обзир просторне карактеристике како би се: избегли сложени грађевински радови и смањили трошкови улагања, смањила дужина или број кривина на траси и остварило оптимално време путовања. Такође, узети су у обзир интермодални аспекти и комплементарност са другим мрежама јавног превоза.

У оквиру пројектне документације коју развија Egis д.о.о. Београд за носиоца пројекта ЈКП „Београдски метро и воз“ покренута је процедура процене утицаја пројекта на животну средину. У складу са одредбама Закона о процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, број 135/2004, 36/2009), другом релевантном легислативом и Решењем којим се одређује обим и садржај Студије процене утицаја на животну средину број 353-02-1863/2022-03 од 29. 07. 2022. (решење је дато у прилогу), издату од стране Министарства заштите животне средине, приступа се изради Студије о процени утицаја на животну средину пројекта изградње објеката линије 1 Београдског метро чија се изградња планира у оквиру фазе 1.

## Подлоге за израду студије

Приликом израде студије о процени утицаја коришћене су следеће подлоге:

- Законска регулатива
- Техничка документација.

### *Законска регулатива*

1. Закон о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“, бр. 135/04 и 36/09),
2. Уредба о утврђивању Листе пројеката за које је обавезна процена утицаја и Листе пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“, бр. 114/08),
3. Правилник о садржини студије о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“, бр. 69/05),
4. Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС”, бр. 135/04, 88/10)
5. Закон о планирању и изградњи („Сл. гласник РС“, бр. 72/09, 81/09 - испр, 64/10 - одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13 - одлука УС, 50/13 - одлука УС, 98/13 - одлука УС, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19 и, 37/19 – др. Закон, 9/20, 52/21);

6. Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - др. закон, 72/2009 - др. закон, 43/2011 – одлука УС, 14/2016, 76/2018 и 95/2018 – др. закон);
7. Закон о заштити природе („Сл.гласник РС“, бр. 36/09, 88/10, 91/10 – испр, 14/16, 95/18 - др. закон, 71/21);
8. Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Сл. гласник РС“, бр. 5/10, 47/11, 32/16, 98/16);
9. Закон о заштити од нејонизујућих зрачења („Сл. гласник РС“, бр. 36/09);
10. Закон о о радијационој и нуклеарној сигурности и безбедности („Сл. гласник РС“, бр. 95/18);
11. Закон о културним добрима („Сл. гласник РС”, бр. 71/94, 52/11 - др. закон, 99/11 -др. закон, 6/20 - др. закон, 35/21-др. закон, 129/21-др. закон);
12. Закон о транспорту опасног терета („Службени гласник РС”, бр. 88/10, 104/16 – др. закон, 83/18 – др. закон);
13. Закон о хемикалијама („Сл. гласник РС”, бр. 36/09, 88/10, 92/11, 93/12 и 25/15);
14. Закон о заштити од пожара („Сл. гласник РС“, бр. 111/09, 20/15, 87/18- др. закон), 87/18, 87/18 - др. закон));
15. Закон о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС", број 87/2018);
16. Закон о заштити ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 10/2013, 26/21);
17. Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Сл.гласник РС“, бр. 11/2010, 75/2010 и 63/2013);
18. Закон о водама („Сл. гласник РС“, бр. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 и 95/2018 – др. закон);
19. Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 50/12);
20. Уредба о класификацији вода („Сл. гласник СРС“, бр. 5/68);
21. Уредба о класификацији вода међународних водотока, међудржавних вода и вода обалног мора Југославије („Сл. гласник СРС“, бр. 6/78);
22. Правилник о опасним материјама у водама („Сл. гласник СРС“, бр. 31/82);
23. Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 24/14)
24. Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 67/2011 и 48/2012 и 1/2016);
25. Правилник о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима („Сл. гласник РС“, бр. 33/16);
26. Закон о заштити земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 112/15);
27. Уредба о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту („Сл. гласник РС“, бр. 30/18, 64/19);
28. Правилник о листи активности које могу да буду узрок загађења и деградације земљишта, поступку, садржини података, роковима и другим захтевима за мониторинг земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 102/20);
29. Правилник о условима које правно лице мора да испуњава за обављање послова мониторинга земљишта, као и документацији која се подноси уз захтев за добијање овлашћења за мониторинг земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 58/2019);

30. Правилник о садржини пројеката ремедијације и рекултивације („Сл. гласник РС“, бр. 35/19).
31. Закон о заштити од буке у животној средини („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021);
32. Правилник о методама мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке („Сл. гласник РС“, бр. 139/22);
33. Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини („Сл. гласник РС“, број 75/2010);
34. Закон о управљању отпадом („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018 – др. закон, 35/2023);
35. Закон о амбалажи и амбалажном отпаду („Сл. гласник РС“, бр. 36/09, 95/18-др.закон)
36. Правилник о категоријама, испитивању и класификацији отпада („Сл. гласник РС“, бр. 56/10, 93/19, 39/21);
37. Правилник о условима и начину сакупљања, транспорта, складиштења и третмана отпада који се користи као секундарна сировина или за добијање енергије („Сл. гласник РС“, бр. 98/2010);
38. Правилник о начину складиштења, паковања и обележавања опасног отпада („Сл. гласник РС“, бр. 92/10, 77/21);
39. Правилник о условима, начину и поступку управљања отпадним уљима („Сл. гласник РС“, 71/10);
40. Правилник о начину и поступку управљања отпадним гумама („Сл. гласник РС“, 104/09, 81/2010);
41. Правилник о начину и поступку за управљање отпадним флуоресцентним цевима које садрже живу („Сл. гласник РС“, бр. 97/10);
42. Правилник о начину и поступку управљања истрошеним батеријама и акумулаторима („Сл.гласник РС“, бр. 86/10);
43. Уредба о производима који после употребе постају посебни токови отпада, обрасцу дневне евиденције о количини и врсти произведених и увезених производа и годишњег извештаја, начину и роковима достављања годишњег извештаја, обвезницима плаћања накнаде, критеријумима за обрачун, висину и начин обрачунавања и плаћања накнаде („Сл. гласник РС“, бр. 54/10, 86/11, 15/12, 3/14, 95/18 (др. закон), 77/21);
44. Правилник о листи електричних и електронских производа, мерама забране и ограничења коришћења електричне и електронске опреме која садржи опасне материје, начину и поступку управљања отпадом од електричних и електронских производа („Сл. гласник РС“, бр. 99/10);
45. Правилник о поступању са уређајима и отпадом који садржи PCB („Сл. гласник РС“, бр. 37/11)
46. Закон о безбедности и здрављу на раду („Сл. гласник РС”, бр. 35/23);
47. Правилник о садржају елабората о уређењу градилишта („Сл. гласник РС”, бр. 121/12 и 102/15)
48. Правилник о заштити на раду при извођењу грађевинских радова („Сл. гласник РС”, бр. 53/97, 14/09- др. уредба);
49. Уредба о безбедности и здрављу на раду на привременим или покретним градилиштима („Сл. гласник РС”, бр. 14/09, 95/10, 98/18, 35/23 (др. закон));
50. Закон о путевима („Сл. гласник РС”, бр. 41/18, 95/18)
51. Закон о железници („Сл. гласник РС”, бр. 41/18)
52. Закон о метроу и градској железници („Сл. гласник РС”, бр. 52/21)

53. Правилником за грађевинске конструкције („Службени гласник РС“, бр. 89/19 и 52/20 и 122/20).

### *Техничка документација и коришћена литература*

За израду Студије о процени утицаја на животну средину пројекта изградње објеката Београдског метроа, Линија 1, Фаза 1 коришћена је следећа техничка документација:

| **Редни Бр.** | **Назив књиге** |
|---|---|
| 0 | Главна свеска |
| 1.0.0.1 | Општи функционални пројекат за станице и окна |
| 1.1.1 | Пројекат архитектуре станице Железник |
| 1.1.2 | Пројекат архитектуре станице Макиш |
| 1.1.3 | Пројекат архитектуре станице Жарково |
| 1.1.4 | Пројекат архитектуре станице Беле воде |
| 1.1.5 | Пројекат архитектуре станице Трговачка |
| 1.1.6 | Пројекат архитектуре станице Пожешка |
| 1.1.7 | Пројекат архитектуре станице Парк Баново Брдо |
| 1.1.8 | Пројекат архитектуре станице Ада Циганлија |
| 1.1.9 | Пројекат архитектуре станице Сајам |
| 1.1.10 | Пројекат архитектуре станице Мостар |
| 1.1.11 | Пројекат архитектуре станице Савски трг |
| 1.1.12 | Пројекат архитектуре станице Трг републике |
| 1.1.14 | Пројекат архитектуре станице Дунав |
| 1.1.15 | Пројекат архитектуре станице Панчевачки мост |
| 1.1.16 | Пројекат архитектуре станице Карабурма |
| 1.1.17 | Пројекат архитектуре окна 01 Макиш парк |
| 1.1.18 | Пројекат архитектуре окна 02 Макиш |
| 1.1.19 | Пројекат архитектуре окна 03 Требевићка |
| 1.1.20 | Пројекат архитектуре окна 04 Стара шећерана |
| 1.1.21 | Пројекат архитектуре окна 05 Мост на Ади |
| 1.1.22 | Пројекат архитектуре окна 06 Сајам |
| 1.1.23 | Пројекат архитектуре окна 08 Савски |
| 1.1.24 | Пројекат архитектуре окна 09 Луке Ћеловића |
| 1.1.25 | Пројекат архитектуре окна 10 Панчевачки мост |
| 1.1.26 | Пројекат архитектуре окна 11 Карабурма "TBM LAUNCHING" |
| 1.1.27 | Пројекат архитектуре окна 12 Карабурма |
| 1.1.28 | Пројекат архитектуре трафо станице високог напона Беле воде |
| 2/1.1.1 | Пројекат конструкције станице Железник |
| 2/1.1.2 | Пројекат конструкције станице Макиш |
| 2/1.1.3 | Пројекат конструкције станице Жарково |
| 2/1.1.4 | Пројекат конструкције станице Беле Воде |
| 2/1.1.5 | Пројекат конструкције станице Трговачка |
| 2/1.1.6 | Пројекат конструкције станице Пожешка |
| 2/1.1.7 | Пројекат конструкције станице Парк Баново брдо |
| 2/1.1.8 | Пројекат конструкције станице Ада Циганлија |
| 2/1.1.9 | Пројекат конструкције станице Сајам |
| 2/1.1.10 | Пројекат конструкције станице Мостар |
| 2/1.1.11 | Пројекат конструкције станице Савски трг |
| 2/1.1.12 | Пројекат конструкције станице Трг републике |
| 2/1.1.14 | Пројекат конструкције станице Дунав |
| 2/1.1.15 | Пројекат конструкције станице Панчевачки мост |
| 2/1.1.16 | Пројекат конструкције станице Карабурма |
| 2/1.1.17 | Пројекат конструкције окна 01 Макиш парк |

| | |
|---|---|
| 2/1.1.18 | Пројекат конструкције окна 02 Макиш |
| 2/1.1.19 | Пројекат конструкције окна 03 Требевићка |
| 2/1.1.20 | Пројекат конструкције окна 04 Стара шећерана |
| 2/1.1.21 | Пројекат конструкције окна 05 Мост на Ади |
| 2/1.1.22 | Пројекат конструкције окна 06 Сајам |
| 2/1.1.23 | Пројекат конструкције окна 08 Савски |
| 2/1.1.24 | Пројекат конструкције окна 09 Луке Ћеловића |
| 2/1.1.25 | Пројекат конструкције окна 10 Панчевачки мост |
| 2/1.1.26 | Пројекат конструкције окна 11 Карабурма "TBM LAUNCHING" |
| 2/1.1.27 | Пројекат конструкције окна 12 Карабурма |
| 2/1.1.28 | Пројекат конструкције за трафостаницу Беле Воде |
| 2/1.1.31 | Пројекат конструкције за надземну деоницу |
| 2/1.1.32 | Пројекат конструкције за деоницу отвореног ископа „cut and cover“ Макиш |
| 2/1.1.33.1 | Пројекат конструкције деонице тунела Беле Воде - Сајам |
| 2/1.1.33.2 | Пројекат конструкције деонице тунела Сајам - Карабурма |
| 2/1.1.34 | Пројекат конструкције за деоницу отвореног ископа „cut and cover“ Карабурма / обилазни колосек |
| 2/2.1.0 | Пројекат колосека, доњи и горњи строј метро линије 1 |
| 3.1.1 | Хидротехничке инсталације станице Железник |
| 3.1.2 | Хидротехничке инсталације станице Макиш |
| 3.1.3 | Хидротехничке инсталације станице Жарково |
| 3.1.4 | Хидротехничке инсталације станице Беле воде |
| 3.1.5 | Хидротехничке инсталације станице Трговачка |
| 3.1.6 | Хидротехничке инсталације станице Пожешка |
| 3.1.7 | Хидротехничке инсталације станице Парк Баново брдо |
| 3.1.8 | Хидротехничке инсталације станице Ада Циганлија |
| 3.1.9 | Хидротехничке инсталације станице Сајам |
| 3.1.10 | Хидротехничке инсталације станице Мостар |
| 3.1.11 | Хидротехничке инсталације станице Савски трг |
| 3.1.12 | Хидротехничке инсталације станице Трг Републике |
| 3.1.14 | Хидротехничке инсталације станице Дунав |
| 3.1.15 | Хидротехничке инсталације станице Панчевачки мост |
| 3.1.16 | Хидротехничке инсталације станице Карабурма |
| 3.1.17 | Хидротехничке инсталације окна 01 Макиш парк |
| 3.1.18 | Хидротехничке инсталације окна 02 Макиш |
| 3.1.19 | Хидротехничке инсталације окна 03 Требевићка |
| 3.1.20 | Хидротехничке инсталације окна 04 Стара шећерана |
| 3.1.21 | Хидротехничке инсталације окна 05 Мост на Ади |
| 3.1.22 | Хидротехничке инсталације окна 06 Сајам |
| 3.1.23 | Хидротехничке инсталације окна 08 Савски |
| 3.1.24 | Хидротехничке инсталације окна 09 Луке Ћеловића |
| 3.1.25 | Хидротехничке инсталације окна 10 Панчевачки мост |
| 3.1.26 | Хидротехничке инсталације окна 11 Карабурма „TBM launching“ |
| 3.1.27 | Хидротехничке инсталације окна 12 Карабурма |
| 3.1.31 | Одводњавање надземног дела трасе |
| 3.1.34 | Хидротехничке инсталације на деоници отвореног ископа „cut and cover“ Карабурма / обилазни колосек |
| 4.1.0 | Електро напајање метро линије 1 |
| 4.2.1 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Железник |
| 4.2.2 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Макиш |
| 4.2.3 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Жарково |
| 4.2.4 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Беле воде |
| 4.2.5 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Трговачка |
| 4.2.6 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Пожешка |
| 4.2.7 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Парк Баново брдо |

| | |
|---|---|
| 4.2.8 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Ада Циганлија |
| 4.2.9 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Сајам |
| 4.2.10 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Мостар |
| 4.2.11 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Савски трг |
| 4.2.12 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Трг Републике |
| 4.2.14 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Дунав |
| 4.2.15 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Панчевачки мост |
| 4.2.16 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације станице Карабурма |
| 4.2.17 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 01 Макиш парк |
| 4.2.18 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 02 Макиш |
| 4.2.19 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 03 Требевићка |
| 4.2.20 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 04 Стара шећерана |
| 4.2.21 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 05 Мост на Ади |
| 4.2.22 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 06 Сајам |
| 4.2.23 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 08 Савски |
| 4.2.24 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 09 Луке Ћеловића |
| 4.2.25 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 10 Панчевачки мост |
| 4.2.26 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 11 Карабурма „TBM launching“ |
| 4.2.27 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације окна 12 Карабурма |
| 4.2.35.2 | Нисконапонске и средњенапонске инсталације за све подземне делове трасе |
| 4.3.28 | Високонапонске инсталације трафо станице Беле воде |
| 5.1.0 | Систем железничке сигнализације за линију 1, фаза 1 |
| 5.2.0 | Техничка подршка оперативног контролног центра BOCC |
| 5.3.0.1 | Електронски систем заштите живота и систем за гашење гасом за станице и окна |
| 5.4.1 | Телекомуникационе инсталације станице Железник |
| 5.4.2 | Телекомуникационе инсталације станице Макиш |
| 5.4.3 | Телекомуникационе инсталације станице Жарково |
| 5.4.4 | Телекомуникационе инсталације станице Беле воде |
| 5.4.5 | Телекомуникационе инсталације станице Трговачка |
| 5.4.6 | Телекомуникационе инсталације станице Пожешка |
| 5.4.7 | Телекомуникационе инсталације станице Парк Баново брдо |
| 5.4.8 | Телекомуникационе инсталације станице Ада Циганлија |
| 5.4.9 | Телекомуникационе инсталације станице Сајам |
| 5.4.10 | Телекомуникационе инсталације станице Мостар |
| 5.4.11 | Телекомуникационе инсталације станице Савски трг |
| 5.4.12 | Телекомуникационе инсталације станице Трг Републике |
| 5.4.14 | Телекомуникационе инсталације станице Дунав |
| 5.4.15 | Телекомуникационе инсталације станице Панчевачки мост |
| 5.4.16 | Телекомуникационе инсталације станице Карабурма |
| 5.4.17 | Телекомуникационе инсталације окна 01 Макиш парк |
| 5.4.18 | Телекомуникационе инсталације окна 02 Макиш |
| 5.4.19 | Телекомуникационе инсталације окна 03 Требевићка |
| 5.4.20 | Телекомуникационе инсталације окна 04 Стара шећерана |
| 5.4.21 | Телекомуникационе инсталације окна 05 Мост на Ади |
| 5.4.22 | Телекомуникационе инсталације окна 06 Сајам |
| 5.4.23 | Телекомуникационе инсталације окна 08 Савски |
| 5.4.24 | Телекомуникационе инсталације окна 09 Луке Ћеловића |
| 5.4.25 | Телекомуникационе инсталације окна 10 Панчевачки мост |
| 5.4.26 | Телекомуникационе инсталације окна 11 Карабурма „TBM launching“ |
| 5.4.27 | Телекомуникационе инсталације окна 12 Карабурма |
| 5.4.35 | Телекомуникационе инсталације за све подземне и надземне делове трасе |
| 6.1.1 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Железник |
| 6.1.2 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Макиш |
| 6.1.3 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Жарково |

| | |
|---|---|
| 6.1.4 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Беле воде |
| 6.1.5 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Трговачка |
| 6.1.6 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Пожешка |
| 6.1.7 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Парк Баново брдо |
| 6.1.8 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Ада Циганлија |
| 6.1.9 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Сајам |
| 6.1.10 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Мостар |
| 6.1.11 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Савски трг |
| 6.1.12 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Трг Републике |
| 6.1.14 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Дунав |
| 6.1.15 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Панчевачки мост |
| 6.1.16 | PSD (аутоматска перонска врата) станице Карабурма |
| 6.2.1 | Вертикални транспорт станице Железник |
| 6.2.2 | Вертикални транспорт станице Макиш |
| 6.2.3 | Вертикални транспорт станице Жарково |
| 6.2.4 | Вертикални транспорт станице Беле воде |
| 6.2.5 | Вертикални транспорт станице Трговачка |
| 6.2.6 | Вертикални транспорт станице Пожешка |
| 6.2.7 | Вертикални транспорт станице Парк Баново брдо |
| 6.2.8 | Вертикални транспорт станице Ада Циганлија |
| 6.2.9 | Вертикални транспорт станице Сајам |
| 6.2.10 | Вертикални транспорт станице Мостар |
| 6.2.11 | Вертикални транспорт станице Савски трг |
| 6.2.12 | Вертикални транспорт станице Трг Републике |
| 6.2.14 | Вертикални транспорт станице Дунав |
| 6.2.15 | Вертикални транспорт станице Панчевачки мост |
| 6.2.16 | Вертикални транспорт станице Карабурма |
| 6.3.1 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Железник |
| 6.3.2 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Макиш |
| 6.3.3 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Жарково |
| 6.3.4 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Беле воде |
| 6.3.5 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Трговачка |
| 6.3.6 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Пожешка |
| 6.3.7 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Парк Баново брдо |
| 6.3.8 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Ада Циганлија |
| 6.3.9 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Сајам |
| 6.3.10 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Мостар |
| 6.3.11 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Савски трг |
| 6.3.12 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Трг Републике |
| 6.3.14 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Дунав |
| 6.3.15 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Панчевачки мост |
| 6.3.16 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима станице Карабурма |
| 6.3.17 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 01 Макиш парк |
| 6.3.18 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 02 Макиш |

| | |
|---|---|
| 6.3.19 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 03 Требевићка |
| 6.3.20 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 04 Стара шећерана |
| 6.3.21 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 05 Мост на Ади |
| 6.3.22 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 06 Сајам |
| 6.3.23 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 08 Савски |
| 6.3.24 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 09 Луке Ћеловића |
| 6.3.25 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 10 Панчевачки мост |
| 6.3.26 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 11 Карабурма „TBM launching“ |
| 6.3.27 | Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима окна 12 Карабурма |
| 6.3.35.1 | Вентилација и одвођење дима за тунеле и окна |
| 6.7.1 | Спринклер инсталације станице Железник |
| 6.7.2 | Спринклер инсталације станице Макиш |
| 6.7.3 | Спринклер инсталације станице Жарково |
| 6.7.4 | Спринклер инсталације станице Беле воде |
| 6.7.5 | Спринклер инсталације станице Трговачка |
| 6.7.6 | Спринклер инсталације станице Пожешка |
| 6.7.7 | Спринклер инсталације станице Парк Баново брдо |
| 6.7.8 | Спринклер инсталације станице Ада Циганлија |
| 6.7.9 | Спринклер инсталације станице Сајам |
| 6.7.10 | Спринклер инсталације станице Мостар |
| 6.7.11 | Спринклер инсталације станице Савски трг |
| 6.7.12 | Спринклер инсталације станице Трг Републике |
| 6.7.14 | Спринклер инсталације станице Дунав |
| 6.7.15 | Спринклер инсталације станице Панчевачки мост |
| 6.7.16 | Спринклер инсталације станице Карабурма |
| 6.8.3 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Жарково |
| 6.8.4 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Беле воде |
| 6.8.5 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Трговачка |
| 6.8.6 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Пожешка |
| 6.8.7 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Парк Баново брдо |
| 6.8.8 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Ада Циганлија |
| 6.8.9 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Сајам |
| 6.8.10 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Мостар |
| 6.8.11 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Савски трг |
| 6.8.12 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Трг Републике |
| 6.8.14 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Дунав |
| 6.8.15 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Панчевачки мост |
| 6.8.16 | Цевовод за суви систем гашења пожара станице Карабурма |
| 6.8.35.1 | Цевовод за суви систем гашења пожара за тунеле и окна |
| 7.1.0 | Возна средства метро линије 1 |
| 7.2.1 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Железник |
| 7.2.2 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Макиш |
| 7.2.3 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Жарково |
| 7.2.4 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Беле воде |
| 7.2.5 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Трговачка |
| 7.2.6 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Пожешка |
| 7.2.7 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Парк Баново брдо |
| 7.2.8 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Ада Циганлија |

| | |
|---|---|
| 7.2.9 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Сајам |
| 7.2.10 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Мостар |
| 7.2.11 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Савски трг |
| 7.2.12 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Трг републике |
| 7.2.14 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Дунав |
| 7.2.15 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Панчевачки мост |
| 7.2.16 | AFC (Аутоматизована наплата карата) за станицу Карабурма |
| 7.3.0 | Саобраћајно технолошки пројекат метро линије 1 (фаза 1), деоница Железник-Карабурма |
| 7.4.0 | Пројекат технологије изградње за Метро линију 1 |
| 8.1.0 | Пројекат организације саобраћаја за Метро линију 1 |
| 9.2.0 | Синхрон план метро линије 1 |
| 10.3.2.3 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Жарково |
| 10.3.2.5 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Трговачка |
| 10.3.2.6 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Пожешка |
| 10.3.2.7 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Парк Баново брдо |
| 10.3.2.8 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Ада Циганлија |
| 10.3.2.9 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Сајам |
| 10.3.2.10 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Мостар |
| 10.3.2.12 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Трг Републике |
| 10.3.2.15 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Панчевачки мост |
| 10.3.2.16 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији станице Карабурма |
| 10.3.2.19 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији окна 03 Требевићка |
| 10.3.2.22 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији окна 06 Сајам |
| 10.3.2.23 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији окна 08 Савски |
| 10.3.2.24 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији окна 09 Луке Ћеловића |
| 10.3.2.25 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији окна 10 Панчевачки мост |
| 10.3.2.27 | Измештање хидротехничких инсталација на локацији окна 12 Карабурма |
| 10.3.2.32 | Измештање хидротехничких инсталација на деоници отвореног ископа „cut and cover“ Макиш |
| 10.3.2.34 | Измештање хидротехничких инсталација на деоници отвореног ископа „cut and cover“ Карабурма / обилазни колосек |
| 10.4.4.1 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Железник |
| 10.4.4.3 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Жарково |
| 10.4.4.4 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Беле воде |
| 10.4.4.5 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Трговачка |
| 10.4.4.6 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Пожешка |
| 10.4.4.7 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Парк Баново брдо |
| 10.4.4.8 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Ада Циганлија |
| 10.4.4.9 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Сајам |
| 10.4.4.10 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Мостар |
| 10.4.4.12 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Трг Републике |
| 10.4.4.14 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Дунав |
| 10.4.4.15 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице |

| | |
|---|---|
| | Панчевачки мост |
| 10.4.4.16 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији станице Карабурма |
| 10.4.4.19 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији окна 03 Требевићка |
| 10.4.4.21 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији окна 05 Мост на Ади |
| 10.4.4.23 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији окна 08 Савски |
| 10.4.4.24 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији окна 09 Луке Ћеловића |
| 10.4.4.27 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на локацији окна 12 Карабурма |
| 10.4.4.34 | Измештање нисконапонских и средњенапонских инсталација на деоници отвореног ископа „cut and cover“ Карабурма / обилазни колосек |
| 10.5.5.3 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Жарково |
| 10.5.5.4 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Беле воде |
| 10.5.5.5 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Трговачка |
| 10.5.5.6 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Пожешка |
| 10.5.5.7 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Парк Баново брдо |
| 10.5.5.8 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Ада Циганлија |
| 10.5.5.9 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Сајам |
| 10.5.5.10 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Мостар |
| 10.5.5.12 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Трг Републике |
| 10.5.5.14 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Дунав |
| 10.5.5.15 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Панчевачки мост |
| 10.5.5.16 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији станице Карабурма |
| 10.5.5.19 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији окна 03 Требевићка |
| 10.5.5.22 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији окна 06 Сајам |
| 10.5.5.27 | Измештање телекомуникационих инсталација на локацији окна 12 Карабурма |
| 10.5.5.34 | Измештање телекомуникационих инсталација на деоници отвореног ископа „cut and cover“ Карабурма / обилазни колосек |
| 10.6.5.3 | Измештање инсталација топловода, станица Жарково |
| 10.6.5.4 | Измештање инсталација топловода, станица Беле воде |
| 10.6.5.5 | Измештање инсталација топловода, станица Трговачка |
| 10.6.5.6 | Измештање инсталација топловода, станица Пожешка |
| 10.6.5.7 | Измештање инсталација топловода, станица Парк Баново брдо |
| 10.6.5.8 | Измештање инсталација топловода, станица Ада Циганлија |
| 10.6.5.10 | Измештање инсталација топловода, станица Мостар |
| 10.6.5.15 | Измештање инсталација топловода, станица Панчевачки мост |
| 10.6.5.19 | Измештање инсталација топловода, окно 03 Требевићка |
| 10.6.5.23 | Измештање инсталација топловода, окно 08 Савски |
| 10.6.6.3 | Измештање инсталација гасовода, станица Жарково |
| 10.6.6.4 | Измештање инсталација гасовода, станица Беле воде |
| 10.6.6.5 | Измештање инсталација гасовода, станица Трговачка |
| 10.6.6.8 | Измештање инсталација гасовода, станица Ада Циганлија |
| 10.6.6.10 | Измештање инсталација гасовода, станица Мостар |
| 10.6.6.14 | Измештање инсталација гасовода, станица Дунав |
| 10.6.6.15 | Измештање инсталација гасовода, станица Панчевачки мост |
| 10.6.6.19 | Измештање инсталација гасовода, окно 03 Требевићка |
| 10.6.6.23 | Измештање инсталација гасовода, окно 08 Савски |

Студија интеракције линије 1 Београдског метроа и подземних вода, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2022. година:

- Књига 1 Синтезни извештај
- Књига 2 Приказ постојећег коришћења земљишта и система за уређење вода и приказ пројеката и фазе линије 1 метроа
- Књига 3 Климатски и хидролошки услови
- Књига 4 Геолошка грађа и хидрогеолошке карактеристике терена
- Књига 5 Анализа режима подземних вода без изградње и са изградњом метроа
- Књига 6 Анализа режима подземних вода у току изградње метроа
- Књига 7 Систем за мониторинг у реалном времену и управљање подацима

Студија о инжењерско-геолошко-геотехничким условима изградње за потребе идејног пројекта за изградњу прве фазе прве линије београдског метроа, Хидрозавод ДТД, 2021. година.

Елаборат заштите животне средине за коридор планиране две линије метроа, Универзитет у Београду - Географски факултет, фебруар 2020. године

Vibration Impact Study for Belgrade Metro Network – Phase 1 Line 1, Egis and Subcontractors, July 2022

Noise Impact Study for Belgrade Metro Network – Phase 1 Line 1, Egis and Subcontractors, July 2022

Извештаји о стању животне средине Секретаријата за заштиту животне средине Града Београда

Годишњи извештаји о стању животне средине у Србији Агенције за заштиту животне средине

# 1 ПОДАЦИ О НОСИОЦУ ПРОЈЕКТА

| | |
|---|---|
| **Назив** | ЈКП „Београдски метро и воз“ |
| **Адреса** | Војводе Степе 318, Београд |
| **Одговорно лице:** | Андреја Младеновић, в.д. директор |
| **Матични број:** | 21424650 |
| **ПИБ:** | 111091167 |
| **Основна делатност** | Шифра делатности: 4931 - Градски и приградски копнени превоз путника<br><br>ЈКП „Београдски метро и воз“ Београд обавља делатност од општег интереса за Град Београд у области градског и приградског копненог превоза путника. Делатност предузећа обухвата послове у области организовања и обављања стручних послова на изградњи, одржавању, реконструкцији и заштити инфраструктуре метро система у граду Београду, организовања и управљања саобраћаја возова у метро систему у граду Београду, као и набавке и одржавање возних средстава и организације рада и одржавање станица. Такође, ЈКП „Београдски метро и воз“ пружа услуге организовања стручних обука и дефинисања безбедносних процедура, обављања стручних послова из области планирања развоја висококапацитативних шинских система у граду Београду (метро и градска железница - БГ: воз) који обухвата предлоге нових линија, нових станица, повећања капацитета постојећих система и оптимизацију веза са осталим видовима јавног превоза |
| **Број телефона** | 011 4250 500 |
| **Електронска адреса:** | office@bgmetro.rs |

# 2 ОПИС ЛОКАЦИЈЕ

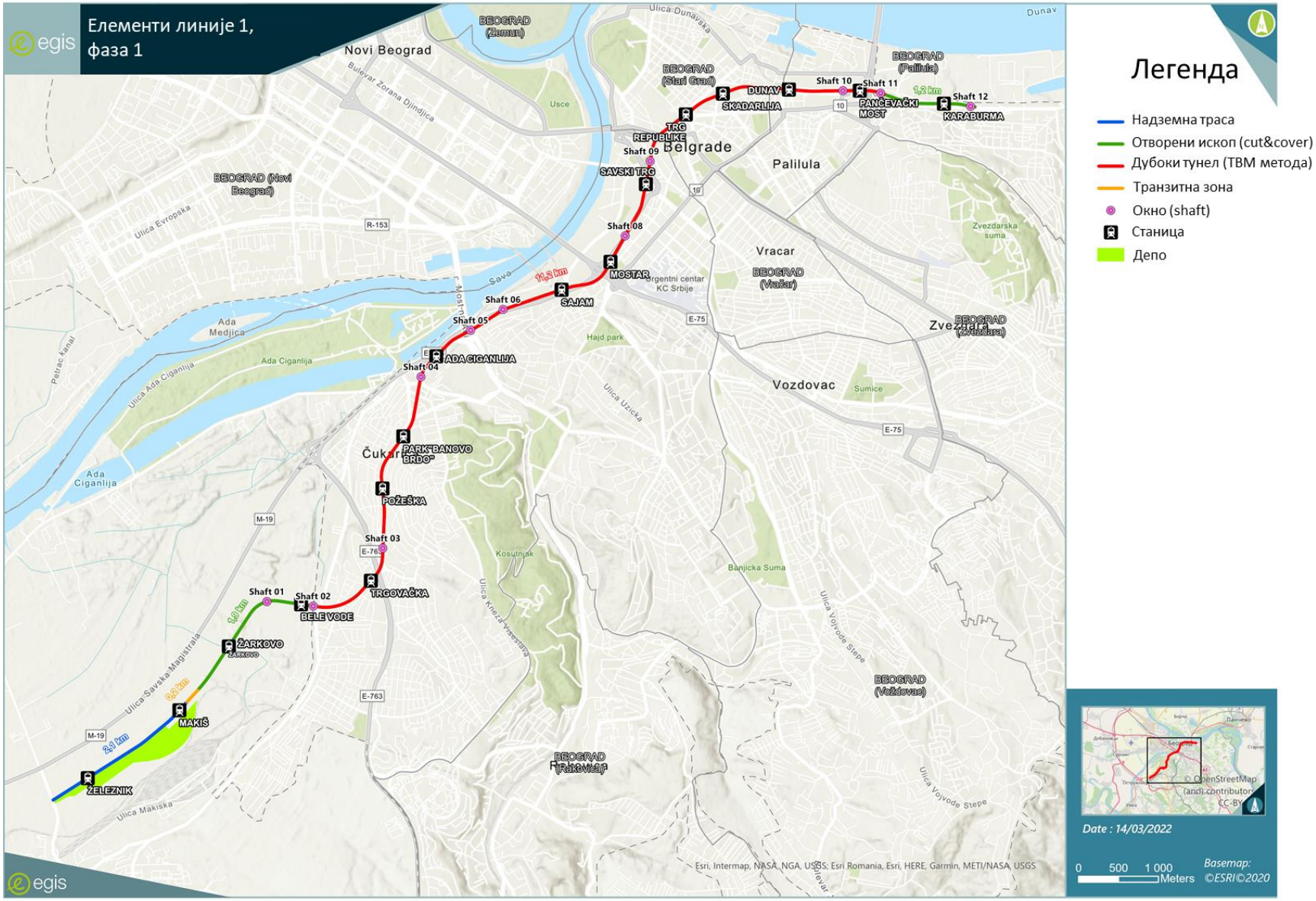
## 2.1 Макролокација и микролокација

Линија 1 се пружа у правцу југозапад-североисток, на десној обали реке Саве, од Железника до Старог града, па у правцу запад-исток на јужној обали Дунава до Аде Хује, а затим правцем север-југ по дну долине која се пење Миријевским булеваром до крајње станице „Миријево“. Укупна дужина референтног правца је 21,3 km и обухвата 23 станице, а њихова изградња је планирана у две фазе:

- **Фаза 1:** Железник – Макиш – Жарково – Беле воде – Трговачка – Пожешка – Парк „Баново брдо” – Ада Циганлија – Сајам – Мостар – Савски трг – Трг републике – Скадарлија – Дунав – Панчевачки мост – Карабурма;
- **Фаза 2:** Ада Хуја – Вишњичка – Миријевски булевар – 7. гимназија – Миријево.

Предмет ове процене утицаја на животну средину је **фаза 1 метро линије 1**, чије су траса, станице и окна приказани су на наредној слици. Укупна дужина трасе планиране у оквиру фазе 1 је 16,6 километара.

Траса линије 1 метроа планирана је као надземна у делу од станице Железник до станице Макиш у дужини од 2,1 km. На овом делу траса се води кроз простор планираног депоа за метро (депо није предмет ове процене) и површине у функцији саобраћаја, има две станице које су планиране на терену - Железник и Макиш. Транзитна зона у дужини од 200 метара повезује надземну трасу са трасом у отвореном ископу (cut and cover) чија је дужина 1,9 km, а протеже се од станице Макиш до станице Беле воде. Затим следи најдужи део трасе (11,2 километра), планиран у дубоком тунелу (*Tunnel Boring Machine - TBM* метода), који ће бити изведен од станице Беле воде до станице Панчевачки мост. Последња деоница од станице Панчевачки мост до станице Карабурма планира у отвореном ископу (cut and cover) и дужине је од око 1,2 km.




*Слика 2.1 Траса линије 1, положај станица и окана*

Ради лакшег описа линије метроа извршена је подела на деонице.

- **Деоница 1 будућа урбанизација Макишког подручја**: обухвата део трасе од станице Железник до станице Пожешка, а између су станице Макиш, Жарково, Беле воде и Трговачка. Дужина деонице је 6,25 km, од тога је планирано да 2,3 km буде изграђено на површини терена (2,1 km на површини и 200 m транзитни део), 1,9 km у отвореном ископу и 2,05 km *TBM* методом (дубоки тунел). Просечно међустанично растојање између 1000 m и 1300 m.




*Слика 2.2 Макролокација Деонице 1*

Потез: Железник – Макиш. Прве две станице (Железник и Макиш) линије 1 метроа планиране су на Макишком пољу, севернозападно од будућег депоа. У овом делу постоји ранжирна станица за теретни саобраћај, која се налази између урбанизованог подручја на истоку и пута 26 на западу.

Потез: Макиш – Трговачка (Ул. Водоводска): Линија даље улази у изграђено подручје Жаркова и прати правац Водоводске улице до укрштања са Трговачком улицом (пут бр. 22). На овом подручју доминирају објекти колективног становања и комерцијалним садржајима у приземљу углавном са обе стране Водоводске улице. На овом потезу се налазе станице Жарково и Беле воде и окна 01 и 02.

Потез: Пожешка. У делу од Трговачке до укрштања Пожешке и Требевићке улице, линија пролази поред трафостанице Жарково са пратећим објектима, велике зелене површина, у оквиру које је неколико пословних и комерцијалних објеката. На овом потезу су станица Трговачка и окно 03. Станица Трговачка планирана је на раскрсници Водоводске и Трговачке.

Микролокација станица и окана у оквиру деонице 1 дат је у Свесци 2 – Графички прилози.

- **Деоница 2 Баново Брдо – Ада Циганлија:** обухвата део трасе од Пожешке до станице Аде Циганлије, односно укупно три станице (Пожешка, Парк Баново брдо и Ада Циганлија). Дужина деонице је 1,8 km и биће изграђена *TBM* методом (дубоки тунел).




*Слика 2.3 Макролокација Деонице 2*

Потез: Пожешка (пут бр. 22) до Аде Циганлије. Од раскрснице са Требевићком улицом до парка Баново Брдо дуж Пожешке улице су отворени стамбени блокови са комерцијалним садржајима у приземљу. На овом потезу у Пожешкој улици налази се неколико већих комерцијалних и пословних објеката, једна бензинска станица, Дом здравља „Др Симо Милошевић“, ОШ „Јосиф Панчић“ и Пијаца Баново Брдо. Целом дужином овог дела деонице, са обе стране Пожешке улице, пролазе линије трамваја. Од Парка Баново Брдо коридор иде правцем између Пожешке и Кировљеве улице према Мосту на Ади, а преко Цареве Ћуприје и Радничке улице, секући Добриновићеву, Зрмањску, Паштровићеву и Високу улицу. Линија у овом делу пролази и делом кроз индустријску зону непосредно уз саобраћајно чвориште Моста на Ади (петља Радничка) и Хиподрома Београд. У овој зони налазе се две бензинске пумпе (НИС Петрол и Кнез Петрол), два производа погона и неколико магацина и сервисних центара.

Станица Пожешка планирана је на раскрсници Пожешке и Благоја Паровића, на месту НИС петрол бензинске пумпе. Станица Парк Баново брдо градиће се у истоименом парку, преко пута ОШ „Јосиф Панчић“. Станица Ада Циганлија планирана је уз Радничку улицу, поред Моста на Ади и северозападно од Хиподрома.

Микролокација станица и окана у оквиру деонице 2 дат је у Свесци 2 – Графички прилози.

- **Деоница 3 Сајам и подручје Београда на води:** обухвата део трасе од Аде Циганлије до станице Трг републике. Између су још три станице – Сајам, Мостар и Савски трг. Дужина деонице је 4,75 km и биће изграђена *TBM* методом (дубоки тунел)




*Слика 2.4 Макролокације Деонице 3*

Линија даље прати правац Булевара Војводе Мишића и Савске улице. Траса линије 1 у овом делу, после укрштања са Мостом на Ади, пролази испод улице, постојеће пруге и парцеле Београдског сајма до укрштања са линијом БГ воза испод Новог железничког моста. Овај потез тангира објекте (хале 4, 1 и 1а, управну зграду, као и подземни пролаз) Београдског сајма и Југошпеда (пословно-комерцијалног типа). Станица Сајам планирана је на углу улица Булевар војводе Мишића и Булевара Вудро Вилсона, у близини Хале 3 Београдског сама.

Веома важна тачка ове деонице јесте тачка укрштања са аутопутем А1 - аутопутска Мостарска петља – мост Газела. У овој зони налазе се стајалишта неколико трамвајских и аутобуских линија и велики парк Газела, где је предвиђена будућа Мостар. Траса прве линије метроа прати даље правац Савске улице до Савског трга и на овом потезу, на левој страни, налазе се објекти јавних предузећа Железнице Србије и Пошта Србије, док на десној страни стамбено-пословна објекати. Станица Савски трг планирана је између зграде Железничке станице и постојеће аутобуске станице.

Микролокација станица и окана у оквиру деонице 3 дат Свесци 2 – Графички прилози.

- **Деоница 4: Подручје центра Старог Београда:** обухвата део трасе од Трга републике до станице Панчевачки мост, односно четири станица - Трг републике, Скадарлија, Дунав и Панчевачки мост. Дужина деонице је 2,25 km и биће изграђена *TBM* методом (дубоки тунел).




*Слика 2.5 Макролокација Деонице 4*

**Потез: Карађорђева – Трг републике.** Планирана траса метро линије 1 улази у старо језгро Београда које је густо изграђено. На самом почетку између Карађорђеве и ул. Гаврила Принципа, су виши стамбено-пословни објекти (угоститељски објекти/хотели и стамбени објекти са комерцијалним садржајима у приземним етажама). У делу између ул. Гаврила Принципа и Ломине су пословни и стамбени објекти. Присутна су два хотела, објекат Поште Србије, једна предшколска установа и Филолошка гимназија. Између Каменичке и улице Зелени венац, налази се пијаца Зелени венац (са подземном гаражом), веома важно градско саобраћајно чвориште – окретница аутобуса ГСП и улаз у Теразијски тунел. Од Зеленог венца, преко улица Маршала Бирјузива, Обилићевог венца, Кнез Михаилове до Трга републике налази се велики број високих пословних и стамбено-пословних објеката у затвореним блоковима. На овом потезу налазе се бројни пословно-стамбени објекти у оквиру од којих многи представљају непокретна културна добра (споменике културе). Овде се између осталих налазе објекти Хотела Маршал и Мажестик, Кафане „Руски Цар“, Зграда осигуравајућег друштва „Србија“, Културног центра Београд, Народног музеја, дечјег позоришта „Бошко Буха“, споменик кнезу Михаилу и друго. Последњи део овог потеза представља историјско језгро Београда и саобраћајно, културно и социјално чвориште Београда.

Станица Трг републике планирана је на Платоу др Зорана Ђинђића, између Француске и Македонске улице.

**Потез: Француска – Жоржа Клеменсоа – Дунавска.** Од главног састајалишта у Београду, Трга републике, полази део планиране трасе метро линије 1 дуж Француске улице у чијем горњем делу се налазе објекти Народног позоришта, Ратнички дом (Дом Војске), затим плато др Зорана Ђинђића са спомеником Бранославу Нушићу (испод којег је планирана станица метроа Трг републике) и две зелене површине са окретницом аутобуса ГСП између њих. Дуж Француске улице присутни су стамбени и пословни објекти са комерцијалним садржајима у приземним етажама У овом делу налазе се објекти непокретне културне баштине (споменици културе) као што су Кућа Милана Пироћанца, Кућа Стевана Мокрањца у Београду и Кућа Николе Пашића. На на тргу између улица Џорџа Вашингтона и Ђорђа Јовановића, на месту постојеће Бајлонијеве пијаце, планирана је изградња станице Скадарлија. Траса метроа се затим пружа дуж улица Јелисавете Начић, Венизелосове и Поенкарове.

Потез: Поенкарова – Панчевачки мост. У овом делу траса планиране линије метроа пролази између Поенкареове и ул. Вилине воде и прати постојеће железничке колосеке (који се тренутно демонтирају) до Панчевачког моста и станице БГ воза. На овом потезу коридор захвата већи број пословних, производних и објекте складишта и магацина. Станица Дунав планирана је између Поенкаеорове и Вилиних вода, наспрам раскрсница Поенкаерове са Цвијићевом и Поречком.

На овом подручју се издвајају објекти Железничке станице Дунав (није у функцији) и објекат некадашњег Памучног комбината Београд, који су између станица Дунав и Панчевачки мост.

Станица Панчевачки мост планирана је између трасе аутопута Е70 и пута М1.9.

Микролокација станица и окана у оквиру деонице 4 дат је у Свесци 2 – Графички прилози.

**Деоница 5 (од Панчевачког моста до станице Карабурма)**: дужина деонице 5 је 1,1 km, а биће грађена методом отвореног ископа.




*Слика 2.6 Макролокација Деонице 5*

Ова деоница углавном пролази испод Вишњичке улице, док су северно од ње индустријски објекти и велика зараван, Ада Хуја. Дуж овог дела трасе је и тржни центар „Big fashion“ и бензинска пумпа. Станица Карбурма планирана је на раскрсници Вишњичке улице и улице Војводе Мицка Крстића.

Микролокација станица и окана у оквиру деонице 5 дат је у Свесци 2 – Графички прилози.

### *2.1.1 Планирано коришћење земљишта и катастарске парцеле*

#### *Планирано коришћење земљишта*

Према Плану генералне регулације шинских система у Београду са елементима детаљне разраде за I фазу прве линије метро система („Службени лист града Београда“ број 102/2021), станице, окна и траса метроа планирана су на:

1. Површинама јавне намене:

- водне површине;
- површине у функцији саобраћаја;
- мрежа саобраћајница;
- метро;

- железница;
- површине за инфраструктурне објекте и комплексе;
- комуналне површине и објекти;
- зелене површине;
- површине за објекте и комплексе јавних служби.

2. Површинама осталих намена:

- површине за становање;
- мешовити градски центри;
- површине за комерцијалне садржаје.

Површине изнад подземних деоница железничког и метро система нису дефинисане овим Планом, већ Планом генералне регулације грађевинског подручја седишта јединице локалне самоуправе – Град Београд (целине I–XIX) („Службени лист Града Београда", бр. 20/16, 97/16, 69/17 и 97/17) и осталим важећим плановима:

- План детаљне регулације дела Макишког поља, ГО Чукарица („Службени лист града Београда", бр. 153/20)
- План детаљне регулације Сунчане долине на Бановом брду и блока између улица Пожешке и Маршала Толбухина, Градска општина Чукарица („Службени лист града Београда", бр. 19/20)
- План детаљне регулације за подручје између улица Пожешке, Боре Марковића и парка на Бановом брду, Градска општина Чукарица („Службени лист града Београда", бр. 138/19)
- План детаљне регулације просторно културно историјске целине Топчидер – фаза II, Целина 1, ГО Чукарица и Савски венац („Службени лист града Београда", бр. 98/16)
- План детаљне регулације „Ада Циганлија" („Службени лист града Београда", бр. 65/16)
- Просторни план подручја посебне намене уређења дела приобаља града Београда – подручје приобаља реке Саве за пројекат „Београд на води" („Службени гласник РС", бр. 07/15)
- План детаљне регулације блока између улица Кнеза Милоша, Дринске, Сарајевске и Дурмиторске, ГО Савски венац („Службени лист града Београда", бр. 127/16)
- План детаљне регулације тунелске везе Савске и Дунавксе падине, ГО Стари град, Савски венац и Палилула („Службени лист града Београда", бр. 28/19)

Графички приказ планираног коришћења земљишта дат је у Свесци 2 – Графички прилози.

За предметни пројекат прибављени су Локацијски услови број 350-02-00075/2022-07 од 12. 05. 2022, издати од Министарства грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, у складу са у складу са Планом генералне регулације шинских система у Београду са елементима детаљне разраде за I фазу прве линије метро система („Службени лист града Београда", број 102/2021).

Траса, станице и окна линије 1 метроа, чија је изградња планирана у оквиру фазе 1, пролази кроз катастарске општине: Железник, Жарково, Чукарица, Савски венац, Стари град и Палилула и заузима следеће катастарске парцеле:

**Деоница на терену и станица Макиш**

Грађевинска парцела МЕТ-6 К.О. Железник састоји се од целих катастарских парцела 616/2, 615/1, 614/1, 613/2, 612/4, 7570/15, 579/2, 578/2, 577/2, 576/2, 575/2, 574/2, 573/2, 572/2, 553/2, 552/2, 551/2, 550/2, 589/3, 590/3, 591/3, 592/3, 7570/11, 549/2, 548/2, 547/2, 546/2, 544/2, 543/2, 542/2, 541/2, 540/2, 539/2, 538/2, 537/2 и 536/2, Грађевинска парцела МЕТ-5 К.О. Железник састоји се од целих катастарских парцела 534/6 и 536/5, Грађевинска парцела МЕТ-4 К.О. Железник састоји се од целих катастарских парцела 534/2, 226/2, 228/2, 229/2, 230/2, 231/2, 232/2, 233/2, 234/2, 235/2, 236/2, 237/2, 239/2, 240/2, 241/2, 243/2, 328/2, 329/2, 331/2, 332/2, 333/2, 334/2, 335/2, 336/2, 337/2, 338/2, 339/2, 340/2, 341/2, 342/2, 343/2, 344/2, 345/2, 346/2, 347/2, 348/2, 391/2, 390/2, 389/2, 388/2, 387/2, 386/2, 385/2, 384/2, 383/2, 382/2, 381/2, 380/2, 379/2, 378/2, 377/2, 376/2, 375/2, 374/2, 373/2, 372/2 и 371/2 Грађевинска парцела МЕТ-3 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 12463/11 и 12463/19, Грађевинска парцела МЕТ-2 К.О. Чукарица коју чини катастарска парцела 12463/20, Грађевинска парцела МЕТ-1 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 12463/14, 12463/7, 12461/6, 12464/3, 12472/7, 12472/20, 12472/16, 12472/11, 12461/5, 12473/3, 12474/3, 12475/2, 12476/2, 12477/2, 12478/2, 12478/5, 12456/3, 12446/1, 12477/1, 12444/4, 12448/5, 12257/14, 12429/5, 12428/5, 13985/8, 12427/5, 12411/4 и 12413/6 и делова катастарских парцела 12476/3 и 12477/3.

**Деоница у тунелу – изградња методом отвореног ископа тзв. „cut and cover“**

Грађевинска парцела САО-16 К.О. Чукарица састоји се од целе катастарске парцеле 12423/3 и делова катастарских парцела 12422/1, 12421, 12413/1 и 13985/9, Грађевинска парцела САО-17 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 13985/10, 12413/1, 12414/1, 12415, 12390 и 12389, Грађевинска парцела САО-18 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 12384, 12387 и 12389, Грађевинска парцела САО-21 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 12387, 12386, 12385, 12301, 12380, 12302, 12379 и 12303

Станица Жарково грађевинска парцела САО-22 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 12350, 12351/1, 12347/1, 12347/2, 12351/2 и делова катастарских парцела 12303, 12379, 12378, 12377/1, 12377/2, 12346/2, 12352/2, 12345, 12352/1, 12344, 12348, 12354, 12356/1, 12349 и 12353.

**Деоница у тунелу – изградња методом отвореног ископа тзв. „cut and cover“**

Грађевинска парцела САО-23 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 12349, 12354, 12353, 12356/1, 12322/1, 11987, 11986 и 11983, Грађевинска парцела САО-24 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 11982, 11983 и 11984, Грађевинска парцела САО-27 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 11984, 11983, 11982, 11981, 11965/1, 11966/3, 11966/2, 11944/3, 11943/1, 11939/2, 11937 и 11934/5, Грађевинска парцела САО-28 К.О. Чукарица састоји се од дела катастарске парцеле 11934/5, Грађевинска парцела САО-29 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 11934/5, 11933/1, 11924/1 и 11923/1.

**Окно 1 – Макиш парк**

Грађевинска парцела ЗП3-1 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 11924/3, 11924/6, 11933/10 и делова катастарских парцела 11933/9, 11933/3, 11933/6, 11933/1, 11934/5, 11924/1, 11923/1, 11923/2, 11924/7, 11924/10, 11924/9 и 11924/2.

**Деоница у тунелу – изградња методом отвореног ископа тзв. „cut and cover“**

Грађевинска парцела САО-31 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 11924/11 и 11924/8 и делова катастарких парцела 11916/4, 11916/2, 11923/2, 11924/7, 11924/10, 11916/3, 11924/9, 11924/2 и 11916/1.

**Станица Жарково**

Грађевинска парцела САО-32 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 11916/1, 11924/2 и 12588/1.

**Деоница у тунелу**

Грађевинска парцела САО-33 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 12785/35, 11916/1, 12785/1, 12588/1, 12591/14, 12591/18 и 3424/18, Грађевинска парцела СА-3 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 12785/61, 12785/62, 267/3, 12785/1 и 3424/1.

**Окно 2 – Макиш**

Грађевинска парцела СП2-2 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 267/2, 267/3, 276/1 и 276/3.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

Грађевинска парцела ЗП5-1 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 267/2, 280/1, 275, 267/3, 278/1, 276/1.

**Трафо станица Беле воде**

Грађевинска парцела ТС-1 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 12591/30 и 12591/14.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Чукарица делови катастарских парцела 275, 278/1, 280/1, 282/1, 282/3, 272/2, 296/2, 285/6, 286/8, 290/5, 286/6, 290/1, 290/8, 290/9, 292/1, 293/1, 294/4, 294/3, 3405/8, 367/2, 3405/12, 367/1, 294/2, 370/1, 368/1, 367/4, 370/3, 369/7, 3406/6, 369/4, 3406/20, 369/6, 369/8, 369/11, 369/5, 369/3, 3406/1, 346/3, 374/3, 3406/5, 374/2, 3406/23, 3406/4, 374/4, 377/1, 379/2, 379/3, 3406/25, 379/1, 379/4, 380/1, 380/13, 380/10, 380/9, 380/11, 380/8, 3406/37, 3406/33, 380/2, 3406/34, 380/7, 380/3, 3406/12, 382/2, 382/4, 3406/13, 382/3, 3406/39, 382/1, 421/1, 421/5, 422/1, 425/3.

**Станица Трговачка**

Грађевинска парцела СА-4 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 189/4, 184/5, 3404/13, 189/3, 187/5 и 427/2 и делова катастарских парцела 183/16, 343, 184/3, 187/6, 340/3, 3404/3, 340/1, 341/2, 189/1, 342/2, 341/1, 428/6, 187/1, 428/2, 425/1, 425/3, 342/1, 183/5, 433/2 и 3406/1, грађевинска парцела СА-5 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 433/2, 428/6, 428/2, 436/2, 441, 436/1, 423/1 и 435/1, грађевинска парцела СА-6 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 113/3, 114, 117, 118, 3407/1, 441, 436/2 и 436/1.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Чукарица, целе катастарске парцеле 124/11 и 124/9, делови катастарских парцела 428/6, 428/1, 429/2, 430/1, 430/2, 3406/1, 3407/1, 122/5, 123/1, 124/10, 123/4, 123/3, 125/1,

124/1, 127/8, 122/1, 85/1, 85/2, 3408/3, 85/5, 3408/13, 79/3, 79/2, 79/1, 83/1, 80, 82, 81/1, 13107/3, 13109/1, 13109/2, 13110/3, 13105/3, 13105/2, 13104/2, 13104/1, 13102/2, 13102/3, 13103/3, 13103/1, 13095/10, 13103/4, 13095/3, 13095/9, 13095/4, 13095/8, 13094/4, 13094/5, 13094/11, 13093/5, 13093/13, 13093/11, 13094/3, 13093/10, 1309314, 13094/12, 13093/4, 13092/3, 13092/10, 13092/11, 13091/1, 13089/9, 13089/4, 13089/8, 13089/3, 13088/2, 13088/1, 13087/2, 13087/1, 13086/1, 13123/1, 13073/2, 13073/1, 13072, 13070, 13069, 13044/1, 13044/18, 13123/1, 13044/17, 13044/16, 13044/15, 13167/2 и 13168/3.

**Окно 3 – Требевићка**

Грађевинска парцела СА-8 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 13098/3, 13098/10, 13100/1, 13100/3, 13102/5 и 13102/4 и делова катастарских парцела 13101/5, 13103/4, 13101/2, 13103/1, 13101/3, 13104/2, 13100/4, 13105/1, 13106/2, 13102/2, 13105/2, 13102/1, 13105/3, 13106/1 и 13107/1.

**Станица Пожешка**

Грађевинска парцела СА-9 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 13169/3, 13044/43, 13044/40, 13044/39, 13169/4, 13044/37, 13044/29, 13044/34, 13044/30, 13169/20 и 13165/21 и делова катастарских парцела 13044/49, 13165/19, 13044/52, 13044/23, 13044/26, 13044/22, 13044/25, 13044/24, 13044/11, 13044/54, 13044/57, 13044/10, 13044/3, 13044/2, 13165/4, 13044/7, 13168/3, 13165/22, 13170/1, 13167/1, 13171/1, 13171/15, 13165/20, 13123/1 и 13042/1, грађевинска парцела САП-8 К.О. Чукарица коју чини део грађевинске парцеле 13042/1.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Чукарица, целе катастарске парцеле 13040/6, 13036/8, 13031/3, 13030/8, 13017/2, 13016/2, 13004/8, 12994/2, 12983/18, 12983/16, 12980/42 и 10040/200 и делова катастарских парцела 13170/1, 13123/1, 13170/2, 13170/16, 13170/14, 13170/9, 13042/24, 13170/8, 13042/25, 13031/1, 13030/5, 13029/4, 13028, 13022/6, 12994/3, 12993/1, 12985/5, 12983/6, 12980/11, 12970/106, 12970/93, 13173/1, 13174, 13208/1, 10040/201, 10611, 10040/237, 10040/179, 10040/110, 10040/109, 10040/108, 10040/107 и 10040/76.

**Станица Парк Баново брдо**

Грађевинска парцела ЗП3-4 К.О. Чукарица састоји се од дела катастарске парцеле 13884, грађевинска парцела СА-10 К.О. Чукарица састоји се од делова катастарских парцела 10040/74, 10040/48, 10040/75, 10040/47, 10040/28, 10040/27, 10611 и 13921/1, грађевинска парцела ЗП1-2 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 10040/30, 10040/73, 10040/78, 10040/49, 10040/46, 10040/45 и 10040/29 и делова катастарских парцела 10040/32, 10040/74, 10040/48, 10040/75, 10040/47, 10040/28, 10040/27, 13921/1, 13922/7, 13923/1, 10040/76, 10040/77 и 10040/107.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Чукарица, делови катастарских парцела 13921/3, 10040/232, 10040/281, 10040/279, 13922/7, 10040/212, 10040/289, 10040/227, 10040/243, 10611, 10609/4, 10041/338, 10041/108, 10041/107, 10041/106, 10041/266, 10041/109, 10041/110, 10041/45, 10041/272, 13887, 13889, 10639/3, 10639/1, 10374, 10041/112, 10375/1, 10376/3, 10376/1, 13866, 10635/4, 10380/1, 10380/2, 10381/1, 10381/3, 10626/2, 10239/2, 10238/2, 10239/1, 10237/1, 10228/1, 10229/1, 10228/2, 10229/2, 10215/1, 10213/1, 10214, 10212, 10625/10, 10100/11, 10100/6, 10623/1 и 10095.

**Окно 4 – Стара шећерана** део кататстарске парцеле 10095.

**Станица Ада Циганлија**

Грађевинска парцела МЕТ-7 К.О. Чукарица састоји се од дела катастарске парцеле 10095, грађевинска парцела СА-11 К.О. Чукарица састоји се од целих катастарских парцела 10094/5, 10093/3, 10092/4, 10091/4, 10090/2, 10090/6, 10089/3, 10088/5, 10088/2, 10087/2, 10088/4, 10087/3, 10001/12, 10094/4, 10093/1, 10092/1, 10091/1, 10090/1, 10089/1, 10088/1, 10087/1, 10086, 10597/29, 10597/30, 10597/31, 10001/13, 10001/4, 10001/11, 10085/2, 10085/3, 10085/1, 10084/2, 10084/1, 10083, 10082, 10081, 10080, 10001/10, 10078, 10077, 10076, 10075, 10074, 10073, 10001/2, 10001/8, 13863/20, 10001/1, 13863/18 и 10602/2 и делова катастарских парцела 30164 и 10001/3.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Чукарица, делови катастарских парцела 10005/3, 10003/1, 10003/2 и 10597/31

К.О. Савски венац, делови катастарских парцела 10602/3, 10017/3, 10017/2, 10018/1, 11121/1, 11123/18, 11297/2, 10671/5, 10671/17, 10671/14, 10671/18, 10671/13, 10671/15, 11123/2, 10671/22, 10671/7, 11123/1, 11121/18, 11121/2, 11121/32 и 11121/3.

**Окно 5 – Мост на Ади**

Грађевинска парцела СА-12 К.О. Савски венац састоји се од целих катастарских парцела 10671/21, 11292/2, 11291/2, 11298/13, 11302/6, 10671/19, 11302/2, 11294/2, 11123/17, 11135, 10671/5, 10671/4, 10671/15, 10671/18, 10671/13, 10671/17, 10671/14 и 11123/2 и делова кататстарских парцела 10017/5, 10017/2, 10017/3, 11298/4, 11297/2, 11123/18, 11121/1 и 10018/1.

**Окно 6 – Сајам**

Грађевинска парцела СП2-3 К.О. Савски венац састоји се од целих катастарских парцела 11122/9, 11123/22, 11121/34 и 11121/25 и делова кататстарских парцела 11121/18, 11123/1, 11123/14, 11121/2, 11114, 10652/1, 11121/32, 11121/33, 11121/3, 11122/1 и 11123/19.

**Станица Сајам**

Грађевинска парцела ЗП3-2 К.О. Савски венац састоји се од целих катастарских парцела 11122/5, 10670/7, 10670/6, 11122/7, 11123/21, 11123/3, 10670/3, 10670/5, 10665/12, 10665/3, 11122/3, 10670/9, 11122/6, 11122/4, 10670/2 и 11122/8 и делова кататстарских парцела 10665/10, 11121/3, 11121/32, 11121/33, 11122/1 и 11123/19, грађевинска парцела СА-13 К.О. Савски венац састоји се од целих катастарских парцела 11303/23, 11109/3, 11269/3, 11108/3, 10671/22, 10671/23, 10671/24, 10671/7, 11271/2, 10671/9, 10671/3 и 11108/22 и делова кататстарских парцела 10671/29, 10671/30, 11271/1, 10671/31, 11123/19, 11123/1, 10671/3 и 11108/7.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Савски венац, делови катастарских парцела 10665/9, 10665/10, 10665/6, 10665/8, 10663/11, 11123/20, 11123/19, 10671/29, 10671/30 и 22630.

**Станица Мостар**

Грађевинска парцела СА-14 К.О. Савски венац састоји се од делова кататстарских парцела 22630, 1508/395, 836/1, 1431/1, 836/2 и 1428, грађевинска парцела ЗП1-4 К.О. Савски венац састоји се од дела кататстарске парцеле 1431/1, грађевинска парцела Ј9-

18 К.О. Савски венац састоји се од целих катастарских парцела 1508/394, 1508/243, 1607/1, 1606, 1605/1, 1508/248, 1604, 1508/249 и 1508/250.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Савски венац, део катастарске парцеле 836/1.

**Окно 8 – Савски**

Грађевинска парцела СА-15 К.О. Савски венац састоји се од делова кататстарских парцела 891/1, 1342/1, 836/1 и 1508/395.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Савски венац, делови катастарских парцела 836/1, 1508/46, 1508/395, 1508/406, 1533, 1508/407, 811/4 и 1508/409.

**Станица Савски трг**

Грађевинска парцела Ј9-19 К.О. Савски венац састоји се од целих катастарских парцела 462/3, 462/8, 1508/307 и 1532 и делова кататстарских парцела 811/3 и 1508/410, грађевинска парцела САО-44 К.О. Савски венац део катастарске парцеле 1508/398.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Савски венац, делови катастарских парцела 462/7, 462/11, 487/1, 484/1, 484/2, 483/1, 481/4, 481/2, 478, 477/1 и 474/1.

**Окно 9 – Луке Ћеловића**

Грађевинска парцела ЗП1-5 К.О. Савски венац састоји се од целих кататстарских парцела 1/5 и 474/1.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Савски венац, делови катастарских парцела 474/3, 285/3, 286/2, 286/1, 333, 359, 358/1, 348/1, 350, 2160/2 и 215;

К.О. Стари град, делови катастарских парцела 2957, 2171/2, 2172/2, 2173, 2174/1, 2174/3, 2175, 2176/1, 2076, 2203/1, 2204, 2202, 2206, 2059, 2207, 2208, 1848, 2267 и 2346/1.

**Станица Трг републике**

Грађевинска парцела САП-1 К.О. Стари град састоји се од дела кататстарске парцеле 1848, грађевинска парцела САП-2 К.О. Стари град састоји се од дела кататстарске парцеле 2885, грађевинска парцела С-16 К.О. Стари град састоји се од дела кататстарске парцеле 2886, грађевинска парцела С-17 К.О. Стари град састоји се од дела кататстарске парцеле 2346/1, грађевинска парцела САП-3 К.О. Стари град састоји се од дела кататстарске парцеле 2369, грађевинска парцела САП-4 К.О. Стари град састоји се од дела кататстарске парцеле 2369, грађевинска парцела САП-5 К.О. Стари град састоји се од дела кататстарске парцеле 2822, грађевинска парцела СА-18 К.О. Стари град састоји се од делова кататстарских парцела 2284/2, 2341 и 1063/1, грађевинска парцела ЗП2-2 К.О. Стари град састоји се од целе кататстарске парцеле 2283, грађевинска парцела Ј9-21 К.О. Стари град састоји се од целих кататстарских парцела 2342/2, 2342/3 и 2343/2 и дела кататстарске парцеле 2341.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Стари град, делови катастарских парцела 804, 2285, 813, 1586, 1585, 1583, 1580/1, 1579/1, 1579/2, 1581, 1577, 1576, 1575, 688, 1609, 1612, 1604/2, 1611/1, 1611/2, 1604/1, 1603, 1594, 1598, 1597, 1477, 1555/1, 468, 1479, 1480, 1481, 1475, 1450, 1452, 1451, 1448, 1447, 1446, 1445, 1444, 1443, 1442, 958, 1310, 1311, 1291/4, 1291/1, 1292, 1293, 1294, 1295, 1296, 1169/1, 1158/1, 1169/2, 2794 и 2783.

**Станица Дунав**

Грађевинска парцела ЗП1-6.1 К.О. Палилула састоји се од целе кататстарске 30/3, ЗП1-6 К.О. Палилула састоји се од делова кататстарских парцела 30/1, 42/1 и 30/15, грађевинска парцела СА-21 К.О. Палилула састоји се од делова кататстарских парцела 30/4, 30/15 и 30/1, грађевинска парцела С-20 К.О. Палилула састоји се од дела кататстарске парцеле 42/1, грађевинска парцела С-19 К.О. Палилула састоји се од дела кататстарске парцеле 39/1, грађевинска парцела СА-37 К.О. Палилула састоји се од дела кататстарске парцеле 29/2.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Палилула, делови катастарских парцела 30/1, 30/158 и 24/6.

**Окно 10 и станица Панчевачки мост**

Грађевинска парцела ЗП1-7 К.О. Палилула састоји се од целих катастарских парцела 127/44, 30/17, 30/16 и 127/70 и делова катастарских парцела 30/1, 24/7, 30/13, 30/14, 42/1, 127/4, 127/45, 127/112, 127/49, 127/71, 127/72, 127/103, 127/104, 127/46, 127/17, 127/5, 127/68, 127/67, 127/66, 30/12 и 9/1, грађевинска парцела ЗП5-2 К.О. Палилула састоји се од делова катастарских парцела 42/1, 112/1, 127/48, 127/112 и 127/111, грађевинска парцела СА-22 К.О. Палилула састоји се од целих катастарских парцела 127/73, 127/47, 127/75, 127/74 и 127/78 и делова катастарских парцела 127/71, 127/72, 127/48, 127/112, 127/103, 127/49, 127/4, 127/46, 127/45, 127/111, 42/1 и 30/1, грађевинска парцела СА-23 К.О. Палилула састоји се од делова катастарских парцела 127/112, 127/103, 127/17, 127/04, 127/49, 127/5, 127/50, 127/21, 127/52, 127/105 и 127/109.

**Деоница у тунелу – изградња методом дубоког ископа машином за пробијање тунела**

К.О. Палилула, делови катастарских парцела 127/50, 127/109, 127/51, 127/108, 127/15, 127/11, 127/59, 127/60 и 127/38.

**Окно 11 – Карабурма (*TBM* launching)**

Грађевинска парцела СА-25 К.О. Палилула састоји се од делова катастарских парцела 127/10, 127/11, 127/12 и 12/3.

**Деоница у тунелу – изградња методом отвореног ископа тзв. „cut and cover“**

Грађевинска парцела СА-27 К.О. Палилула, састоји се од целих катастарских парцела 149/5, 149/7 и 155/3 и делова катастарских парцела 158/3, 155/5, 155/4, 155/6, 155/7, 158/2, 156, 154/2, 155/1, 129/6, 127/43, 154/1, 127/12, 127/42, 12/3, 129/5, 129/1 и 149/1, грађевинска парцела ЗП5-4 К.О. Палилула састоји се од делова катастарских парцела 155/5, 155/4, 155/7, 149/9 И 149/1.

**Станица Карабурма**

Грађевинска парцела СА-29 К.О. Палилула састоји се од целих катастарских парцела 330/1, 330/3, 161/2, 334/5, 329/2, 328/2, 162/3, 162/4, 161/3 и 161/5 и делова катастарских парцела 327/2, 162/8, 162/10, 335/6, 162/2, 162/7, 161/1, 159/1 и 149/6, грађевинска парцела СА-30 К.О. Палилула састоји се од делова катастарских парцела 161/1, 161/4 и 161/6, грађевинска парцела ЗП2-4 К.О. Палилула састоји се од целих катастарских парцела 161/7 и 161/8 и делова катастарских парцела 161/1, 149/1 и 149/9, грађевинска парцела ЗП2-2 К.О. Палилула састоји се од целих катастарских парцела 162/9, 162/12, 162/6, 162/11, 162/5 и 161/9 и делова катастарских парцела 7/35, 161/6, 160/1, 161/1, 161/4, 162/10, 162/8, 162/3 и 162/7.

**Деоница у тунелу – изградња методом отвореног ископа тзв. „cut and cover“ и Окно 12 - Карабурма**

Грађевинска парцела СП2-4 К.О. Палилула, састоји се од целе катастарске парцеле 5110/5 и делова катастарских парцела 7/35, 7/39, 160/1, 5110/12, 5110/10, 5110/3 и 165/7, грађевинска парцела СА-31 К.О. Палилула састоји се од целих катастарских парцела 162/1, 160/3, 160/2 и 160/4 и делова катастарских парцела 162/13, 165/8, 335/6, 162/2, 165/1, 5110/13, 162/7, 160/5 и 159/1, грађевинска парцела СА-33 К.О. Палилула састоји се од целих катастарских парцела 165/9, 165/10, 5110/11, 165/11, 165/3, 165/2, 165/5 и 165/4 и делова катастарских парцела 234/15, 165/6, 5110/13, 159/6, 234/4, 159/1 и 165/12, грађевинска парцела СА-34 К.О. Палилула, састоји се од целе катастарске парцеле 320/4 и делова катастарских парцела 159/1, 234/4 и 234/15, грађевинска парцела СП2-5 К.О. Палилула, састоји се од делова катастарских парцела 5110/10 и 5110/12, грађевинска парцела СА-32 К.О. Палилула, састоји се од целе катастарске парцеле 5110/9 и делова катастарских парцела 159/1, 159/6, 165/6, 165/1, 165/8, 5110/13 и 165/12.

У наредној табели дати су подаци о површинама грађевинских парцела на којима су планирани објекти метро линије 1 фазе 1, као и заузетост парцела (у $m^2$ и процентима) надземним објекатима. Такође, за сваку станицу и окно приказана је површина која ће привремено бити заузета услед изградње. Потребно је напоменути да се у појединим случајевима површина привременог заузећа већа од површине грађевинске парцеле која се односи на површину катастарских парцела које су предвиђене за изградњу објеката метроа, а које су за сваку станицу и окно наведене у тексту изнад.

Катастарске парцеле на којима ће се налазит објекти метора, заузетост парцеле (надземни објекти), положај подземних објеката који ће имати утицај на даље коришћење земљишта и површине које ће бити под привременим утицајем услед грађевинских радова су приказане на мапама које су дате у Свесци 2 – Графички прилози.

*Табела 2-1 Подаци о грађевинским парцелама и површинама*

| **Станица/окно** | **Грађевинска парцела (према Локацијским условима)** | **Површина грађевинске парцеле, $m^2$** | **Привремено заузета површина током изградње, $m^2$** | **Заузетост парцеле након изградње, $m^2$** | **Заузетост парцеле након изградње, %** |
|---|---|---|---|---|---|
| Железник | МЕТ-6 | 21577,19 | 10378,69 | 3663,81 | 16,98 |
| Макиш | МЕТ-1 | 33127,09 | 9623,66 | 3688,74 | 11,14 |
| Жарково | САО-22 | 15418,85 | 13564,91 | 556,87 | 3,61 |
| Беле воде | САО-32 | 8467,88 | 28086,80 | 555,09 | 6,45 |
| Трговачка | СА-4, СА-5, СА-6 | 8995,80 | 7614,76 | 1134,52 | 12,61 |
| Пожешка | СА-9, САП-8 | 7318,97 | 6619,08 | 638,18 | 8,72 |
| Парк Баново брдо | ЗП1-2, СА-10, ЗПЗ-4 | 13081,80 | 9701,43 | 567,52 | 4,34 |
| Ада Циганлија | МЕТ-7, СА-11 | 46072,70 | 13580,14 | 1793,80 | 3,89 |
| Сајам | ЗПЗ-2, СА-13 | 14624,20 | 8898,08 | 1587,99 | 10,86 |
| Мостар | СА-14, ЗП1-4, Ј9-18 | 52194,92 | 14427,70 | 929,85 | 1,78 |
| Савски трг | Ј9-19, Ј9-20 | 26323,51 | 14938,92 | 609,64 | 2,32 |
| Трг републике | СА-18, ЗП2-2 | 6435,42 | 7708,17 | 808,63 | 12,57 |
| Скадарлија | | | 8512,62 | | |
| Дунав | ЗП1-6.1; ЗП1-6; СА-21; С-20; С-19; СА-37 | 7394,48 | 7762,93 | 625,59 | 8,46 |
| Панчевачки мост | ЗП1-7, СА-22, СА-23 | 23978,02 | 10479,79 | 507 | 2,85 |
| Карабурма | СА-29, СА-30, ЗП2-4, ЗП2-5 | 11579,42 | 9501,03 | 677,06 | 5,85 |
| Окно 01 | ЗПЗ-1 | 15583,48 | 3629,63 | 138,48 | 0,89 |
| Окно 02 | СП2, С6 | 7055,11 | 5994,23 | 160,70 | 2,28 |
| Окно 03 | СА-8 | 1928,82 | 1928,82 | 128,91 | 6,68 |
| Окно 04 | ЗП1-3 | 3242,35 | 2367,06 | 135,47* | 4,18 |
| Окно 05 | СА-12 | 6606,17 | 2460,46 | 49,34 | 0,75 |
| Окно 06 | СП2-3 | 2644,92 | 2644,92 | 152,87 | 5,78 |
| Окно 08 | СА-15 | 6659,79 | 2329,78 | 130,43 | 1,96 |
| Окно 09 | ЗП1-5 | 2034,56 | 5478,87 | 137,51 | 6,76 |
| Окно 10 | ЗП1-7 | 3332,70 | 2945,48 | 118,35 | 3,55 |
| Окно 11 | СА-25 | 2822,79 | 16238,48 | 122,82 | 4,35 |
| Окно 12 | СП2-5, СА-32, СП2-4 | 3161,68 | 4693,78 | 159,69 | 5,05 |
| ТС Беле воде | ТС-1 | 1414,53 | | 628,37 | 55,58 |

* Заузетост грађевинске парцеле на којој је планирано окно 04 (Стара шећерана) поред објеката метроа укључује и обновљену зграду Старе шећеране.

## 2.2 Приказ педолошких, геоморфолошких, сеизмолошких, геолошких, и хидрогеолошких карактеристика терена

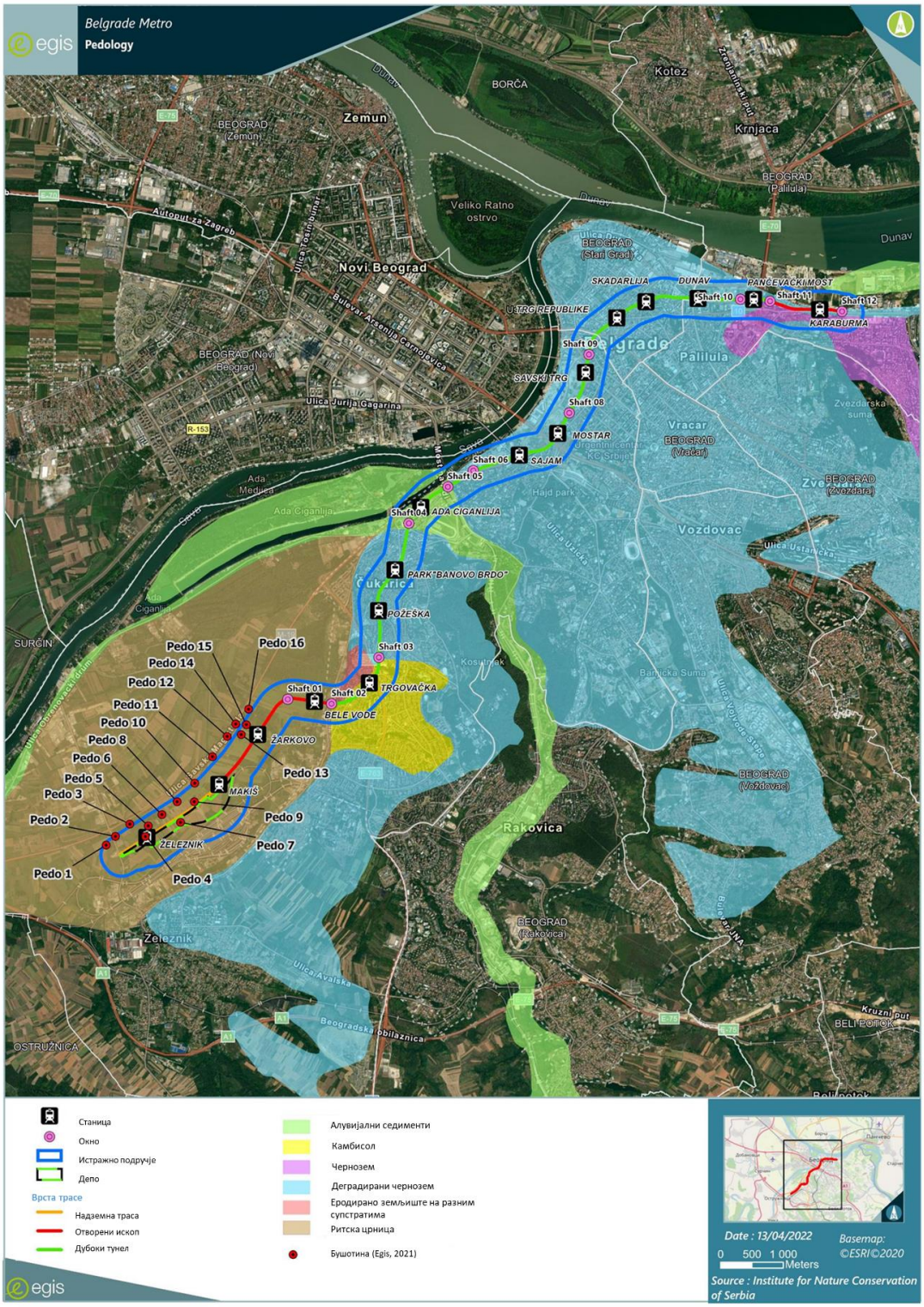
### *2.2.1 Педолошке карактеристике*

На територији Београда под утицајем различитих фактора формирано је више различитих типова земљишта, који су класификовани у три категорије: хидроморфна тла, копнена земљишта и антропогена земљишта. На простору Београда постоји:

- алувијално земљиште Саве и Дунава (барска земљишта – глејеви, алувијални барски седименти, ритске црнице, затим флувисоли на речним острвима (Макиш, Ада Циганлија, Велико ратно острво, Ада Међица, шире подручје Топчидерске реке и др.),
- карбонантни черноземи и карбонантне ливадске црнице,
- смеђа кречњачка земљишта и рендзине (Калемегдан, Ташмајдан),
- черноземи (од Карабурме до Вишњице),
- гајњаче (Душановац, Жарково и др.)

На траси линије 1 метроа налазе се следеће врсте земљишта:

| Географска област | Врста земљишта |
|---|---|
| Железник – Макиш – Жарково – Беле Воде + Окно 01 (Макишко поље) | Црница, нема мочварног земљишта према педолошким критеријумима.<br>Компанија Egis је 2021. године извршила педолошко испитивање Макишког поља на 16 бушотина дубине од једног метра, што је резултирало следећим закључцима:<br>• први метар земљишта углавном се састоји од муља и глине. Овакво земљиште задржава воду, али у Макишу није типично мочварно подручје;<br>• само једна бушотина показала је јасне трагове хидроморфије дубље од 1 метра, али то је изолован случај. |
| Трговачка + Окна 02 и 03 | Гајњача и еродирано земљиште на разним подлогама. |
| Пожешка – Парк Баново Брдо | Деградирани чернозем. |
| Ада Циганлија + Окна 04 и 05 | Алувијални депозит. |
| Сајам – Мостар – Савски Трг – Трг Републике – Скадарлија – Дунав – Панчевачки Мост + Окна 06 до 10 | Деградирани чернозем. |
| Карабурма + Окна 11 и 12 | Чернозем и деградирани чернозем. |




*Слика 2.7 Педолошка карта Београда (на траси линије 1)*

### *2.2.2 Геоморфолошке карактеристике1*

У геоморфолошком погледу шире подручје представљено је равничарским и брдовитим деловима терена. Равничарски делови терена, генерално гледајући, налазе се на северном делу истраживаног подручја, а брдовити делови у централним и јужним деловима. Граница између ових јединица протеже се од запада, десном страном реке Саве, до Ушћа, где наставља десном обалом Дунава око Београдског рта. На следећој слици приказана је геоморфолошка карта ширег простора града Београда.




*Слика 2.8 Геоморфолошка карта линије 1 метроа и подручја града Београда оивичено полигоном жуте боје*[2]

Терен се од југа, постепено, спушта према северу у виду пространих заравни, као и рашчлањеним долинама потока и речица.

[1] *Преузето из Студије интеракције Линије 1 београдског метроа и подземних вода; Књига 4: Геолошка грађа и хидрогеолошке карактеристике терена; Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2022.*

[2] *извор: Геоморфолошка карта Србије 1:200.000- Геозавод-Гемини, 2005*

Јужно од Саве и Дунава, подручје Београда (београдско побрђе) се простире преко бројних мањих брда, док се северно од Саве и Дунава (подручје панонске низије) простиру алувијалне равни и лесна зараван.

Алувијална раван Саве, на десној обали, простире се на подручју Малог Макиша, Макишког поља и Савског амфитеатра. Ово су хипсометријски нижи терени, који се од Саве постепено издижу у правцу београдског побрђа.

Приобаље Дунава од ушћа Саве у Дунав, све до Вишњице, одликује се уским појасом алувијалне равни изнад које се протеже речна тераса. На овом потезу, ток Дунава значајно је померен ка северу током холоцена, на шта указује и положај речне терасе. Алувијалне наслаге су развијене у узаном појасу на десној обали Дунава (без већег значаја у хидрогеолошком погледу), а изграђују и дунавска острва и аде.

На десној обали, дуж речних токова Саве и Дунава, издваја се неколико геоморфолошких целина, које се разликују у погледу литолошких и хидрогеолошких карактеристика.

Приобаље Дунава на ширем простору може се поделити у две зоне:

- од ушћа Саве у Дунав, све до Вишњице, одликује се уским појасом алувијалне равни изнад које се протеже речни део и
- подручје Дунавског кључа, на територији Великог Села, где се налази пространа алувијална раван Дунава.

У приобаљу Саве, то су:

- алувијална раван Саве на подручју Макишког поља,
- приобаље Саве у зони ушћа Топчидерске реке,
- алувијална раван на подручју Савског амфитеатра и
- приобаље Саве у зони Ушћа у Дунав.

Равничарски делови терена града Београда

Од геоморфолошких процеса најзначајнију улогу у обликовању рељефа равничарских делова терена имао је флувијални процес, који је присутан у долинама река Саве и Дунава.

Од доминантних геоморфолошких облика треба истаћи најуочљивије облике, и то су:

- алувијалне равни Саве и Дунава,
- речне терасе и аде (Велико ратно острво, Ада Циганлија, Ада Међица),
- резидуални флувијални облици рељефа, као што су баре и меандри.

Брдски делови терена града Београда (београдско побрђе)

Геоморфолошке карактеристике делова терена јужно од Саве и Дунава, сагледане су на ужем градском подручју. На брдовитом рељефу, на коме је лоциран највећи део градског језгра Београда, као и низ приградских насеља (Жарково, Железник, Ресник) доминирају узвишења Ташмајдан, Лекино брдо, Бањички вис (198 метара н.в.) и Девојачки Гроб (287 метара н.в.).

Од доминантних геоморфолошких облика треба истаћи најинтересантније, и то су:

- облици карстног процеса (Ташмајданска пећина у центру града и Турски точак у Сремчици);

- терени под вртачама (делови терена у Сремчици и Жаркову);
- фосилни облици маринског процеса (Ташмајдански клиф).

Од савремених егзогеодинамичких процеса и појава на истраживаном простору преовлађује ерозија са бујичним токовима, различите активности и учесталости појављивања. У мањој мери, на стрмијим деловима падина заступљене су нестабилности у виду клизишта различите активности, чија је дубина ограничена дебљином делувијалног наноса.

### *2.2.3 Тектонске карактеристике терена[3]*

Према подацима из Тумача за Основну геолошку карту, лист Београд, на ширем истражном подручју, након таложења кредних седимената наступио је период дуготрајних копнених услова, практично све до средњег миоцена, када започиње краткотрајна маринска трансгресија, при чему се најмлађе неогене творевине формирају у маринско-бракичним басенима. Почетком тортона (бадена) почело је комадање копна и стварање нових седиментационих простора као директне последице таквог комадања - штајерска фаза. Самим тим дошло је до стварања читавног низа нових фација (плитководне, спрудне, и др). Релативно спуштање и издизање током панона довело је до тога да су палеогеографске прилике и распоред фација потпуно промењени, и тада настају претежно лапорци са флишним карактеристикама. Почетком понта долази до повлачења вода, и током понта воде су плитке са низом острва и архипелага са лабилним дном, које је у току седиментације непрестано тонуло.

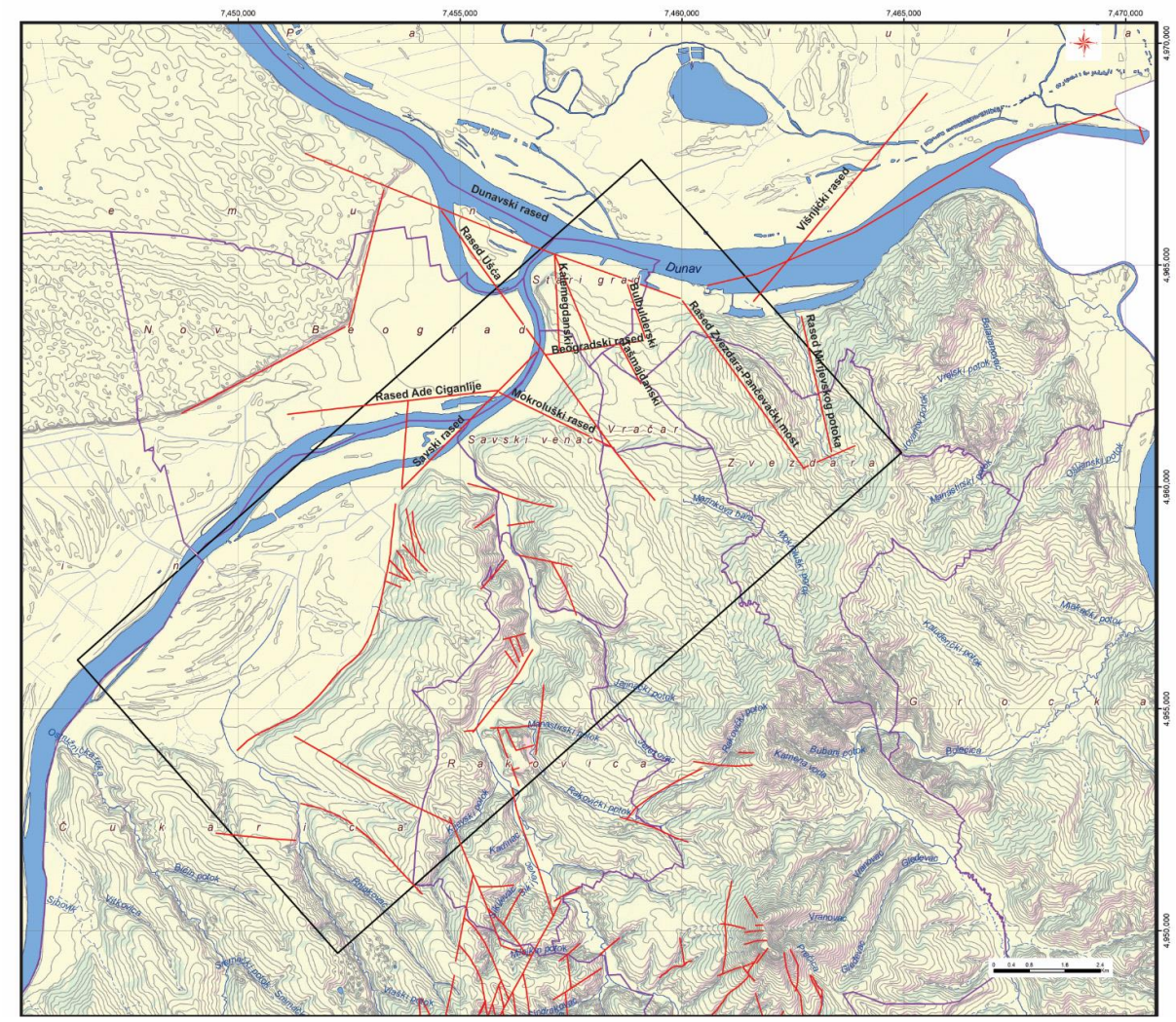
По неким ауторима у старијем плеистоцену ток Саве још није постојао. Ток Дунава формиран је као лонгитудинални басен у подножју Алпа, који се линијски пружа ка истоку пратећи некадашњу обалску линију Паратетиса, који је еволуирао у Црно море. Ток Саве формиран је много касније, предиспониран је пружањем савског раседа, док је формирање самог речног тока било условљено ледничким отапањем са орогених формација које опкружују данашњи ток.

Од наборних облика једино је сигурно утврђена антиклинала Калемегдана (Стевановић, 1959). Ова антиклинала има правац северозапад-Југоисток. Према Југоистоку продужава се антиклиналу Торлака, од које је одвојена попречним раседима. У потонулој зони сачувани су млади седименти. Према северозападу је такође одсечена и застрвена квартарним творевинама.

Према литературним подацима највећи значај у формирању Београдског рта имају раседи дуж Саве и Дунава. Како се из приложене тектонске скице (2.9) може видети необична форма Београдског, рта проузрокована је компликованим распоредом раседа.

Један део раседа приказан на тектонској скици је са доста сигурности лоциран, код неких азимут није сигурно повучен, неки су у великој мери апроксимативни. Сигурни раседи знатнијег скока су расед Ушћа, расед Звездара-Панчевачки мост и дунавски расед.

[3] Преузето из Студије интеракције Линије 1 београдског метроа и подземних вода; Књига 4: Геолошка грађа и хидрогеолошке карактеристике терена; Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2022.




*Слика 2.9 Раседне структуре шире зоне истражног подручја - црвена боја, истражни простор црна боја*[4]

**Раседне структуре у зони савског приобаља**

Расед дуж Топчидерске реке, представља најмаркантнији расед на овом терену је. Представља мезозојску тектонску структуру и припада систему раседа БРФ – расед Беле реке (према Тољић, 2016.)

Дуж раседа Топчидерске реке, знатно је потонуо део терена десне обале Топчидерске реке. Поред овог главног раседа у долини Топчидерске реке постоји више других, мањих раседа.

Раседне структуре у зони реке Саве, преузете су са урбанистичког плана Београда, „Косовопројект“, Београд. Према својој позицији и опису, тектонске структуре су именоване за потребе ове Студије, као савски расед, расед мокролушког потока, расед Аде Циганлије, београдски, ташмајдански и расед Ушћа.

[4] Извор: Инжењерско геолошка и тектонска истраживања за потребе ГУП-а 1987, Косовопројект, према скици Надежде Крстић, Геоинститут

Савски расед простире се по ободу Макиша од Оструженице и Железника па преко Жаркова, све до ушћа Саве. Њиме су пресечене млађе неогене наслаге, тако да је дошло до спуштања северног крила, односно до тоњења неогених седимената.

Расед Аде Циганлије налази се са Новобеоградске стране према горњем шпицу Аде Циганлије, где је уочено кретање основног стенског горја чија се амплитуда процењује на преко 50 м, иако није са сигурношћу утврђена.

Расед у зони мокролушког потока, иако је издвојен, није детаљније описан у расположивој документацији. Овај расед пружа се управно на ток Саве, средишњим делом пресеца савски амфитеатар и пружа се до раседа Ушћа. За подручје Београда карактеристични су меридијански раседи који су се у то време формирали.

Београдски расед пружа се скоро правцем исток - запад. Интермитентног је типа и његова су крила у различитим временима кретања у супротним правцима. На северном крилу преко средњег дела сармата леже седименти, горњег панона (недостаје један део сармата и цео доњи панон)..

Ташмајдански расед пружао се правцем ССЗ-ЈЈИ дуж ИСИ бока ташмајданског спруда.

Расед Ушћа пружа се правцем СЗ-ЈИ и скоро је потпуно паралелан са раседом Звездаре. Дуж пукотина паралелних овом раседу, а дејством ерозије Саве формирани су одсеци Калемегдана према Сави..

**Раседне структуре у зони дунавског приобаља**

Расед Звездара - панчевачки мост налази се на Звездари, близу Савезног хидрометеоролошког завода.

Утврђен је на основу већег броја сонди од којих су четири приказане на тектонској скици. Правца пружања је ЦЗ-ЈИ. Дуж овог раседа доведени су у исти ниво панонски лапоровити кредасти ламинити звездаре (Југозападни блок) и сарматске глине и лапоровите глине (североисточни блок). Релативно спуштен ЈЗ блок Звездара хипсометријски је знатно виши од релативно издигнутог блока који је дубоко еродован (Миријевски поток). Величина скока дуж овог раседа је минимум 150 метара, а старост раседа је пост панонска.

Расед Булбудерског потока има правац ССЗ-ЈЈИ. Дуж овог раседа релативно је спуштено исток-североисточно крило. Скок му је у квартару, мањи од 10 метара (Крстић и Обрадовић, 1951). Последњи пут је био активан у време између средњег плеистоцена и вирма.

Расед Миријевског потока пружа се правцем ЗСЗ - ИЈИ. Спуштено му је ЈЈЗ крило. Скок је незнатан. Овим раседом доведени су на исти ниво панонски седименти Прокопа (Крстић, Радошевић и Вуксановић, 1981) са сарматским седиментима Губеревца (Лескарев, 1899) у палеогеографски веома компликованом терену. Зато се величина скока може проценити на само десетак метара или мало више. Паралелан је Дунавском раседу.

Дунавски расед има правац ЗСЗ-ИЈИ и пружа се приближно десном обалом Дунава. Одваја неоген Београда од квартара Баната. По процени Ласкарева (1949) скок на овом раседу може се проценити на око 100 метара, ако се као база узме сарматски кречњак. Земунски део дунавског раседа повучен је јужно од Гардоша зато што је брег земунског града истурен даље према ИЈИ од осталог дела Земунског платоа. Овде је због подједнаког спуштања ИСИ и ЗЈЗ блока скок доведен скоро на нулу.

Попречни раседи имају различите оријентације. Понекад међусобно стоје под скоро правим углом.

Вишњички расед се пружа дуж Дунава. То није један расед већ сноп раседа од којих се једни пружају левом обалом Дунава, а други су високо на његовој десној обали (Крстић, 1978).

### *2.2.4 Сеизмолошке карактеристике терена*

Према најновијим регионалним истраживањим Републичког сеизмолошког завода Србије (*http://www.seismo.gov.rs/*) одређени су параметри сеизмичности за територију Републике Србије.

Према карти сеизмичког хазарда за очекивано максимално хоризонтално убрзање на основној стени – Acc(g) и очекивани максимални интензитет земљотреса – $I_{max}$ у јединицама Европске макросеизмичке скале (EMS-98), у оквиру повратног периода од 95, 475 и 975 година могу се очекивати земљотреси максималног интензитета и убрзања приказани у табели.

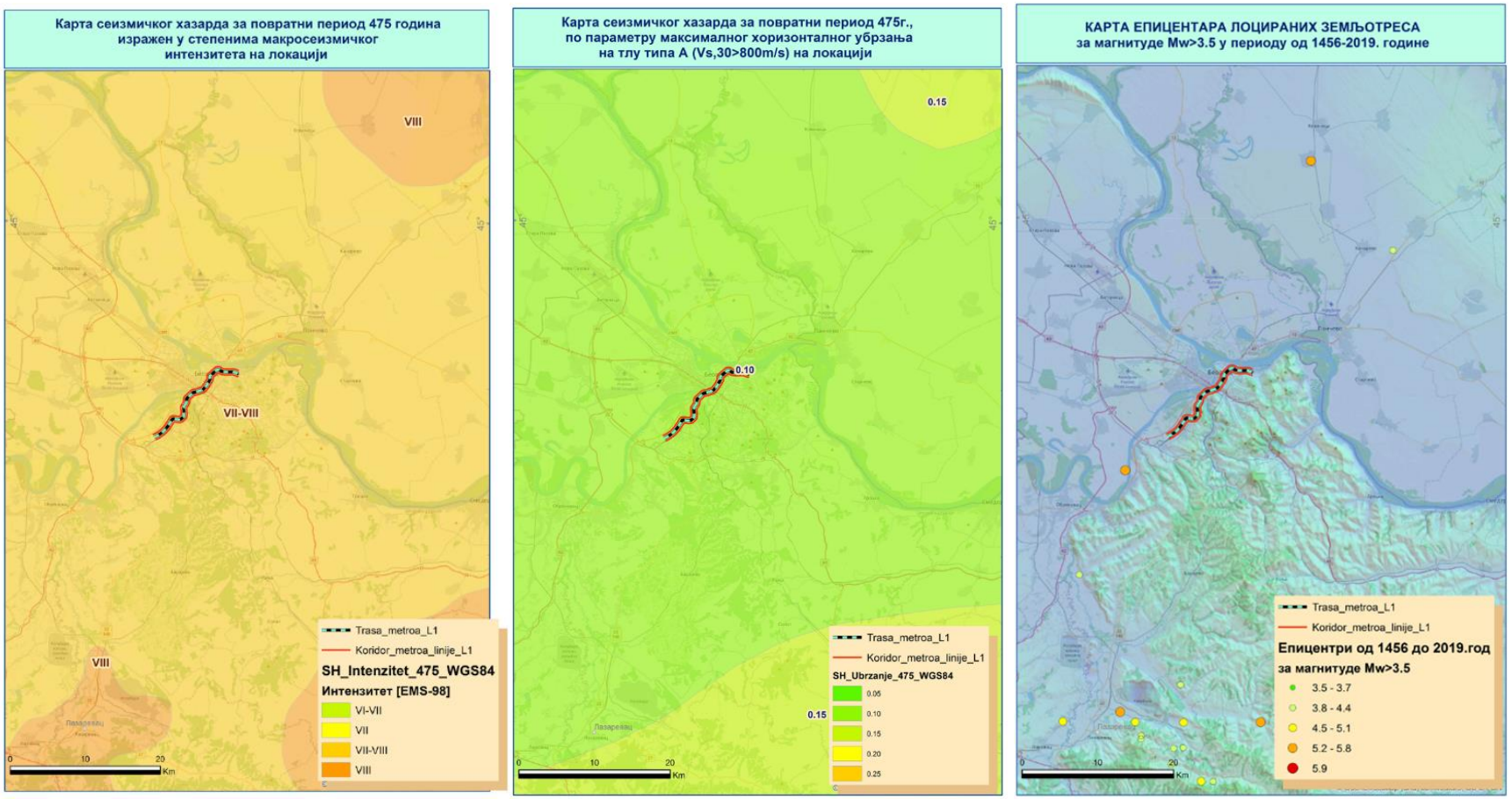
*Табела 2-2 Сеизмички параметри*

| Сеизмички параметри | Повратни период времена (године) | | |
|---|---|---|---|
| | 95 | 475 | 975 |
| Acc(g) max | 0.06 | 0.1 | 0.1 |
| $I_{max}$(EMS-98) | VI-VII | VII-VIII | VII-VIII |

Целокупна територија града Београда налази се у зони сеизмичког хазарда VII-VIII за повратни период од 475 година на скали EMC-98. Ови степени интензитета одговарају земљотресу који се описује као штетан и веома штетан. Ефекти укључују губитак равнотеже, померање или превртање намештаја, а зграде се рангирају од малих неструктурних до веома тешких структуралних оштећења, у зависности од рањивости њихове структуре.

За повратни период од 475 година, максимално хоризонтално убрзање на тлу типас А стени је 0,10 g (g = 9.81 m/s$^2$). Ово убрзање је веће од вредности убрзања коју људи примећују (0,001 g) и ниже од оног због којег људи губе равнотежу (0,2 g).

Епицентри земљотреса тренутне магнитуде Mw> 3,5 Мв регистровани од 1456. године у околини града Београда налазе се на следећој мапи. Већина епицентра који спадају у ову категорију налази се отприлике 40 километара јужно од подручја истраживања. Најближи епицентар истраживаном подручју регистрован је у кругу од 10 километара од почетка линије, на левој обали Саве, магнитуде 5,2-5,8 Mw.




*Слика 2.10 Очекивани максимални интензитет земљотреса (лево) и сеизмички хазард (средина) за повратни период од 475 година и епицентри земљотреса са магнитудама >3,5 у периоду 1456-2019 (десно)*

### *2.2.5 Геолошке и хидрогеолошке карактеристике*

На основу досадашњих сазнања о геолошко-хидрогеолошким карактеристикама терена дуж будуће трасе Линије 1 метроа, од станице „Железник“ до станице „Карабурма“, може се констатовати изразито сложен састав терена, са већим бројем различитих литолошких целина, кроз које метро пролази.

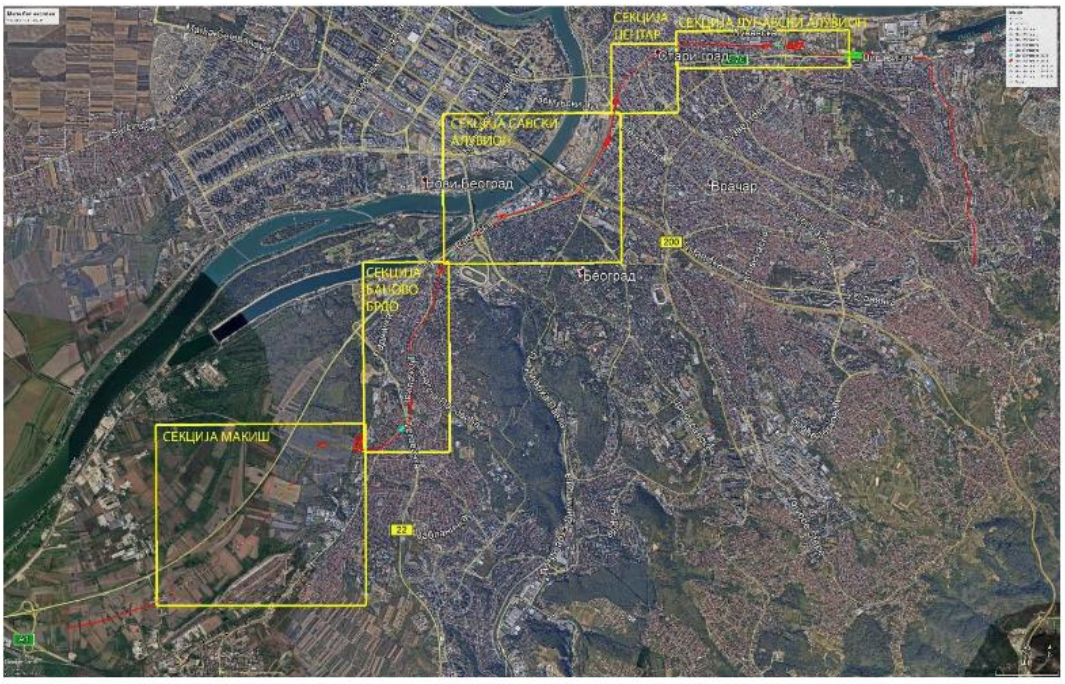
Траса метроа је лоцирана у зони алувијона Саве, у зони макишког поља, потом пролази кроз чврсте стенске масе у зони Жаркова и Бановог брда. Потом се поново „спушта“ у алувијалне седименте Саве, у зони Савског амфитеатра. Одатле, испод центра града (пијаца Зелени Венац, Трг Републике) пролази кроз лапоре и лапоровите глине и излази у ширу зону речног корита Дунава.

На режим подземних вода, у зони алувијалних равни, у природним условима, има утицаја река Сава,али и прилив из стенских маса које се налазе у „залеђу“.

У деловима терена где метро линија пролази кроз чврсте стенске масе, утицај режима нивоа површинских водотока се смањује.

Како би се једноставније приказале геолошке и хидролошке карактеристике, траса линије је подељена на пет деоница:

- Деоница Макиш (km 0+000 – 4+280),
- Деоница Баново брдо (km 4+280 – 8+085),
- Деоница Савски алувион (km 8+085 – 11+780),
- Деоница Центар (km 11+780 – 13+380),
- Деоница Дунавски алувион (km 13+380 – 16+190).




*Слика 2.11 Деонице трасе метроа за потребе описа геолошких и хидрогеолошких карактеристика*

### *Деоница Макиш*

У оквиру деонице Макиш траса метроа делимично се гради надземно, док је други део плитко испод земље („cut and cover“). Осим трасе, на секцији Макиш планиране су 4 метро станице (Железник, Макиш, Жарково и Беле Воде) и два окна (Макиш парк и Макиш).

*Геолошке карактеристике*

Истражни простор је изграђен од седименати терцијарне и мезозојске старости преко којих су исталожени седименти квартарне старости.

Према вертикалном геолошком пресеку може се поделити на три јединице које имају своје посебне карактеристике:

- **Структуре Мезозоика**- делови распарчане **мезозојске** греде, северног дела Шумадије, која чини подлогу, односно палеорељеф другом структурном спрату, насталом у посткредним неогеним басенима. Најстарије стене које чине обод истражног подручја су представљене мезозојским седиментима (јурске и кредне старости) На простору Макишког поља заступљени су **глиновито-лапоровити седименти доње креде ($K_1^{1,2}$LG) и кречњачки седименти горње јуре ($J_3^3$K)**.
- **Неогене структуре** - преко различитих геолошких формација мезозојске греде леже творевине другог структурног спрата чија се геологија битно разликује од подлоге а састоји се од **неогених творевина** почев Тортон-Бадена до Панона. а простору Макишког поља, испод релативно дебелог квартарног алувијалног наноса, најзаступљенији су **сарматски кречњачко – лапоровити седименти ($M_3^1$KL)** Лапори су прашинасти до глиновити, табличасти до плочасти. У повлатним деловима слоја деградирани у лапоровите глине. Дуж слојевитости су исталожене скраме калцијум-карбоната. У подинским деловима се као прослојци и конкреције јављају кречњаци и пешчари. Веома су хигроскопни, у присуству воде им се знатно смањује чврстоћа а повећава пластичност. Сарматски кречњаци ($M_3^1$) констатовани су на ободу Макишког поља код Остружнице.
- **Квартарне наслаге** - наталожене творевине **квартара** су најраспрострањеније на територији Београда. На простору Макишког поља најзаступљенији су флувијални седимети представљени следећим генетским врстама:
  - Седименти **фације бара и мртваја** ($Q_2$am), су представљени органским глинама, муљевима, муљевитим глинама и песковима.
  - Седименти **фације поводња** ($Q_2$ap) су представљени прашинсто - песковитим глинама и прашинастим песковима, дебљине до око 5,0 m, који леже у повлатном делу фације корита на целом простору алувијалних седимената.
  - Седименти **фације корита** ($Q_2$ak) су представљени песковима, прашинастим, заглињеним песковима и слабо заглињеним шљунковима у подини, дебљине преко 10 m. Ова песковито – шљунковита средина лежи преко речно – језерских седимената, терцијарних наслага или мезозојских седимената.
  - **Алувијално-језерски** седименти ($Q_1$aj) су полициклични седименти – шљункови, пескови и прашине таложени у 5-7 седиментационих циклуса са

градацијом материјала у вертикалном правцу, од грубозрне до ситнозрне фракције у оквиру сваког седиментационог циклуса.

*Хидролошке карактеристике*

На основу досадашњх истраживања, може се сматрати да је шири простор Макишког поља у хидрогеолошком смислу добро проучен. Ово се посебно односи на заравњени алувијални комплекс десне обале Саве, и то захваљујући бројним истражним бушењима, тестирањима пијезометарских бушотина и израдом, тестирањима и мониторингом експлоатационих бунара за потребе отварања и развоја Београдског изворишта. Међутим услови оводњености хипсометријски вишег залеђа, капацитети дотицаја подземних вода (услови прихрањивања издани у алувијалним наслагама), као и зоне или линије миграције подземних вода у неогеним наслагама, до данас су остали неистражени. С друге стране, хидраулички контакт вода Саве и подземних вода, сасвим је јасно познат, као и хидрохемија подземних вода у различитим хидролошким условима. Сва досадашња истраживања допринела су да се упознају филтрационе карактеристике и квалитет изданских вода у седиментима квартара, речно-језерским наслагама најстаријег квартара–доњег плеистоцена које се означавају јединствено као **„Основни водоносни комплекс“.**

При оцени еколошке безбедности, у домену искоришћења граничних простора за даљи урбанистички развој на простору Макишког поља, међу најзначајнијим чиниоцима који се узимају у разматрање су природни услови – природни геолошки-хидрогеолошки ресурси, али и ограничења која потичу од чинилаца њиховог очувања. Код обезбеђивања еколошке безбедности подземних вода као ресурса који се у Макишу експлоатише већ више од 120 година, најзначајније је дефинисање услова њиховог коришћења и заштите. Код ограничења формирања и даљег развоја подручја која су предвиђена за урбанизацију, најзначајније је дефинисати природне хазарде и хазарде који могу бити изазвани људском делатношћу. Због тога је добро познавање геолошке средине, и у Макишу ресурса подземних вода с једне, али и хазарда, са друге стране, веома значајна за постизање квалитетне еколошке безбедности и коегзистенцију коришћења јединственог простора на одржив начин. Потребно је нагласити, да су сва досадашња геолошка и хидрогеолошка истраживања предоминантно била везана за радове на истраживању, отварању и развоју најбитнијег дела Београдског изворишта (у зони Макиша), односно експлоатацији подземних вода за потребе јавног водоснабдевања.

Циљеви спроведене наменске хидрогеолошке анализе

Основни циљ реализације наменске хидрогеолошке анализе подразумевао је дефинисања услова и могућности рационалног претварања пољопривредног земљишта у грађевинско земљиште.

Чињеница је да је, осим простора Ранжирне станице „Београд“ и коридора Савске магистрале, практично највећи део Макишког поља „заузет“ изворишним комплексом Београдског водовода и канализације, због кога рад 19 рени бунара, дирugује режимом нивоа подземних вода на комплексу до Савске магистрале, али и до геолошких граница алувијалног комплекса. Експлоатациони бунари Београдског изворишта у његовом сегменту на Макишкој страни уз саму обалу Саве позиционирани су на међусобној удаљености од око 500 m. У активној функцији је данас 19 рени бунара (од РБ-8а до РБ-7). Процењени садашњи просечни експлоатациони капацитет ових водозахватних

објеката, креће се у дијапазону од око 600 - 700 l/s при просечним хидролошким условима.

Типови изданских средина

Генерално, на овој деоници На основу структурног типа порозности, могу се издвојити следећи типови издани:

I Збијени тип издани: у оквиру квартарних песковито – шљунковитих наслага

а) са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената,

б) мале издашности у оквиру седимената квартарне старости,

II Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,

III Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,

IV Условно „безводни“ делови терена.

Документациона хидрогеолошка карта са локацијама истражних радова – деоница 1/2 (Деоница Макиш) дата је у Свесци 2 – Графички прилози као прилог број **4.1.1.**

На простору обухвата, али и широј зони анализираног хидрогеолошког истражног подручја, егзистирају следећи типови издани:

I Збијени тип издани: у оквиру квартарних песковито – шљунковитих наслага

1. **Фреатска издан збијеног типа**, формирана у холоценским и плеистоценским наслагама до максималне релативне дубине од око 20-23 m, са хидрауличког аспекта издан је под притиском. Са аспекта филтрационих својстава, може се говорити о постојању најмање два типа издани: слабије пропусног комплекса у повлатном делу и основна водоносна средина у песковитим шљунковима.
2. **Сложена – субартеска издан** у пукотинским и кавернозним системима сарматских карбоната (у подини квартара, дуж контакта алувијалне заравни и на широком простору у хипсометријски вишем залеђу)
3. **Фреатска издан збијеног типа порозности** – „лебдећа издан“ у оквиру бедема-платоа од рефулираног песка на простору Ранжирне станице „Београд“ (на источној и ЈИ граници обухвата).

На основу дугогодишњег мониторинга режима нивоа подземних вода, на „одбрани“ простора од утицаја високих водостаја Саве (под утицајем успора, и повремених појава ектремних протицаја), без обзира на функцију рада система Рени бунара БВК, може се говорити да река Сава има готово искључиву и директну улогу у стварању и одржавању пијезометарске слике основне водоносне средине у квартарним наслагама.

Просторни положај и геометрија изданских и надизданских средина

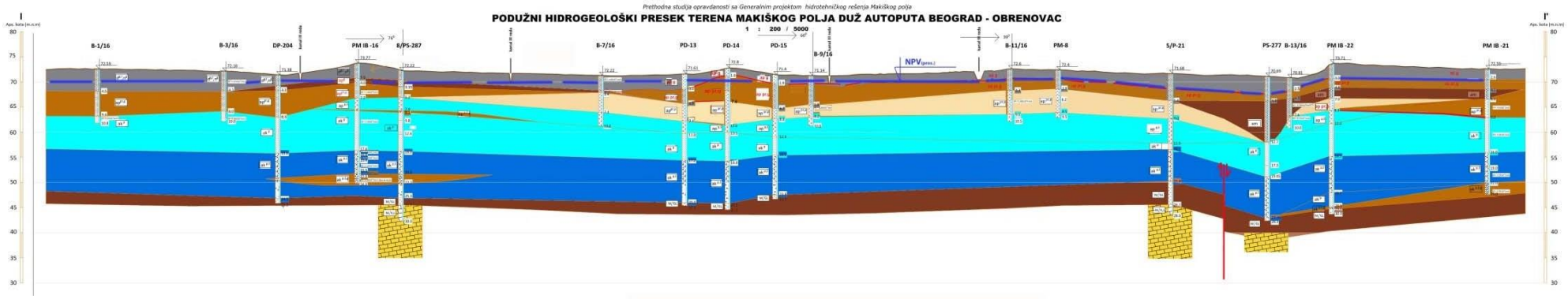
Фреатска издан генерално у оквиру алувијалних (Q1, Q2), пролувијалних и dpr наслага, практично је континуирана у плану на простору већем од 30 $km^2$, а оивичена је на потезу од тока реке Саве на западу до стрмог побрђа на истоку и југоисточним деловима (до апсолутне коте терена 77-80 мнв). Сложена издан у оквиру карбонатних наслага, посматрајући у плану, готово у континуитету се протеже дуж комплекса побрђа од Чукарице, преко Жаркова до Железника и надаље Сремчице, на површини већој од 30 $km^2$ (начелно до леве стрме долинске стране тока Топчидерске реке). На простору техногених наслага у зони Ранжирне станице „Београд“, дефинисана је тзв. „лебдећа издан“ (није посебно издвојена).



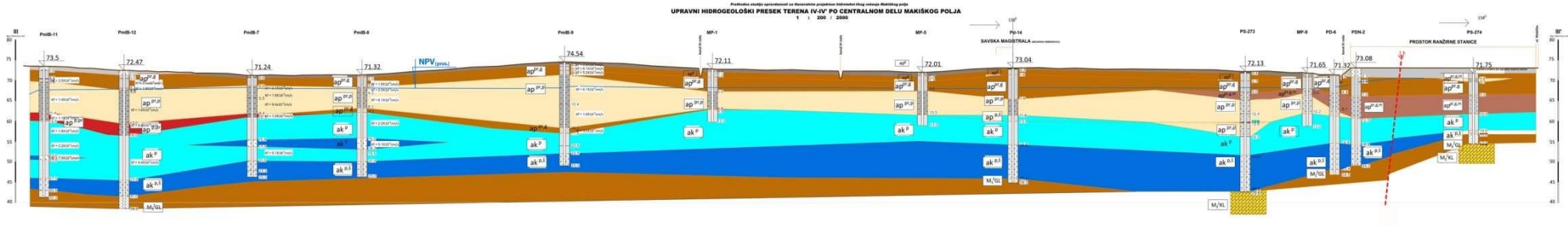

*Слика 2.12 Хидрогеолошка карта Макишког поља*

У вертикалном профилу, може се генерално говорити да је ОВС позиционирана на релативним дубинама од око 8-10 до 20-23 m. Подину, са границом на релативним дубинама од 20-23 m, изграђују водонепропусне партије панонских лапоровитих глина, а само на уском (локализованом - пунктуелном) простору уз шкарпу Ранжирне станице и сарматски кречњаци, на релативним дубинама већим од 20-25 m.

Код издвајања и геометризације надизданских (непропусних до слабије пропусних) средина, детаљно су разматране дебљине, континуалност и просторни положај техногених, хумизираних, алевритских и глиновитих холоценских наслага из фација поводња и старача (appr, g, am). Надаље, на бази прикупљених података различитих извођача и резултата ранијих геолошких, хидрогеолошких и геотехничких истраживања у протеклих 30 година, може се начелно говорити да на релативној дубини од 0,0 до око 8,0 m постоји условно „јединствени“ комплекс. Овај комплекс егзистира у плану готово у континуитету. Мала одступања су аргументована у плану и то постојањем раседних структура ближе хипсометријски вишем залеђу, те због постојања више барско-мочварних уских и издужених крпа са тањим наслагама преталоженог леса, барских седимената и муљева (детаљније издвојени на Хидрогеолошкој карти у просторима напуштених, бивших, највероватније рецентних токова Железничке реке и Саве).




*Слика 2.13 Подужни хидрогеолошки пресек терена дуж западног дела простора обухвата у централном делу Макипшког поља*




*Слика 2.14 Попречни хидрогеолошки пресек терена по средишњем делу простора обухвата у централном делу Макипшког поља*

***II Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,***

Јурски седименти представљени лапорцима, рожнацима, пешчарима, глинцима, ређе кречњацима су јако поремећени, убрани и израседани и често пробијени вулканским стенама жичног типа. Основни тип порозности ових стена је пукотинска порозност која је условила формирање пукотинског типа издани. Пукотине и прслине у њима су често запуњене продуктима распадања глиновитог порекла, што је у значајној мери допринело смањењу укупне порозности стенског комплекса, а самим тим и умањењу водоносност стенског комплекса. Овакве појаве су посебно актуелне за лапорце и глинце.

Обзиром на ограничено распрострањење малу порозност, ове стене нису од већег значаја за формирање режима подземних вода на подручју Макишког поља.

***III Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената***

Најстарије творевине представљају доњокредни, ургонски кречњаци (масивни, банковити, тектонски поломљени и израседани-већим или мањим раседима, издвојени у блокове), који се јављају на ободу Макиша. Они чине подлогу терцијарним наслагама, и у неким зонама су карстификовани до те мере да се у њима вода лако спушта до ерозионог базиса. Постојање кречњака доњокредне старости је лоцирано током израде тунела према Макишу.

Такође овај тип издани се јавља и у оквиру сарматских кречњака. Карстно-пукотинска издан у пукотинским и кавернозним системима сарматских карбоната (у подини квартара, дуж контакта алувијалне заравни и на широком простору у хипсометријски вишем залеђу). Ова издан у оквиру карбонатних наслага, посматрајући у плану, готово у континуитету се протеже дуж комплекса побрђа од Чукарице, преко Жаркова до Железника и надаље Сремчице, на површини већој од 30 $km^2$ (начелно до леве стрме долинске стране тока Топчидерске реке).

Сарматски кречњаци се одликују веома добром порозношћу, карстификовани су и водопропусни. У њима је формирана карстно-пукотинска издан, која, када ови кречњаци налажу на ургонске кречњаке чини јединствену карстну издан ургона и сармата.

За потребе сагледавања режима нивоа подземних вода на ширем простору Макишког поља коришћени су доступни подаци осматрања пијезометарских нивоа за временски пресек 1985-2021. година. Наравно, није на свим објектима постојао континуалан низ за да дати временски пресек. Специфичност овог дела терена кроз који пролази траса метроа свакако је и чињеница да је на овом простору лоциран део изворишта подземних вода које се захватају за потребе јавног водоснабдевања града Београда. Изворište чини, као што је поменуто, низ од 19 бунара са хоризонталним дреновима у приобаљу реке Саве и низ од 16 вертикалних цевастих бунара у залеђу подељених у 2 низа, северни и јужни.

Највећи део осматрачких објеката формираних на подручју Макишког поља изграђен је за потребе ЈКП БВК, затим за потребе праћења успора Дунава након изградње ХЕПС Ђердап I.

Анализом расположивих података осматрања нивоа подземних вода, утврђено је режим подземних вода анализиране издани на ширем подручју Макишког поља је под утицајем промена водостаја реке Саве и под утицајем режима рада водозахватних објеката београдског водовода лоцираних на подручју. У природним условима утицај реке Саве се осећа максимално на удаљењу од 500 до 1000 m од речног тока. Обзиром

да је паралелно обали изграђен низ од 19 бунара са хоризонталним дреновима који својим радом практично умањују утицај Саве, тако да су осцилације пијезометарских нивоа у залеђу бунара поприлично „пригушене". Такође на ово утиче и низ вертикалних цевастих бунара формираних у залеђу Макишког поља.

као последица рада бунарског низа у приобаљу јављају се „пригушене" осцилације на пијезометрима у залеђу. осцилације пијезометарских нивоа у односу на водостај реке Саве значајно „пригушене" али да генерално прате промене водостаја реке. Ово је нарочито уочљиво при високим водостајима, када је регистрован и пораст нивоа подземних вода упркос раду водозахватних објеката изворишта

При нижим водостајима Саве ниво у пијезометрима је између кота 66 и 68 m нЈм и генерално прате промене водостај реке Саве са значајним пригушењем. У периодима високих водостаја осцилације пијезометарских нивоа прате водостај Саве али су ниже 2 до 3 m. Обзиром на дугогодишњу експлоатацију подземних вода као и на дебљину и филтрационе карактеристике повлатног слабо пропусног до непропусног слоја, корелацију између падавина и пијезометарских нивоа није могуће успоставити.

***IV Условно „безводни" делови терена.***

Панонски седименти представљени су глинама и лапорима у чијој повлати су лесни седименти. Подину панонских седимента чине сарматски седименти. Дебљина панонских седимената се креће од 10 m до 40 m. Панонски седименти су практично водонепропусне стене. Вредности коефицијента филтрације крећу се од око $2{,}4 \cdot 10^{-6}$ m/s до $8 \cdot 10^{-7}$m/s (Мусладин и Мићовић, 1971).

Изабрани хидрогеолошки профили ове деонице (деоница Макиш) дати су у Свесци 2 – Графички прилози као прилози број 4.1.2.1. и 4.1.2.3.

Филтрационе карактеристике

Базирајући се пре свега на резултатима истражног бушења пијезометарских бушотина из 1992. (Институт „J. Черни"), затим раније изведених пијезометарских бушотина у периоду 1985-1989. (БВК), истражно-структурних бушотина у широј зони Ранжирне станице Београд у Макишу (ЦИП, 1992-1997.), као и последњих истражних бушења дуж трасе Савске магистрале (Tilex д.о.о, 2016.), затим резултатима анализа гранулометријског састава, трасерских опита код анализа транспорта загађења и др, до дубине од сса. 25,0 m, на ширем простору обухвата, са аспекта дефинисања филтрационих параметара, може се констатовати генерално постојање четири карактеристичне средине:

Техногене наслаге у зони Ранжирне станице „Београд" и на прибрежним деловима, изграђене од рефулираног песка са најзаступљенијим средњезрним фракцијама (> 60%), са величинама зрна 0,2-1,0 mm и песковитог и ситнозрног шљунка (10-20%), са вредностима коефицијената филтрације реда $10^{-2}$ cm/s и порозности која износи 10-15%. У овом добро пропусном комплексу формирана је тзв. „лебдећа" издан (фреатска издан збијеног типа са слободним нивоом), чија хидрауличка веза са основним изданским комплексом, посебно у зони Ранжирне станице, још увек није прецизније истражена.

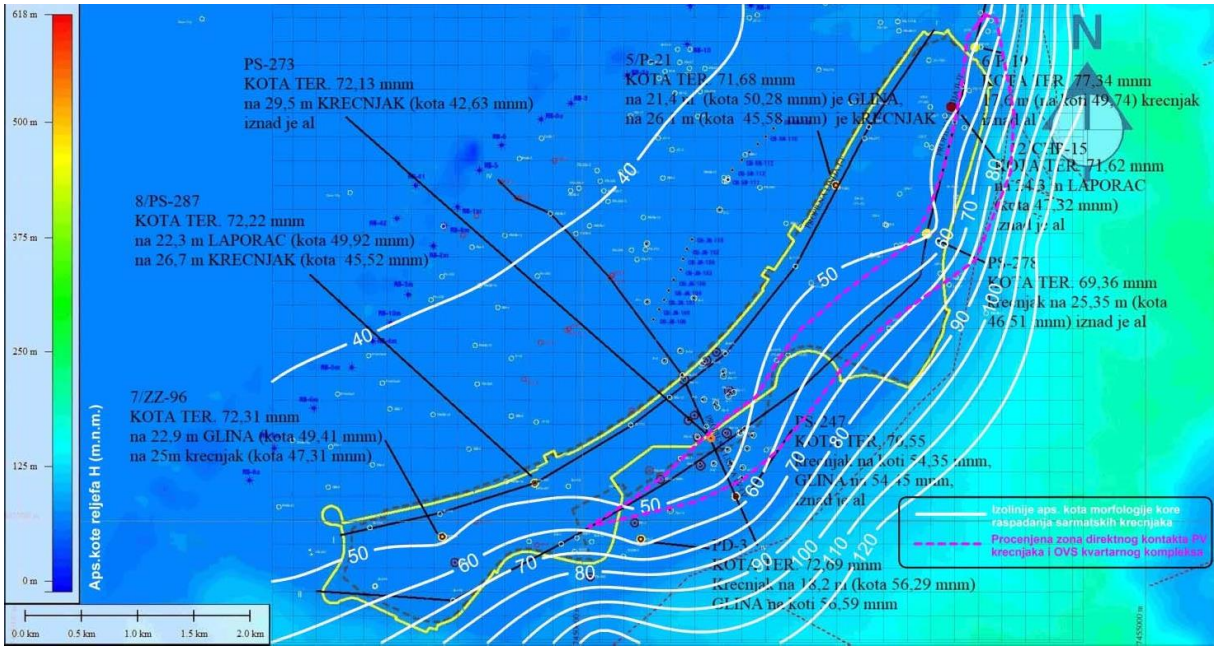
Површински и приповршински комплекс, кога изграђују хумус, хумифициране глине и тврде масне глине, прашине и алеврити на дубинама од 0,0 до 3,5 m, са вредностима коефицијената филтрације реда $10^{-8}$ cm/s. Затим комплекс прашина, глиновитих прашина и муљева, са бројним прослојцима ситнозрних пескова, светло жуте до смеђе боје, на дубинама од 2,5 до око 10,0 m просечно, са вредностима коефицијената

филтрације реда $10^{-7}$ до $10^{-6}$ cm/s (на основу анализе гранулометријског састава), док на основу Дарсијевих опита у лабораторијским условима вредност коефицијента филтрације износи реда $10^{-4}$ cm/s, може се сматрати условно слабопропусним коплексом.

Комплекс пескова и шљунковитих пескова - издански комплекс – зона ОВС, кога изграђују пескови различите гранулације, сиве до сиво-плаве боје, добропроусни песковити шљункови и у базалном делу шљункови цементовани, заглињени и везани у форми конгломерата, са вредностима коефицијената филтрације реда $10^{-3}$ до $10^{-1}$ cm/s, добро водопропусна средина.

Подински комплекс, који изграђују неогене плаве лапоровите глине, тврде, масне, са вредностима коефицијената филтрације реда $10^{-7}$ cm/s, условно непропусна средина.

У складу са идентификованим вредностима филтрационих параметара, може се говорити о постојању моћне изданске средине на релативним дубинама од 10 до 25 m. Начелно, у истраживачким процесима до данас иста је третирана као „основна водоносна средина“ и подземне воде исте каптиране преко система цевастих и Рени бунара као најстарији сегмент Београдског изворишта. Разматрајући овај комплекс у вертикалном профилу, вредност коефицијента филтрације расте са дубином, где у базалном делу практично егзистира најпропуснији део издани, и у којој је позициониран највећи број утиснутих хоризонталних дренова на Рени бунарима БВК. Потребно је нагласити да подину ОВС на највећем делу Макишког поља изграђују седименти панонских глина чије вредности коефицијената филтрације индикују водонепропусну средину. Само локално, шљункови и песковити шљункови леже директно на основно стенско горје (сарамтске трошне и распаднуте кречњаке), те се на овим пунктовима може сматрати да постоји само пунктуелна (или локална) директна хидрауличка веза субартеске издани у кречњацима и ОВС. За ове потребе на више од 30 раније изведених истражних и сондажних бушотина (позиционираних између Савске магистрале и Ранжирне станице), спроведена је детаљна анализа појединачних вертикалних литолошко техничких профила бушотина, и издвојене позиције напред наведених локација. На основу ове анализе за фазу припреме за реализацију хидродинамичких моделских анализа реализована је карта морфологије залегања кречњачког стенског горја.




*Слика 2.15 Карта изолинија апс. кота морфологије подинског кречњачког горја са издвојеном зоном потенцијалног директног контакта вода ОВС и сарматских кречњака*

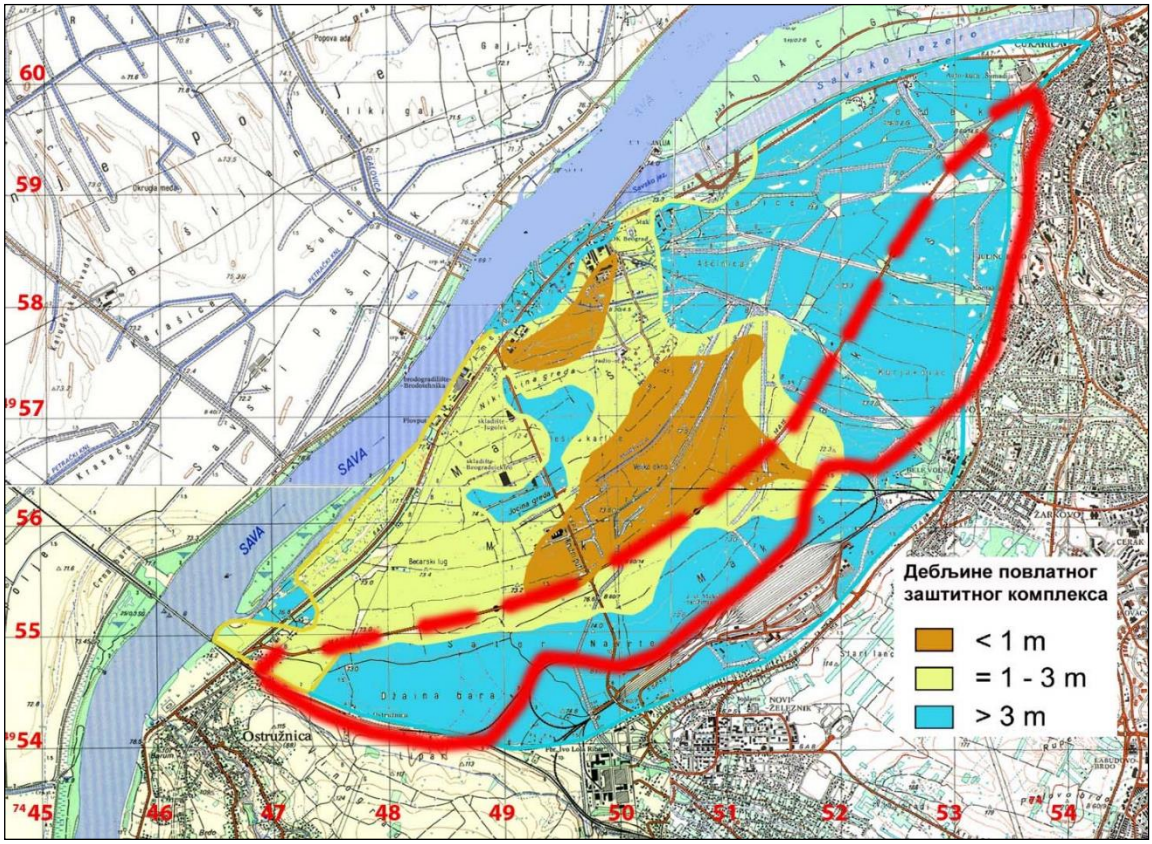
Анализа повлатног комплекса са аспекта урбанизације и изградње

За потребе дефинисања дебљине повлатних слабопропусних седимената, са аспекта заштите водоносних серија, Институт Јарослав Черни је израдио хидрогеолошки модел који се унеколико разликовао од модела изворишта за потребе израде подлога хидродинамичким моделима. Овај модел је критички анализиран на тај начин да су сви прашинасти седименти који у себи садрже песковите фракције више од 40% сврставани у пропусне седименте. На овај начин је реалније приказана дебљина повлатних седимената на истражном подручју, предоминантно са аспекта заштите основне водоносне средине. Овако добијени модел је у итеративним поступцима коригован и као резултат добијена је карта дебљине повлатних седимената приказане на наредној слици.

Полупропусни седименти (глине, муљеви, прашине) су посматрани интегрално у оквиру једног комплекса (повлатног) и тако су на овој карти и приказани збирно.

Може се констатовати да је дебљина повлате у деснообалском појасу уз Саву у највећој мери дебљине 1-3 m има распрострањење на целом потезу од рени бунара РБ-7м до РБ-10, с тим што је дебљина мања од 1,0 m на локацијама бунара РБ-4м, РБ-10м, РБ-3м и РБ-10, те у централном делу Макишког поља. У домену границе обухвата, дебљина повлате је готово свуда већа од 3,0 m. Анализом кривих гранулометријског састава повлатних седимената јасно су издвојена два пакета полупропусних седимената и то: седименти који имају доминатно прашинасти састав (алевритични), седименти који имају доминатно глиновити састав.

Најчешће су ова два пакета једноставно наслоњени један на други. Глиновити је млађи и налази се на површини терена.

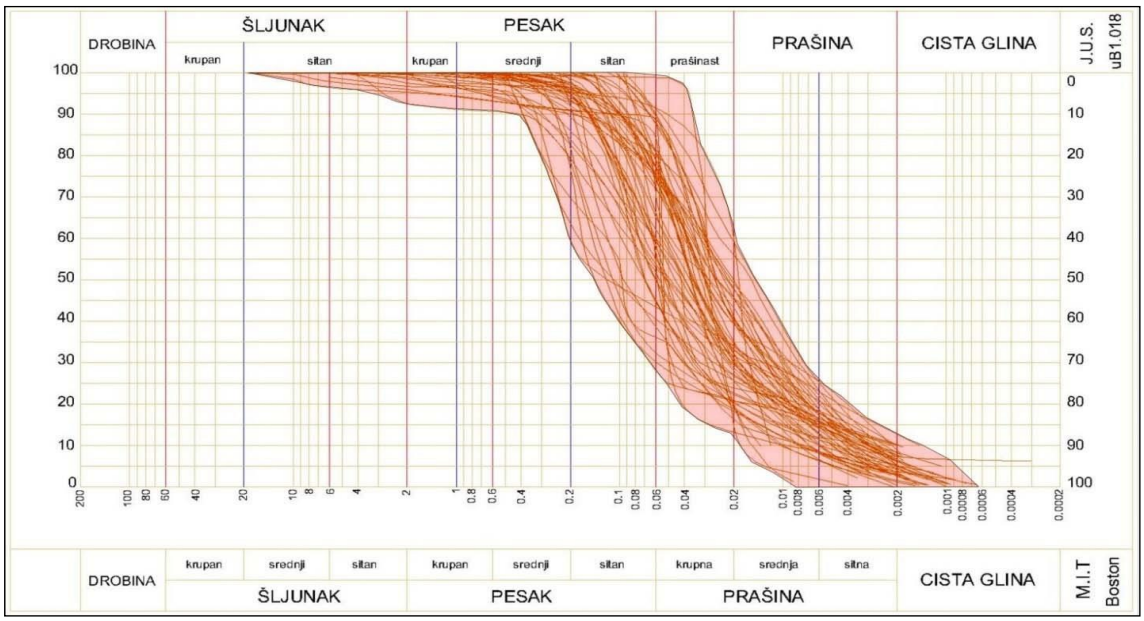



*Слика 2.16 Карта зона дебљине површинског и приповршинског комплекса у широј зони Макишког поља*

Доњи пакети су по генези најчешће продукти фације поводња (локално само и корита) у моделу уплетене реке када је речна долина релативно права, широка, плитка и презасићена материјалом. При дуготрајно ниским и средњим водама и каналима се преноси углавном ситнозрнији материјал (прашинаст до фино-песковит). Ослањајући се на структурне и текстурне особине седимената тзв. уплетених река, за финозрне кластите, могу се разликовати групе алевритске и муљевите литофације. Ови седименти су увек старији, а налазе се на површини терена само у условима ако су млађи седименти еродовани или преталожени.

Горњи пакети полупропусних седимената су продукти депоновања у алувијалној равници Саве у речном кориту меандрирајуће или реке која је измештала своје корито, као и у мртвајама. Остали део долине запоседају различити други акумулативни и облици ерозионих процеса овог подсистема: аде, меандарски прудови, издужене стараче, напуштена корита притока Саве и др.

Анализом дијаграма гранулометријског састава издвојено је постојање две доминатне групе слабопропусних седимената. Прву групу представљају претежно прашинасти седименти који су старији и припадају или седиментима који су депоновани у моделу уплетене реке или у моделу меандарске реке у зони меандарских прудова. Карактеристичне криве граунлометријског састава ових седимената дате су збирно на наредној слици.




*Слика 2.17 Карактеристичне криве гранулометријског састава полупропусних прашинастих седимената у повлатном слоју*

Као што се види са слике, узорци су груписани како према вредностима тако и према трендовима облика кривих. Из овако груписаних криви добијене су карактеристичне вредности ових седимената са d10 (величина зрна 10% учесталости у механичком саставу) које се крећу у интервалу од 0,0015 mm до 0,026 mm, са средњом вредношћу од 0,0072 mm. За све поменуте узорке добијено је да се d60 (величина зрна 60% учесталости у механичком саставу) креће од 0,013 mm до 0,15 mm и средњом вредношћу од 0,047 mm. Рачунски добијена вредност коефицијента филтрације емпиријском формулом Хазена креће се у дијапазону од $K=1{,}20\cdot10^{-6}$–$1{,}24\cdot10^{-5}$ cm/s, са средњом вредношћу од $K=5{,}43\cdot10^{-6}$ cm/s.

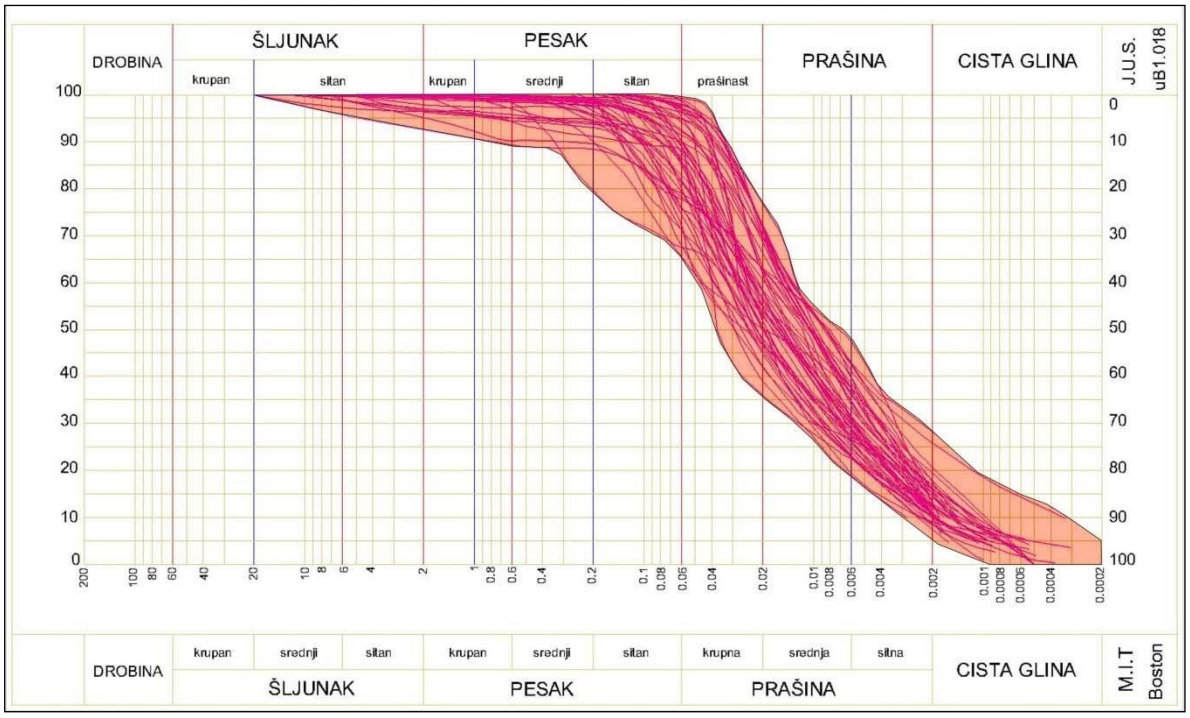
По својим механичким и филтрационим особинама ови седименти представљају генерално слабу заштиту са површине терена и могу се сматрати условно „успоривачем“ загађења, а не и баријеру потенцијалним флуидним полутантима са површине терена. Наравно, све ово зависи и од типа загађивача, али и минералошког састава глиновите фракције. С обзиром на чињеницу да сама глина садржи сложени хемијски састав и да се састоји од ситних честица алумосиликата као и хумуса и органске материје за више фазе пројектовања овоме се може посветити одговарајућа пажња.

Другу групу седимената који су издвојени на основу механичког састава чине претежно глиновити седименти. На наредној слици приказани су дијаграми гранулометријског састава анализираних узорака претежно глиновитих седимената.

За потребе ове анализе, обрађивачима су биле доступне криве гранулометријског састава са 50 узорака доминатно глиновитих и прашинасто глиновитих седимената у повлатном слоју. Као што се види са слике, узорци су груписани како према вредностима тако и према трендовима облика кривих. Из овако груписаних кривих добијене су карактеристичне вредности ових седимената са d10 (величина зрна 10% учесталости у механичком саставу) које се креће у интервалу од 0,00094 mm до 0,003 mm, са средњом вредношћу 0,00193 mm. За све поменуте узорке добијено је да се

d60 (величина зрна 60% учесталости у механичком саставу) креће од 0,013 mm до 0,07 mm и средњом вредношћу од 0,0295 mm.

Рачунски добијена вредност коефицијента филтрације емпиријском формулом Хазена креће се у дијапазону од $K=1{,}0\cdot10^{-8}$–$9{,}0\cdot10^{-6}$ cm/s са средњом вредношћу за све анализиране узорке од $K=3{,}0\cdot10^{-6}$ cm/s.




*Слика 2.18 Карактеристичне криве гранулометријског састава полупропусних глиновитих седимената у повлатном слоју*

По својим механичким и филтрационим особинама ови седименти представљају релативно добру заштиту са површине терена и могу се сматрати полупропусном баријером инфилтрацији површинских вода или потенцијалним загађивачима са површине терена. Пречишћавајући потенцијал ових седимената зависи наравно и од минералошког састава глина. На неколико узорака са различитих локација изведена су рендгенска испитивања финозрних седимената (алевритских и глиновитих), те је констатовано да у слојевитим силикатима (минерали глина) највећи садржај имају смектит, интерстратификација илит- смектит, илит, каолинит и хлорит. Минерали глина су ниског кристалинитета, али имају способност везивања и ослобађања различитих катјона (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn) и органских супстанци. У овим седиментима могуће је и присуство и минерала као што су сулфиди. Микс ових минерала констатован је у свим узорцима и није уочена зоналност, што је везано саму генезу ових седимената и процесе исталожавања финозрних седимената на ширем простору у фацији поводња. Посматрајући укупан узорак глиновите компоненте чине од 10% до 20% укупног узорка, алевриткске компоненте чине 20%-40% у укупном узорку, а остатак су прашинасти пескови.

***Деоница Баново брдо***

У оквиру секције Баново брдо траса метроа је подземна, са тунелским ископом. Осим трасе, на секцији Баново брдо планиране су три метро станице (Трговачка, Пожешка и Пијаца Баново брдо) и два шахта (Требевићка и Стара шећерана).

*Геолошке карактеристике*

На истражном подручју, преко преко основне стенске масе коју изграђују седименти мезозојске старости исталожени су седименти терцијарне и квартарне старости. Геолошка грађа терена је релативно сложена. Према вертикалном геолошком пресеку може се поделити на три јединице које имају своје посебне карактеристике:

- **Структуре Мезозоика**- делови распарчане мезозојске греде, северног дела Шумадије, која чини подлогу, односно палеорељеф другом структурном спрату, насталом у посткредним неогеним басенима. На подручју секције „Бановог брдо“ мезозојски седименти представљени су доњојурским и кредним творевинама, кластичног и карбонатног састава. Мезозојски седименти одликују се дисјунктивном и пликативном тектоником. Генерални правац пружања им је ССЗ - ЈЈИ.
- **Неогене структуре** - преко различитих геолошких формација мезозојске греде леже творевине другог структурног спрата чија се геологија битно разликује од настанка подлоге, а састоји се од **неогених творевина**. На подручју секције „Бановог брдо“, испод релативно тањих квартарних делувијалних творевина, најзаступљенији су **сарматски кречњачко - пешчарски седименти**. Кречњаци су органогени и песковити, а пешчари карбонатни и ситнозрни са слабим везивом, па се претварају у песковиту распадину.
- **Квартарне наслаге** - на подручју секције „Бановог брдо“, покривена је површина терена. На основу података добијених истражним бушотинама и фотогеолошком обрадом терена констатовано је присуство наслага алувијалног, делувијалног и пролувијалног, и техногеног порекла.

*Хидролошке карактеристике*

Посматрано у целини деоница 2 одликује се зоном карстификованих кречњака која је релативно богата водом и зоном кредних седимената која је сиромашна водом или безводна.

Генерално, на овој деоници могу издвојити следећи типови издани:

I Збијени тип издани:

а) са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената,

б) мале издашности у оквиру седимената квартарне старости,

II Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,

III Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,

IV Условно „безводни“ делови терена.

Документациона хидрогеолошка карта са локацијама истражних радова – деоница 3 (Деоница Баново брдо) дата је у Свесци 2 – Графички прилози као прилог број 4.2.1.

### *I Збијени тип издан*

#### *а) са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената*

Макишко поље:

Почетак деоница Баново брдо полази налази се у Макишком пољу, односно почиње од станице Беле воде.

Велике количине површинских и подземних вода које долазе са обода, из сарматских кречњака, или се сливају са сабирних површина која гравитира према овој издани, инфилтрирају се у алувијалне и делувијалне наслаге на ободу Макиша у зони храњења и прихрањују издан.

Најинтензивније прихрањивање издани је свакако водом из Саве. У периоду високих водостаја у кориту реке се ствара повећани притисак, услед чега, у зонама где је остварена директна хидрауличка веза, корито Саве – издан, долази до интензивне инфилтрације воде из Саве у изданску зону. Ниво издани у Макишу се подподиже и благо је нагнут од обале према ободу. У том периоду попуњавају се резерве подземних вода које су утрошене експлоатацијом.

Река Сава делује као гранични регулатор прилива и одлива подземних вода. Река Саве одваја макишку од земунско-посавске издани и чини гранични услов макишке издани.

На основу дугогодишњег мониторинга режима нивоа подземних вода, на ”одбрани” простора од утицаја високих водостаја Саве (под утицајем успора, и повремених појава екстремних протицаја), без обзира на функцију рада система Рени бунара БВК, може се говорити да река Сава има готово искључиву и директну улогу у стварању и одржавању пијезометарске слике основне водоносне средине.

Савски алувијон:

Траса метроа након проласка кроз седименте Бановог брда улази у алувијалне седименте реке Саве код Старе шећеране. Овај део савског алувијона према подели припада подземним водама Аде Циганлије. Квартарни седименти су идентични на левој и десној обали Саве. Дебилна седимената варира од 28 – 32 m. У вертикалном профилу долази до повећања крупноће зрна са повећањем дубине. Седименти шљункова су везани за дубље делове издани, пескови су у повлати шљункова, прво крупнозрни и средњезрни, да би у горњем делу слоја прешли у финозрне и прашинасте, а затим у глиновите.

У овим седиментима је формирана издан са слободним до субартеским нивоом.

Прихрањивање издани је дотицајем из залеђа, са хипсометријски виших тачака, као и приливом воде из реке Саве. Река Сава је своје корито дубоко усекла у ове седименте и тиме остварује добру хидрауличку везу са издани. Падавине, такође, имају утицај на прихрањивање ове издани. Дренирање издани врши се подземним отицајем ка реци Сави у периоду ниских вода, као и вештачким путем водозахвата: рени бунара и бунара за јавно водоснабдевање града Београда.

#### *б) збијени тип издани мале издашности у оквиру седимената квартарне старости*

Овај тип издани формиран је на површини терена Бановог брда и одликује га релативно мала издашност. То су седименти формирани дејством човека (насипи, ископи за постављање водоводних и канализационих цеви), као и у оквиру делувијално-пролувијалних седимената.

У површинским зонама глине су распаднуте и у њима се у току године, у јако сушним периодима формирају пукотине знатних димензија – земља испуца, тако да пукотине ширине преко 10 cm могу да се спусте преко неколико метара у дубину. Површинске воде, атмосферски талог, при таквим условима се брзо инфилтрира у дубину. При том се глина раскваси, набубри и капацитет пукотина се смањи. У оваквим условима се формира слаба издан.

Вештачко прихрањивање ове издани могуће је из система водоводних и канализационих цеви, сталним процуривањима или приликом хаварија. Негативан аспект за прихрањивања ове издани је урбанизација, тј. бетонирање и асфалтирање великих површина, одвођење падавина атмосферском канализацијом. Мале парковске површине и зеленилом утичу да је смањена природна инфилтрација падавина у урбаним зонама града.

Ниво подземне воде прати топографију терена.

Ова издан је ограниченог распрострањења и нема велики потенцијал

### *II Пукотински тип издани*

Овај тип издани формиран је у оквиру чврстих стенских маса. Ова издан несумњиво има највеће распрострањење. Развијена је у стенама јуре, доње креде (отрив-барем, апт, алб) и у флишним седиментима доње креде. Ову издан карактерише пукотински тип порозности који је развијен у овим седиментима и стенама са безброј пукотина и прслина праћених раседима и раседним зонама. Ова порозност није велика, али и поред тога омогућава формирање већих или мањих акумулација подземних вода. У зависности од величине порозности при осталим сталним условима у њеним појединим деловима могу да се очекују мање или веће количине подземних вода. Изразита рашчлањеност рељефа несумњиво условљава да површина распрострањења ове издани буде врло неправилна, јако разуђена, вероватно у појединим деловима и прекинута.

Из ове издани хране се чести извори, али не и велике издашности. Редак је случај да њихова издашност буде преко 0,1 l/s. Ниво ове издани се налази на знатној дубини.

Ниво издани се колеба у току године што је и разумљиво и зависи директно од атмосферских падавина, тако да се у току године налази на различитим висинама. Амплитуде колебања су: знатне и зато су и разлике доста велике нарочито између пролећног максимума и јесењег минимума. На основу прикупљених података о томе амплитуда колебања обично износи 2-3 m, али су могуће и веће амплитуде.

Ниво подземних вода на пијезометрима Bps-15 и Bps-17 су на 4,5 – 9,0 m дубине, тј око коте 116,2 – 120,7 мнм на пијезометру Bps-15, и око коте 126,5 мнм на пијезометру Bps-17. На графичким прилозима одабраних профила се могу уочити нивои подземних вода у изведеним пијезометрима.

Изабрани хидрогеолошки профили ове деонице (деоница Баново брдо) дати су у Свесци 2 – Графички прилози као прилози број: 4.2.2.1. и 4.2.2.4.

Правци кретања подземних вода условљени су рељефом. Истицање подземних вода оријентисао је ка локалном ерозионом базису, а у зони сарматских кречњака постоји могућност претакања издани из / у карстну издан.

### *III Карстни тип издани*

Овај тип издани формиран је у оквиру кречњачких седимената. Ова издан има ограничено распрострањење у оквиру овог рејона. Развијена је у оквиру горњојурских кречњака, у ургонским кречњацима доње креде и у сарматским кречњацима.

На постојање ове издани упућује појава веома ретких, али по издашности значајних извора у овом рејону. Извори који се јављају у оквиру овог типа издани одликују се веома променљивом издашношћу у току године, али ипак њихова издашност у минимуму ретко прелази 0,5 l/s.

Прихрањивање издани је инфилтрацијом падавина, бочним дотицајем из других издани у правцу ерозионог базиса.

Дренирање издани се врши преко извора, малог броја бунара и отицајем ка ерозионом базису, ка реци Сави.

Пијезометар Bps-20 (метро станица „Пијаца Баново Брдо"), ниво подземних вода се креће у интервалу апсолутних кота 97,88 до 98,62 мнм. У зони око бушотина Bps-20, Bs-19, Bs-21, се очекује већа порозност.

Сарматски кречњаци су у директном контакту са алувијалним седиментима Макишког поља. Кроз каверне и пукотине кречњаке долази до прилива воде из виших делова терена у алувијалну издан Макиша.

### *IV Условно „безводни" делови терена*

Условно "безводни" делови терена чине седименти у оквиру којих није могуће захватање подземних вода. Ови седименти чине баријеру у кретању подземних вода. Овом типу терена припадају глине, лапорци који нису испуцали, као и компактне стенске масе, које се налазе у дубљим деловима, испод зоне испуцалости или карстификација.

Анализа хидрогеолошких карактеристика терена са аспекта изградње метроа

Генерално гледано, терен у зони ове деонице има сложен карактер. У току извођења тунела на предметној деоници, у већем делу могу се очекивати мање количине вода, и то на микролокацијама већих пукотина или раседних зона. Значајније количине подземних вода, које се могу јавити приликом извођења радова, подразумевају појаве подземних вода у виду влажења, капања и местимично процуривања. Учесталије појаве вода у контуру ископа могле би се очекивати у поменутој широј зони око метро станице „Парк Баново Брдо", односно интервал где траса пролази кроз сарматске кречњаке и у оквиру зоне алувиона Топчидерске реке (метро станица „Ада Циганлија"). Неопходно је у наредној фази рада и формирању модела струјања подземних вода сагледати све могуће утицаје и дефинисати количине воде на подручју од интереса, као и дотицаје из правца залеђа.

#### *Деоница Савски алувион*

У оквиру секције Савски алувион траса метроа је подземна, са тунелским ископом. Осим трасе, на секцији Савски алувион планиране су четири метро станице (Ада Циганлија, Сајам, Мостар и Савски трг) и три окна (Мост на Ади, Сајам, Савски).

*Геолошке карактеристике*

У овом истражно подручју, преко основне стенске масе коју изграђују седименти терцијарне и мезозојске старости исталожени су седименти квартарне старости.

Геолошка грађа терена је релативно сложена. То је превасходно последица сложених услова седиментације и интензивних тектонских покрета.

Према вертикалном геолошком пресеку, терен се може поделити на три јединице које имају своје посебне карактеристике:

- раскомадана **мезозојска** греда северног дела Шумадије, која чини подлогу, односно палеорељеф другом структурном спрату, насталом у посткредним неогеним басенима. На простору Савског алувиона заступљени су **лапоровито-глиновити седименти горње креде ($K_2^3$Lc,Gl) и седименти доње креде развијени у неколико фација ($К_1^{3,4}$Kr, $К1^{3,4}$Kg,Pš, $К_1^{3,4}$Lk,Lc).**
- преко различитих геолошких формација мезозојске греде леже творевине другог структурног спрата чија се геологија битно разликује од настанка подлоге а састоји се од неогених творевина Панона и Сармата. На простору Савског алувиона, испод релативно дебелог квартарног алувијалног наноса, најзаступљенији су **сарматски кречњачки седименти ($M_3^1$K)**. Мање распрострањење имају и **сарматски кречњачко-лапоровити седименти ($M_3^1$KL)**, као и **панонске лапоровите глине и лапори ($M_3^2$LG,L)**.
- наталожене творевине **квартара** су најраспрострањеније на територији Београда и поред тога што њихова количина није тако изразита у односу на остале геолошке формације. Њихово присуство у постојећим геоморфолошким условима довело је до изузетне покривености терена уз ограничено распрострањење по дубини. На тај начин добрим делом су замаскиране геолошке карактеристике творевина првог и другог структурног спрата. Квартарне творевине на ширем простору Београда установљене су како у равничарским деловима тако и на побрђу, те је њима покривена површина разматраног терена. На основу података добијених истражним бушотинама и фотогеолошком обрадом терена констатовано је присуство наслага еоплеистоценске, плеистоценске и холоценске старости. То су наслаге алувијално-језерског, алувијално-барског, алувијалног, делувијалног, пролувијалног и еолског порекла.

На простору Савског алувиона најзаступљенији су флувијални седименти представљени следећим генетским врстама:

- **Алувијално-пролувијални седименти Саве и Топчидерске реке ($Q_2$apr)**, су представљени прашинастим глинама и песковима, велике су дебљине (и преко 20м), имају локално распрострањење на делу ушћа Топчидерске реке у Саву.
- **Седименти фације поводња ($Q_2$ap)** су представљени прашинасто - песковитим глинама и прашинастим песковима, дебљине до око 5,0 m, који леже у повлатном делу фације корита на целом простору алувијалних седимената
- **Седименти фације корита ($Q_2$ak)** су представљени песковима, прашинастим, заглињеним песковима и слабо заглињеним шљунковима у подини, дебљине преко 10 m. Ова песковито – шљунковита средина лежи преко терцијарних наслага или мезозојских седимената

*Хидрогеолошке карактеристике*

У оквиру деонице 3: Савски алувион, могу се издвојити следеће издани:

I Збијени тип издани:

а) веће издашности са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената,

б) мале издашности у оквиру седимената квартарне старости,

II Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,

III Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,

IV Условно „безводни“ делови терена.

Документациона хидрогеолошка карта са локацијама истражних радова – деоница 4 (Деоница Савски алувион) дата је у Свесци 2 – Графички прилози као прилог број 4.3.1.

***Збијени тип издан***

***а) са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената***

На овом делу су на површини терена развијени квартарни седименти, који су прекривени насутим слојем. Дебљина седимената варира од 28 – 32 m. У вертикалном профилу долази до повећања крупноће зрна са повећањем дубине. Седименти шљункова су везани за дубље делове издани, пескови су у повлати шљункова, прво крупнозрни и средњезрни, да би у горњем делу слоја прешли у финозрне и прашинасте, а затим у глиновите.

У овим седиментима је формирана издан са слободним до субартеским нивоом.

Прихрањивање издани је дотицајем из залеђа, са хипсометријски виших тачака, као и приливом воде из реке Саве. Река Сава је своје корито дубоко усекла у плиће холоценске седименте и тиме остварује хидрауличку везу са издани, али не директну, већ индиректну. Падавине, такође, имају утицај на прихрањивање ове издани. Дренирање издани врши се подземним отицајем ка реци Сави у периоду ниских вода, као и вештачки путем водозахвата: рени бунара и бунара за јавно водоснабдевање града Београда.

Ниво подземне воде у алувијалним седиментима код хиподрома се креће око коте 73,5 – 76,5 мнм (Bh-1 и Bh-3=, док је зони Савског трга, код старе железничке станице у интервалу од 68 – 70 мнм (Bps-5).

На графичким прилозима одабраних профила се могу уочити нивои подземних вода у изведеним пијезометрима.

Изабрани хидрогеолошки профили ове деонице (деоница Савски алувион) дати су у Свесци 2 – Графички прилози као прилози број: 4.3.2.1. и 4.3.2.4.

***б) збијени тип издани мале издашности у оквиру седимената квартарне старости***

Овај тип издани формиран је на површини терена и одликује га релативно мала издашност. То седименти формирани дејством човека (насипи, ископи за постављање водоводних и канализационих цеви), као и у оквиру делувијално-пролувијалних седимената.

У површинским зонама глине су распаднуте и у њима се у току године, у јако сушним периодима формирају пукотине знатних димензија – земља испуца, тако да пукотине ширине преко 10 cm могу да се спусте преко неколико метара у дубину. Површинске воде, атмосферски талог, при таквим условима се брзо инфилтрира у дубину. При том

се глина раскваси, набубри и капацитет пукотина се смањи. У оваквим условима се формира слаба издан.

Вештачко прихрањивање ове издани могуће је из система водоводних и канализационих цеви, сталним процуривањима или приликом хаварија. Негативан аспект за прихрањивања ове издани је урбанизација, тј. бетонирање и асфалтирање великих површина, одвођење падавина атмосферском канализацијом. Мале парковске површине и зеленилом утичу да је смањена природна инфилтрација падавина у урбаним зонама града.

Ниво подземне воде прати топографију терена. Ова издан је ограниченог распрострањења и нема потенцијал.

### *V Пукотински тип издани*

Ова издан има ограничено распрострањење. Развијена је у стенама доње креде (отрив-барем, апт, алб). Ову издан карактерише пукотински тип порозности који је развијен у овим седиментима и стенама са безброј пукотина и прслина праћених раседима и раседним зонама. Ова порозност није велика, али и поред тога омогућава формирање већих или мањих акумулација подземних вода. У зависности од величине порозности при осталим сталним условима у њеним појединим деловима могу да се очекују мање или веће количине подземних вода. Изразита рашчлањеност рељефа несумњиво условљава да површина распрострањења ове издани буде врло неправилна, јако разуђена, вероватно у појединим деловима и прекинута.

Из ове издани хране се чести извори, али не и велике издашности. Редак је случај да њихова издашност буде преко 0,1 l/s. Ниво ове издани се налази на знатној дубини.

Ниво издани се колеба у току године што је и разумљиво и зависи директно од атмосферских падавина, тако да се у току године налази на различитим висинама. Амплитуде колебања су: знатне и зато су и разлике доста велике нарочито између пролећног максимума и јесењег минимума. На основу прикупљених података о томе амплитуда колебања обично износи од 2 -3 m, али су могуће и веће амплитуде.

Ниво подземних вода на пијезометру Bps-22 су у интервалу 5,3 – 6,1 m дубине, тј око коте 71,7 –72,5 мнм.

Правци кретања подземних вода условљени су рељефом. Истицање подземних вода оријентисао је ка локалном ерозионом базису, а у зони сарматских кречњака постоји могућност претакања издани из / у карстну издан.

### *VI Карстни тип издани*

Ова издан има доминантно распрострањење у оквиру овог рејона. Карстни тип издани је развијен у оквиру сарматских кречњака и ургонских кречњака.

**Сарматски кречњаци** су развијени у скоро целом делу секције 3, у подини квартарних седимената. Сарматски кречњаци су по генези врло трошни, песковити, испуцали и карстификовани. Хорст изграђен од кредних седимената код Мостара дели сарматске седименте на два дела. Дебљина сарматских кречњака је од 7 до преко 20 m (Bt-47). Подину сарматских кречњака чине кредни седименти које изграђују делом кречњаци, а делом лапорци, глинци, пешчари и конгломерати.

Прихрањивање издани је инфилтрацијом падавина на подручју где су ови седименти излазе на површину терена: подручје Калемегдана и Ташмајдана; директним приливом воде из реке Саве, у зони где су ови седименти без повлате; као и бочним дотицајем из алувијалних седимената Саве на десној обали.

Дренирање издани се врши отицајем ка ерозионом базису, ка реци Сави. У зависности од хидролошког доба године и нивоа воде у реци Сави доминира прихрањивање или дренирање карстне издани. Одређени број бунара у зони ушћа реке Саве у Дунав, а који се користе за јавно снабдевање града Београда захватају подземне воде из ове издани и врше интензивно вештачко дренирање издани.

Ниво подземних вода у оквиру ове издани прати се на пијезометру Bps-26 у зони Сајма (ниво 66,7 – 67,4 мнм), Моста Газела Bps-30 (ниво 64,8-65,7 мнм) и Bps-35/1, на Савском тргу где се ниво креће око коте 64-65 мнм, тј. на дубини од 11-12 m.

**Карстни тип издани у оквиру ургонских кречњака** се разликује од издани формиране у сарматским кречњацима због генезе. Карстни тип издани у ургонским кречњацима је повезан пукотинама и са карстном ерозијом гради сложени тип издани.

Прихрањивање ове издани је сложено и у удаљеним зонама где ови седименти су на површини терена, као и бочним дотицајем из других издани. Дренирање издани је ка ерозионом базису, бочним отицајем у друге издани са нижим нивоом. Ниједан пијезометар на овом делу трасе не каптира ову издан.

***VII Условно „безводни“ делови терена***

Условно „безводни“ делови терена чине седименти у оквиру којих није могуће захватање подземних вода. Ови седименти чине баријеру у кретању подземних вода. Овом типу терена припадају глине, лапорци који нису испуцали, као и компактне стенске масе, које се налазе у дубљим деловима, испод зоне испуцалости или карстификација.

Анализа хидрогеолошких карактеристика терена са аспекта изградње метроа

Генерално гледано, терен у зони ове деонице има сложен карактер.

У току извођења предметне деонице тунела могу се очекивати значајне количине вода, нарочито у зонама са карстним типом издани (сарматски и ургонски кречњаци), које су дефинисане као стално влажне зоне. Учесталије и веће појаве вода у контуру ископа могле би се очекивати и у зони око метро

станице „Савски Трг”. Деоница 4 представља можда и најинтересантнији део трасе, са аспекта моделирања и процене количина воде и биланса вода на подручју, како у условима без изградње, тако и у условима са изградњом Београдског метроа. Посебна пажња мора бити и код моделирања током ископа метро станица, нарочито када је реч о метро станици „Савски Трг”.

***Деоница Центар***

У оквиру деонице Центар, траса метроа се гради подземно. На овој деоници планиране су две метро станице (Трг републике и Скадарлија) и једно окно (Луке Човића).

*Геолошке карактеристике*

Истражни простор је изграђен од седимената различитог састава и старости. Геолошка грађа терена је релативно сложена. То је превасходно последица сложених услова седиментације и интензивних тектонских покрета.

Према вертикалном геолошком пресеку, терен се може поделити на три јединице које имају своје посебне карактеристике:

- **Креда:** седимент кредне периоде у датом делу терена набушени су само у једној бушотини Bt-56, изведеној испред зграде Економског факултета у Личкој

улици. Откривени су испод баденских кречњака од дубине 27 m до њеног дна од око 35 m. Изграђени су од седимената барем-апта, формације ургонских кречњака и кластита (К1$^4$К). Овде је запажено и присуство великог раседа у коме се налази бречаст материјал са различитим литолошким елементима формације (ургонским кречњацима, пешчарима, конгломератима, глинцима). Доњи део набушене формације је изграђен од сивозелених пешчара.

- **Миоцен:** миоценске наслаге су присутне у свим бушотинама на секцији „Центар“. Међу њима су заступљени морски седименти бадена, норско-бракични слојеви сармата и каспибракични седименти панона:

  *Баден* - баденски слојеви су набушени само у бушотини код Економског факултета Бт-56. Изграђени су у фацији лајтоваких или ташмајданских спрудних (алгално-бриозојских) кречњака ($M_2^2$ KL);

- *Сармат* - сарматски седименти су унутар секције центар набушени само у бушотини Bps-39, на Тргу Републике код дома Војске Србије од дубине 49,5 m до њеног дна. Представљен је ламинираним лапорима и лапоровитим глинама ($M3^1$ L).
- **Панон** - је најзаступљенији стратиграфски члан у ужем центру Београда у подини квартара. Изграђен је у фацији сивих лапора ($M3^2$L) са ретком макрофауном мекушаца и честом микрофауном остракода. Утврђено је да су на граници са сарматом јављају слабо ламинирани сиви лапори
- **Квартар** - међу квартарним седиментима могу се према старости издвојити слојеви холоцена са више различитих генетских типова:
- Холоцен – Слојеви падинског леса ($Q_2$ l) се распростиру од Трга републике па до будуће метро станице Скадарлија. У бушотини Bt-42 на B-42 на Бајлоновој пијаци запажено је и присуство „барског лесоида” у интервалу од 8 до 12 m дубине. То су полигенетске творевине настале навејавањем еолске прасине и делувијума у забареној средини и истичу се присуством оолита и сочива оксида мангана и гвожђа. Испод леса, на потезу од Француске улице ка Улици цара Душана, регистровани су делувијални седименти, глине прашинасте ($Q_2$ dpg).
- Читава површина истражног подручја прекривена је атропогеним творевинама-насип (n). Дебљина хетерогеног насипа је променљива и износи од 0,5 до 3,5 m.

*Хидрогеолошке карактеристике*

У оквиру деонице 4: Центар, могу се издвојити следеће издани:

I Збијени тип издани мале издашности у оквиру седимената квартарне старости,

II Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,

III Карстно-пукотински тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,

IV Условно „безводни“ делови терена.

Документациона хидрогеолошка карта са локацијама истражних радова – деоница 5 (Деоница Центар) дата је у Свесци 2 – Графички прилози као прилог број 4.4.1.

***I Збијени тип издани мале издашности у оквиру седимената квартарне старости,***

Овај тип издани формиран је на површини терена већег дела секције 4: ”Центар” и одликује га релативно мала издашност. Издан је формирана у оквиру насутог дела

терена. То су техногени седименти формирани дејством човека (насипи, ископи за постављање водоводних и канализационих цеви).

У површинским зонама глине су распаднуте и у њима се у току године, у јако сушним периодима формирају пукотине знатних димензија – земља испуца, тако да пукотине ширине преко 10 cm могу да се спусте преко неколико метара у дубину. Површинске воде, атмосферски талог, при таквим условима се брзо инфилтрира у дубину. При том се глина раскваси, набубри и капацитет пукотина се смањи. У оваквим условима се формира слаба издан.

Вештачко прихрањивање ове издани могуће је из система водоводних и канализационих цеви, сталним процуривањима или приликом хаварија. Негативан аспект за прихрањивања ове издани је урбанизација, тј. бетонирање и асфалтирање великих површина, одвођење падавина атмосферском канализацијом. Мале парковске површине и зеленилом утичу да је смањена природна инфилтрација падавина у урбаним зонама града. Ниво подземне воде прати орографију терена. Ова издан је ограниченог распрострањења и нема велики потенцијал.

Збијени тип издани мале издашности формиран је и у оквиру лесних седимената. На секцији 4: ”Центар” лес је констатован на делу трасе од станице ”Трг републике” па дуж Француске улице, све до станице Скадарлија. Дебљина лесних седимената је променљива и креће се од максималних 5,6 m дебљина (бушотина Bs-38) до просечних 2 m дебљине. Дебљина лесних седимената опада према станици ”Француска”. Просторно се лесни седименти налазе на северном делу подручју Трга републике и северно од њега ка Дорћолу.

Лесни седименти су по саставу прашине до прашинасти пескови, са примесама карбоната. Лес припада падинском типу леса, са израженом вертикалном порозношћу.

Прихрањивање издани се врши ветикалним дотицајем из насутог дел у повлати, на рачун падавина и вештачким прихрањивањем на рачун процуривања из водоводне и канализационе мреже која се налази у површинским седиментима. Пражњење издани се одвија гравитационо у дубље делове до контакта са водонепропусном подином и бочним отицајем. Дифузно течење подземних вода из ове издани се одвија у хипсометриски нижим деловима лесних седимената у део повлатних, насутих, седимената, а даље кроз њих ка Дунаву.

Ниво подземних вода прати орографију терена. Ниво подземне воде на Тргу републике, на пијезометру Bps-39 креће се око коте 100 мнм, односно налази се на дубини од 9,8 м. Ниво подземне воде на станици Скадарлија, пијезометар Bps-41 креће се ко коте 80,2 мнм, тј. на дубини од 4,6 m од површине терена.

На графичким прилозима одабраних профила се могу уочити нивои подземних вода у изведеним пијезометрима.

Изабрани хидрогеолошки профили ове деонице (деоница Центар) дати су у Свесци 2 – Графички прилози као прилози број: 4.4.2.2. и 4.4.2.4.

### *II. Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената*

Кречњаци $M_2^2$ регистровани су истражним бушењем у широј зони истражног простора. На подручјутеразијског платоа, лапоровито-глиновите стенске масе, леже преко баденских кречњака (ташмајдански лајтовац) у којима су регистроване подземне воде под притиском, а чији се пијезометријски ниво пење до коте 71 m n.m., односно до

41 m испод површине терена (утврђено приликом извођења истражних радова за потребе избијања Базисног тунела испод Теразија).

Ова издан има ограничено распрострањење у оквиру овог рејона. Карстни тип издани је развијен у оквиру сарматских кречњака који су констатовани на почетку трасе секције 4, само испод Савског трга, на дубини од 15,5 – 26,2 m (бушотина Bt-56), у подини седимента горњег миоцена. Прихрањивање издани је инфилтрацијом падавина на подручју где су ови седименти излазе на површину терена: подручје Калемегдана и Ташмајдана; директним приливом воде из реке Саве, у зони где су ови седименти без повлате; као и бочним дотицајем из алувијалниј седимената Саве на десној обали.

Дренирање издани се врши отицајем ка ерозионом базису, ка реци Сави. У зависности од хидролошког доба године и нивоа воде у реци Сави доминира прихрањивање или дренирање карстне издани. Одређени број бунара у зони ушћа реке Саве у Дунав, а који се користе за јавно снабдевање града Београда захватају подземне воде из ове издани и врше интензивно вештачко дренирање издани.

***III. Карстно-пукотински тип издани формиран у оквиру ургонских кречњака и кластита***

Ова издан има ограничено распрострањење у оквиру овог рејона. Развијена је у оквиру ургонских кречњака и кластита који су констатовани на почетку трасе секције 4, само испод Савског трга, на дубини од преко 25 m (бушотина Bt-56). Дискордантно преко ових седимента наталожени су у повлати седименти горњег миоцена, сарматски кречњаци.

Ову издан карактерише карстно-пукотински тип порозности који је развијен у седиментима овог типа где преовлађују кречњачке стене са карстним облицима рељефа и масивне структуре са пукутинском порозношћу. Кастни пукотине су делимично испуњене. Прихрањивање ове издани је директно из повлатних седимената сарматских кречњака. На ширем подручју не постоје водозахватни објекти – бунари који дренирају ову издан.

Правци кретања подземних вода условијени су процесом и интезитетом карстификације кречњака. У оквиру секције 4 ова издан се налази на котама испод 50 мнм, тако да се може тврдити да се ради о затвореној хидрогеолошких структури.

***II. условно „безводни“ делови терена***

Условно ”безводни” делови терена чине седименти у оквиру којих није могуће захватање подземних вода. Ови седименти чине баријеру у кретању подземних вода. Овом типу терена припадају глине, лапорци који нису испуцали, као и комапактне стенске масе, које се налазе у дубљим деловима, испод зоне испуцалости или карстификација.

У оквиру секције 4: ”Центар” добар део стенских маса кроз које ће се градити тунел припадају овом типу терена. Стенске масе које припадају условно безводним деловима терена су: седименти изграђени од лапора и лапоровитих глина, барски седименти и фација поводња.

Анализа хидрогеолошких карактеристика терена са аспекта изградње метроа

Траса метроа на овој деоници у потпуности ће бити изведена кроз терцијарне стенске масе (панонске лапоровите глине и лапоре), које су у хидрогеолошком смислусврстане у категорију „условно безводни терени“. Већи део трасе, оквирно од стационаже

12+140 до 13+000, изузев у зони метро станице „Трг Републике“ (12+760 до 12+850) биће целим профилом изведен кроз панонске лапоре.

У току извођења предметне деонице тунела могу се очекивати мање количине вода, које се могу појавити само на локацијама већих пукотина. Количине подземних вода, које се могу јавити приликом извођења радова, подразумевају појаве подземних вода у виду влажења, капања и местимично процуривања. Учесталије појаве вода у контуру ископа могле би се очекивати у делу тунела где се смањује висина надслоја, односно према Дунавској падини.

Дубља издан формирана у оквиру кречњачких седимената баденске и сарматске старости, првенствено због свог положаја, који изведеним истражним радовима нису потврђени у зони трасе тунела, неће имати утицаја на извођење радова на овој деоници.

***Деоница Дунавски алувион***

Истражни простор је изграђен од седимената различитог састава и старости. Преко основне стенске масе коју изграђују седименти миоцена, исталожени су седименти квартарне старости. Геолошка грађа терена је релативно сложена. То је превасходно последица сложених услова седиментације и интензивних тектонских покрета.

Према вертикалном пресеку грађа терена на овој секцији трасе метроа, може се поделити на две геолошке јединице: Миоцен и Квартар.

- ***Миоцен -*** миоценски седименти су свуда распрострањени на секцији „Дунавски алувион“. Идући низводно Дунавом ка Вишњици, откривене су све старије миоценске наслаге (од бадена до панона). Појавом ових седимената у истражним бушотинама може се закључити да генерални пад миоценских слојева иде у супротном правцу - узводно Дунавом.
- Баден ($M_2^2$): Седименти морског бадена констатовани су у бушотини Bs-49 изнад десне обале Дунава код будуће станице Карабурма, низводно од Панчевачког моста. Баден је утврђен од границе са сарматом (24,8 m) до дна бушотине (31.0 m). Представљен је фацијом „вишњичких глина“ а изграђен је од масивних сивих лапоровитих глина и лапоровитих алеврита са Nucula nuclus, Loriper dentatus.
- Сармат ($M3^1$): Сарматски седименти су најраспрострањенији члан миоцена у овом делу терена. Он се јавља скоро у свим бушотинама изведененим на секцији „Дунавског алувиона (није констатован у бушотинама Bt-62 на почетку секције и Bps-50 на крају секције). Дебљина ових седимената није тачно утврђена, али на основу ранијих сазнања, она може да буде веома велика, преко 100 m. За разлику од секција Баново брдо и Савског алувиона на овом терену у сарматском комплексу кречњаци су слабо заступљени.

  Веће масе органогеног сарматског кречњака постоје око Панчевачког моста, пре свега на локацијама бушотина: Bt – 69, Bt – 70 као и на самој станици у бушотинама Bs -46, Bs -47, и Bps -48, где се јављају скоро на површини терена, а забележена су и мања прослојавања лапораца од дубине око 14 m па до краја бушотина лоцираних на самој станици „Панчевачки мост“. У сармату дунавског алувиона преовлађују лапори и лапоровите глине.

  Најчешће су то ламинирани седименти са ретком фауном али у којима се налазе остаци рибљих крљушти, због чега су овакви слојеви познати у литератури под

називом „рибљи шкриљци“. Поред ламинираних лапора јављају се и масивни сиви и сивозелени лапори.

Карактеристичан је хоризонт лапоровитих сивих прашинастих пескова на граници са паноном, који се јавља као бочна фација лапора или кречњака, код Дунав станице, например, у бушотини Bt-63 (на дубини између 13 и 19,5 m).

- Панон ($M_3^2$): Панон је утврђен у малом броју бушотина, почев од станице „Цвијићева“,идући узводно (Дунавом) према центру града тј. станици „Француска“. У том правцу му се постепено и увећава дебљина, тако да је у бушотини Bt-62 набушен од 19 m до њеног дна од око 32 m. Панон је представљен фацијом масивних сивих лапора са неуједначеним учешћем карбонатне компоненте и микрофауном остракода као и ретких фосилних мекушаца.
- Квартар - Поред свуда присутног антропогеног насипа, у теренима секције „Дунавски алувион“, јављају се и различити генетски типови квартарних седимената. Међу њима су најзаступљенији алувијални седименти Дунава, а могу се поменути и старе делувијалне наслаге као и стара фосилизована клизишта (колувијалне наслаге).
- Алувијалне наслаге се углавном јављају као поводањски слојеви који су у основи представљени прашинастим глинама, док је заступљеност крупнозрних седимената фације корита знатно ређа и најчешће је представљена песковима и прашинастим песковима. На локацијама појединих бушотина дебљина алувијалних поводањских седимената је значајна и износи око 19 m (бушотине Bt-66 и Bt-67). На локацији бушотине Bs-49 (код будуће метро станице „Карабурма“) констатовано је присуство алувијалних наслага фације корита у интервалу од 8.0 до 13.5 m дубине.
- Старе делувијалне наслаге представљене су лесоидним делувијем и делувијално прашинастим глинама, а константоване су само у бушотини Bt-71, до дубине од око 9 m.
- Картирањем истражне бушотине Bt-62, откривени су колувијални наноси старих клизишта до дубине од око 6 m па до 26 m.

**Хидрогеолошке карактеристике**

Опште хидрогеолошке карактеристике

У оквиру ове секције - Дунавски алувион, геолошка грађа терена, услови седиментације, тектонски и ерозиони процеси условили су формирање различитих типова издани, различитих квалитативних и квантитативних карактеристика. Из наведеног приказа геолошке грађе, у претходном поглављу, јасно се истиче њена сложеност, односно вертикално распрострањење бројних литолошких чланова, који изграђују истражни терен, а нарочито најмлађе серије седимената.

Јасно се издваја издан формирана у оквиру квартарних седимената (алувиона Дунава) и издан формирана у оквиру миоценских седимента – сарматских кречњака. Сложени тип издани формиран је у оквиру песковито-лапоровитих седимената сармата и кречњачко-лапоровитих седимената. Такође, постојање лапоровитих и глиновитих седимената условило је постојање условно безводних делова терена. Међусобни положај седимената и услови формирања подземних вода имају за последицу сложени систем који зависи од више фактора.

Генерално две трећине трасе, од станице „Француска“ до станице „Панчевачки мост“, има формиран збијени тип издани у оквиру квартарних седимената и условно безводне

делове терена у подини, док је преостала трећина трасе од станице ”Панчевачки мост” до станице ”Карабурма” сложенији са карстним типом издани у оквиру сарматских кречњака и сложеном издани у оквиру песковито-лапоровитих седимената сармата.

Типови изданских средина

Генерално, могу се издвојити следеће издани:

*I. Збијени тип издани:*

a) веће издашности субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената Дунава,

b) мале издашности у оквиру насутог тла,

*II. Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,*

*III. условно ”безводни” делови терена*.

Документациона хидрогеолошка карта са локацијама истражних радова – деоница 6 (ДеоницаДунавски алувион) дата је у Свесци 2 – Графички прилози као прилог број 4.5.1.

***I. Збијени тип издани:***

a) веће издашности са субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената Дунава

За разлику од седимента алувиона реке Саве, алувион Дунава има много мање распрострањење и издашност на десној обали, на потезу од улице Цвијићеве до Панчевачког моста.

Алувијалне наслаге Дунава су на читавом истражном простору прекривене насипом. Регистроване су у већем броју бушотина, а дебљина им је изразито променљива и креће се и до 24 m. У литофацијалном слислу могу се издвојити две фације: Фација поводња – прашинасте глине (apg) и Фација корита – прашинасти песак и сиви песак (akppr, akp).

Збијени тип издани веће издашности формиран је у оквиру седимената фације корита. Ова фација није утврђена у свим истражним бушотинама и уопштено се може рећи да је утврђена на делу стационаже од km: 13+850 до km: 14+800, као и у зони станице „Карабурма“ на делу ка Дунаву.

Представљена је средњезрним и ситнозрним сивим прашинастим песковима у оквиру којих се јављају и тања прослојавања ситнозрног песка, а само је у истражним бушотинама Bt-62 и Bs-49 констатован и сиви песак дебљине од 1.0 - 3.8 m. Дебљина прашинастих пескова је променљива и креће се од 2.0 до 8.7 m. Седименти су у овом делу трасе откривени између кота 59 и 67,5 m.

Прихрањивање издани је на рачун инфилтрације површинских вода које долазе са обода, из хипсометријски виших делова. Најинтензивније прихрањивање издани је свакако водом из Дунава. У периоду високих водостаја у кориту реке се ствара повећани притисак, услед чега, у зонама где је остварена директна хидрауличка веза, корито Дунава – издан, долази до интензивне инфилтрације воде из Дунава у изданску зону. Ниво издани у овом делу Дунавског алувиона се подиже и благо је нагнут од обале према ободу.

Река Дунав делује као гранични регулатор прилива и одлива подземних вода. Може се говорити да река Дунав има готово искључиву и директну улогу у стварању и одржавању пијезометарске слике и нивоа издани.

Дренирање издани је у правцу реке Дунав током ниских водостаја. Малобројни су бунари који каптирају ову издан. Већи број бунара је израђен на потезу после Панчевачког моста, у индустријској зони ка Вишњичкој бањи.

Ниво подземних вода у оквиру ове издани мерен је на станици ”Цвијићева” на пијезометру Bps- 45 и кретао се око коте 73,5 m.

b) збијени тип издани мале издашности у оквиру насутог тла

Секција 5 је изграђена на површини терена од насутог тла дебљине од 1,0 – 6,6 m. У подини се налазе алувијалне наслаге Дунава а у мањој мери и делувијалне лесне наслаге и делувијалне прашинасте глине.

Оај тип издани формиран је на површини терена и одликује га релативно мала издашност. То су седименти формирани дејством човека (насипи, ископи за постављање водоводних и канализационих цеви), као и у оквиру делувијално-пролувијалних седимената.

У површинским зонама глине су распаднуте и у њима се у току године, у јако сушним периодима формирају пукотине знатних димензија – земља испуца, тако да пукотине ширине преко 10 cm могу да се спусте преко неколико метара у дубину. Површинске воде, атмосферски талог, при таквим условима се брзо инфилтрира у дубину. При том се глина раскваси, набубри и капацитет пукотина се смањи. У оваквим условима се формира слаба издан.

Вештачко прихрањивање ове издани могуће је из система водоводних и канализационих цеви, сталним процуривањима или приликом хаварија. Негативан аспект за прихрањивања ове издани је урбанизација, тј. бетонирање и асфалтирање великих површина, одвођење падавина атмосферском канализацијом. Мале парковске површине и зеленилом утичу да је смањена природна инфилтрација падавина у урбаним зонама града.Ниво подземне воде прати морфологију терена.

***II. Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената***

Карстни тип издан има ограничено распрострањење у оквиру ове секције. Издан је развијена у сарматским кречњацима. Набушени су у свим истражним бушотинама које су изведене за станицу „Панчевачки мост“ као и у бушотинама за трасу Bt-69 и Bt-70. У зони око Панчевачког моста, и то на делу трасе ка станици „Карабурма“, утврђени су на површини терена, непосредно испод насутих материјала. Када се јављају на површини терена до дубине од 1,0 – 3,0 m су распаднути и чине елувијалну распадину.

На постојање ове издани упућује појава веома ретких извора. Извори који се јављају у оквиру овог типа издани одликују се веома променљивом издашношћу у току године, али ипак њихова издашност у минимуму ретко прелази 0,5 l/s.

Прихрањивање издани је инфилтрацијом падавина, бочним дотицајем из других издани у правцу ерозионог базиса.

Дренирање издани се врши преко извора и отицајем ка ерозионом базису, ка реци Дунав.

Ниво подземних вода на пијезометру Bps-48 је од априла до септембра 2021.г. опао са 9,5 m дубине до 15,5 m дубине, тј. од коте 79,9 до 73,8 m.

На графичким прилозима одабраних профила се могу уочити нивои подземних вода у изведеним пијезометрима.

Изабрани хидрогеолошки профили ове деонице (деоница Дунавски алувион) дати су у Свесци 2 – Графички прилози као прилози број: 4.5.2.1. и 4.5.2.5.

Сарматски кречњаци су у директном контакту са песковито-лапоровитим седиментима и у повлати и у подини. Овим контактом је омогућено прихрањивање прослојака песковитих седимената у оквиру лапоровитих серија. Ово је безначајно са аспекта формирања издани, али је врло значајно са апекта изградње тунела и могућности ”течења” ових наизглед чврстих и компактних седимената.

***III. Условно „безводни“ делови терена***

Условно ”безводни” делови терена чине седименти у оквиру којих није могуће захватање подземних вода. Ови седименти чине баријеру у кретању подземних вода. Овом типу терена припадају глине, лапори и лапорци који нису испуцали, као и комапактне стенске масе, које се налазе у дубљим деловима, испод зоне испуцалости или карстификација.

Овде се убрајају и сарматски песковито-лапоровитим седиментими чије се појављивање очекује а укупној дужини од преко 1 km на овој секцији. На ове седименте треба обратити посебну пажњу приликом ископа пошто су условно безводни делови терена, али у оквиру издвојених партија, сочива пескова, је акумулирана (заробљена) мала количина подземних вода која може да изазове течење и цурење и да створи додатне проблеме током ископа. Овде треба имати у виду да су ови седименти у приповршинском нивоу (дубине локално и 10- 15 m) физичко-хемијски измењени, са веома израженим пукотинским системом.Ови седименти су хигроскопни, у присуству воде им се знатно умањује чврстоћа са променом стања конзистенције.

Анализа хидрогеолошких карактеристика терена са аспекта изградње метроа

Претходно изнети подаци о резултатима истражних радова, указују на то да траса метроа на деоници Дунавски алувион, већим делом пролази кроз условно водонепропусне до слабо водопропусне седименте, у оквиру којих је струјање подземних вода успорено. На постојећем нивоу истражености и изучености терена, као зоне са потенцијално отежаним условима за извођење радова су издвојене алувијалне наслаге у ширем окружењу Цвијићеве улице, затим квартарни седименти код станице „Карабурма“ и сарматски кречњаци код Панчевачког моста.

## 2.3 Подаци о изворишту водоснабдевања (удаљеност, капацитет, угроженост, зоне санитарне заштите) и о основним хидролошким карактеристикама

*Хидрографска мрежа*

Хидрографску мрежу Београда чини преко 30 река, потока, резервоара и канала који припадау црноморском сливу.

Главни токови, који дренирају терен подручја Београда су Дунав и Сава. Поред ове две најзначајније реке, територија града Београда има бројне мање токове, међу којима су: Колубара, Топчидерска река, Железничка река, Баричка река, Велики Луг, Раља, Болечица, Грочанска река, Лукавица, Пештан, Турија. , Бељаница, али и канали Галовица, Сибница, Каловита и Визељ.

Дужина београдских речних обала је око 200 km, а на Сави и Дунаву има 16 речних острва, укључујући Аду Циганлију, Велико ратно острво и Грочанску аду.

На територији Београда налазе се вештачки створена језера: Савско језеро на Ади Циганлији, Подавалске акумулације (Паригуз, Бела река и Дубоки поток), Марковачко језеро код Младеновца и мале акумулације у Чибутковици и Врецу. Река Сава протиче северном страном Савског језера, које је у непосредној близини истраживаног подручја. Ово језеро се простире на 80 ha, дугачко је 4,2 km, просечне ширине 200 m, дубине од 6 до 10 m.

Река Дунав је друга по дужини и друга по величини река у Европи, са дужином од 2.857 km. Кроз Београд протиче у дужини од 60 km, са ширином на средњем водостају између 450 и 1.200 m, а дубином између 4,6 и 9,5 m. Просечан годишњи проток Дунава код Земуна је око 3.000 m³/s, а просечна температура воде је 11,5 ºЦ. Поред унутрашње пловидбе, Дунав има и економске, рекреативне и туристичке функције, као и значајно природно станиште за бројне врсте флоре и фауне. На Дунаву низводно од Београда, око 150 km источно, изграђена је хидроелектрана „Ђердап I“ која је под утицајем режима водотока. Хидроелектрана може служити и за регулисање водостаја реке, јер може да се користи за снижавање водостаја у случају екстремних догађаја.

У наредној табели дати су подаци о водостају и температури реке Дунав на хидролошкој станици Земун.

*Табела 2-3 Вишегодишње вредности водостаја и температуре реке Дунав на хидролошкој станици Земун*

| **Месец** | **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** | **VII** | **VIII** | **IX** | **X** | **XI** | **XII** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Водостај (cm) на хидролошкој станици Земун, период обраде 1972-2020. година*** | | | | | | | | | | | | |
| Мин. | 53 | 74 | 108 | 105 | 172 | 195 | 108 | 103 | 76 | 77 | -8 | 8 |
| Средња | 322 | 334 | 377 | 424 | 400 | 365 | 316 | 276 | 261 | 269 | 292 | 319 |
| Макс. | 560 | 604 | 757 | 783 | 702 | 692 | 688 | 495 | 516 | 611 | 632 | 596 |
| Екстремне вредности | Апсолутни минимум (29.11.1983): -8 cm<br>Апсолутни максимум (16.04.2006.): 783 cm | | | | | | | | | | | |
| ***Температура (°C) на хидролошкој станици Земун, период обраде 1946-2020. година*** | | | | | | | | | | | | |
| Мин. | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 9,7 | 13,5 | 16,0 | 16,0 | 13,0 | 6,0 | 2,0 | 0,0 |
| Средња | 1,9 | 2,5 | 5,7 | 11,0 | 16,4 | 20,1 | 22,1 | 22,2 | 18,7 | 13,4 | 7,9 | 3,6 |
| Макс. | 6,6 | 7,5 | 13,4 | 18,2 | 24,0 | 27,0 | 27,8 | 28,6 | 25,6 | 20,0 | 14,5 | 9,3 |
| Екстремне вредности | Апсолутни минимум (15.01.1946): 0,0 °C<br>Апсолутни максимум (01.07.2006.): 28,6 °C | | | | | | | | | | | |

Река Сава, на делу тока кроз Београд, широка је између 230 и 600 метара и дубока од 3 до 20 метара. Просечан годишњи протицај у близини Београда износи 1,172 $m^3/s$, а просечна годишња температура реке износи 13,1 °C. У кориту Саве карактеристично је постојање издужених острва у правцу тока реке - Ада Циганлија (310 ha) и Ада Међица. Десни рукавац Саве претворен је у Савско језеро и већ дуго година се користи за водоснабдевање, спортске и рекреативне и друге активности Београђана.

Главна обележја хидролошког режима Саве диктирана су природним чиниоцима и антропогеним утицајима. Основни резултат деловања природних чинилаца на разматраном водотоку рефлектује се кроз постојање два водна и два маловодна периода. Хидролошки и хидраулички режим Саве је модификован изградњом насипа, а посебно формирањем акумулације ХЕ „Ђердап I“ чији се успор протеже дуж контакта Саве са Макишким пољем. Изградњом хидроелектране повећан је и ниво воде у Сави у просеку за 1,25 метара.

*Табела 2-4 Вишегодишње вредности водостаја и температуре реке Саве на хидролошкој станици Београд*

| **Месец** | **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** | **VII** | **VIII** | **IX** | **X** | **XI** | **XII** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Водостај (cm) на хидролошкој станици Београд, период обраде 1972-2020. година*** | | | | | | | | | | | | |
| Мин. | 3 | 25 | 61 | 55 | 123 | 143 | 58 | 51 | 26 | 21 | -61 | -42 |
| Средња | 274 | 286 | 331 | 378 | 352 | 315 | 265 | 225 | 211 | 220 | 246 | 275 |
| Макс. | 512 | 562 | 718 | 738 | 654 | 651 | 648 | 441 | 470 | 575 | 594 | 513 |
| Екстремне вредности | Апсолутни минимум (25.11.1986.): -61 cm<br>Апсолутни максимум (16.04.2006.): 738 cm | | | | | | | | | | | |
| ***Температура (°C) на хидролошкој станици Београд, период обраде 1946-2020. година*** | | | | | | | | | | | | |
| Мин. | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 10,0 | 14,0 | 15,8 | 16,4 | 12,8 | 8,0 | 3,6 | 0,0 |
| Средња | 3,6 | 4,4 | 7,4 | 11,9 | 16,6 | 20,9 | 23,9 | 24,6 | 20,6 | 14,8 | 9,4 | 5,3 |
| Макс. | 8,6 | 9,6 | 14,0 | 18,2 | 24,0 | 29,0 | 30,5 | 30,4 | 27,9 | 23,1 | 16,8 | 11,0 |
| Екстремне вредности | Апсолутни минимум (04.02.1949.): 0,0 °C<br>Апсолутни максимум (25.07.2015.): 30,5°C | | | | | | | | | | | |

У наредној табели дати су подаци о минимални годишњим протицајима 95% вероватноће појаве, просечним вишегодишњим и максималним годишњим протицајима 1% вероватноће[5] за хидролошке станице Богојево Бездан на реци Дунав и на хидролошкој станици Сремска Митровица за реку Саву.

*Табела 2-5 Минимални годишњи протицаји 95% вероватноће појаве, просечни вишегодишњи и максимални годишњи протицаји 1% вероватноће*

| Редни број | Река | Хидролошка станица | Q95% ($m^3/s$) | $Q_{ср\ годишње}$ ($m^3/s$) | Q1% ($m^3/s$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Дунав | Бездан | 952,00 | 2.268,0 | 8.356 |
| 2. | Дунав | Богојево | 1.257,00 | 2.777,0 | 9.275 |
| 3. | Сава | Сремска Митровица | 273,00 | 1.535,0 | 6.706 |

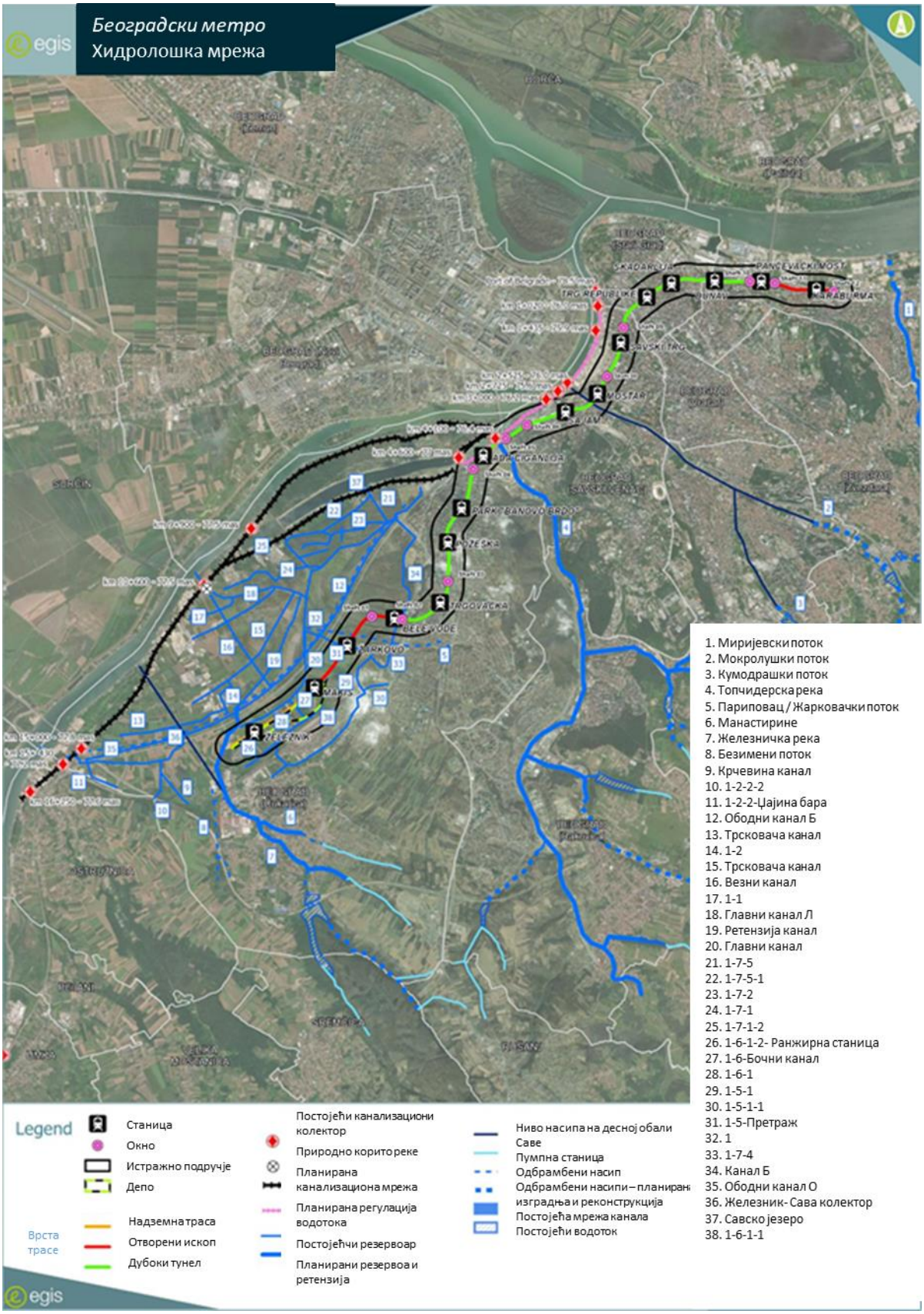
Топчидерска река, дуга око 28 km, десна је притока Саве. Топчидерска река у просеку доноси 13,5 милиона $m^3$ воде годишње. Слив Топчидерске реке има површину од приближно 145 $km^2$ и налази се на територији општина Вождовац, Раковица, Савски венац и Чукарица. Слив карактерише добро развијена хидрографска мрежа, састављена од преко 35 водотока. Према својим општим хидролошким карактеристикама, све

[5] Извор: Стратегија управљања водама на територији Република Србије до 2034. године („Сл. гласник РС“, бр. 3/2017)

притоке, као и сам главни ток, имају типично бујични режим отицања воде и транспорта талога.

Јужни крај метро линије је такође у близини другог водотока: Железничке реке. У њеном сливу, који има површину од приближно 30 $km^2$, разматра се изградња ретензије која би пружила заштиту од стогодишњих вода које долазе из правца реке. Низводно од насеља Железник, Железничка река се одводи системом канала према реци Сави.

Систем канала омогућава одводњавање подручја поља Макиш. Прикупљена вода на крају одлази кроз Прикључни канал, до црпне станице „Велики Макиш“ и даље до Саве. Црпна станица не ради непрекидно, већ само током пролећа и периода поплава. Радни нивои које одржава пумпна станица су реда величине 70 метара надморске висине. Међутим, откривено је значајно затрпавање Прикључног канала, подизање дна канала и смањење профила протока, што је проблематично за рад црпне станице и снижава ниво сигурности заштитног система. Осим тога, одводњавање у каналима је веома споро, а честа су и језера и стално мочварне зоне.




*Слика 2.19 Хидролошка мрежа*

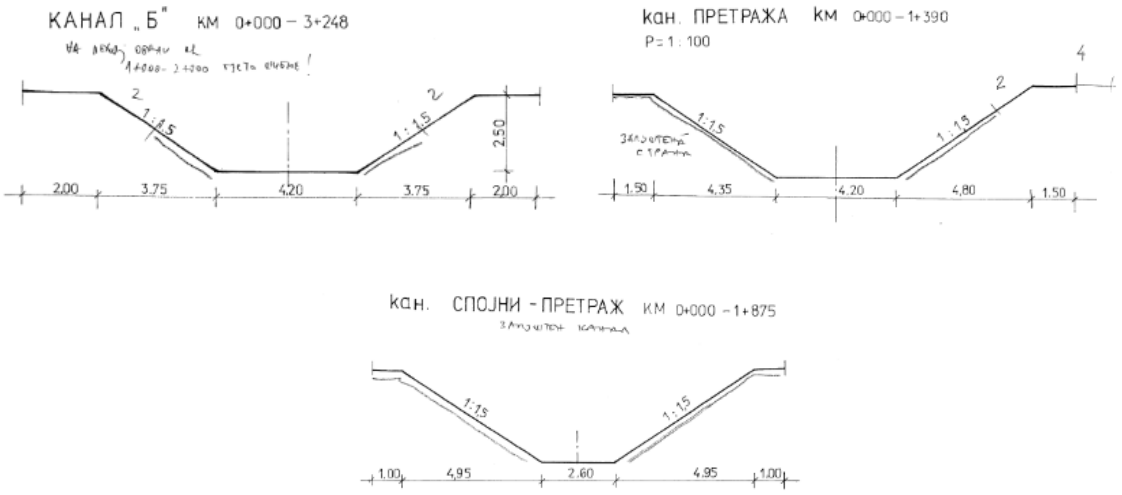
Према Водним условима издатим од Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, предвиђена траса линије 1 београдског метроа укршта се са:

- хидромелиорационим каналима:
  - „Б“ каналом (1-7-4), на стационажи km 1+700;
  - Каналом Претраж (1-5), на стационажи km 0+300 и
  - Бочним (Спојним) канал (1-6), на стационажи km 0+500 и
- водотоком:
  - Топчидерском реком, на стационажи km 0+030.

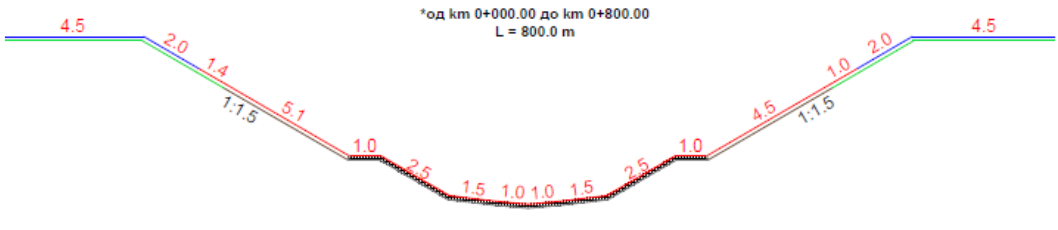
Регулација Топчидерске реке на месту укрштања са трасом метроа, изведена је на основу Главног пројекта регулације Топчидерске реке од ушћа у реку Саву до km 3+300, Хидропројекат 1977. године. Меродавни протицај за димензионисање корита и насипа је Q1% у нормалном току, односно под успором од реке Саве до km 2+640, с тим да је Q0.1% контролни протицај, под условом да нема изливања из корита. Меродавни ниво реке Саве на ушћу је 76,14 мнм, са круном насипа на 77,44 мнм.

Пројектовани профил регулисаног корита усвојен је на целој траси као типски, са бетонском облогом за $Q_{99\%}$ = 32 $m^3/s$, параболичног облика.

Попречни пресеци мелиорационих канала и Топчидерске реке дати су на следећим сликама.

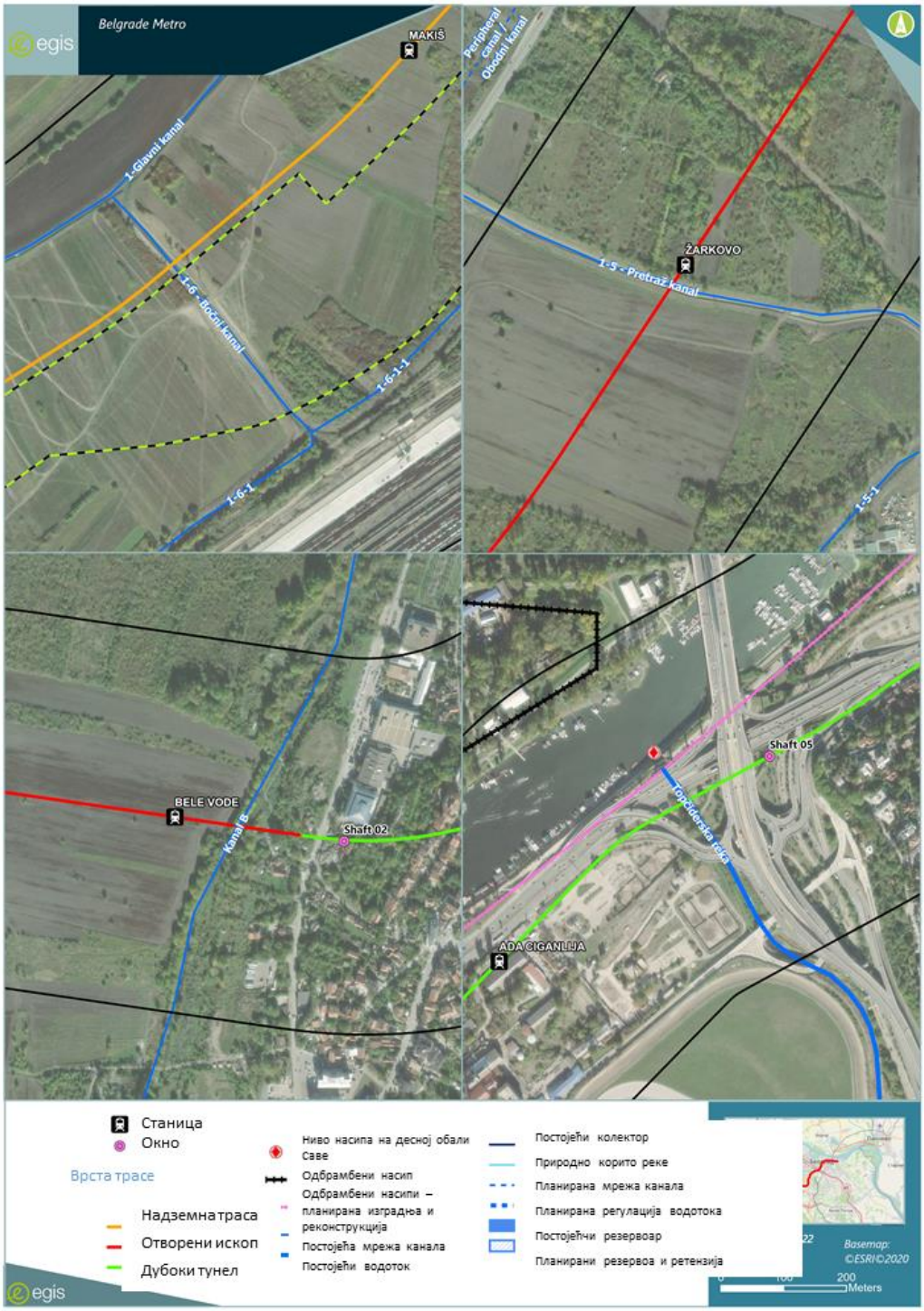



*Слика 2.20 Попречни пресеци канала „Б“, Претража и Бочног канала*




*Слика 2.21 Попречни пресек корита Топчидерске реке*

Линија 1 се пружа паралелно са Савом, Савским језером и Дунавом, а уз западну границу предметног пројекат налази се и Железничка река. На наредној слици приказани су пресеци трасе метроа




Слика 2.22 Укрштање трасе са каналима и Топчидерском реком

***Близина санитарне зоне заштите, водотокова и изворишта водоснабдевања***

Београдски водовод је данас огроман инфраструктурни систем, са производњом од преко 6,0 $m^3/s$ квалитетне воде за пиће, којом снабдева више од 1,6 милиона потрошача.

Главнину београдског изворишта подземних вода чини 99 бунара са хоризонталним дреновима, који су постављени дуж обала реке Саве (од ушћа реке Саве у Дунав, па узводно у дужини од око 50 km) и 47 цевастих бунара (у Макишком пољу и на левој обали Саве).

Бунари изворишта каптирају алувијалне седименте, квартарне (плеистоценске и холоценске) старости, који су и главни резервоари подземних вода на подручју.

Вода у бунарима се већим делом формира од дотока из реке (реда величине преко 80% протицаја бунара), а мањим делом потиче из правца залеђа. Водоносна серија (аквифер), из које се бунарима експлоатише подземна вода за потребе града, састоји се доминантно од шљункова, песковитих шљункова, шљунковитих пескова, пескова, алеврита и алевритских глина. Они се наизменично смењују, од подинских старијих седимената, ка површини терена. Дебљина седимената аквифера је око 25 m, а местимично и до 30 m.

Супстанце се у аквиферу налазе као чиста фаза и у облику раствора. Растворене супстанце се понашају као трасери, или се током филтрације трансформишу (распадају) или реагују са средином (нпр. механички - сорпција, хемијски - јонска измена, итд.). Као најзначајнији за транспорт супстанци могу се издвојити четири процеса која се јављају током филтрације: адвекција, дисперзија, сорпција и (био)деградација. Алувијални аквифери представљају ефикасни медијум подземног филтрационог тока, јер и загађену речну воду током филтрације могу да доводу до базног квалитета уз потребу релативно једноставног нивоа прераде, пре доставе потрошачима.

У централном делу Макишког поља налазе се 18 цевастих бунара (10 у јужној и 8 у северној групи), са укупним капацитетом око 100 l/s. Вода из тих бунара се упућује на третман на ПП „Беле воде“. У Макишу је изграђено и 19 бунара са хоризонталним дреновима (рени бунари). Бунари се налазе на обали Саве, од којих је 5 бунара наспрам Савског језера. Захваћена вода се већим делом прерађује на постројењу ПП „Баново брдо“, а мањим делом на ПП „Беле воде“ (вода са 5 бунара). Граници депоа су најближи цевасти бунар ЦБ-ЈН-106 (1011 метара) и рени бунар РБ-4м (2330 метара).

У наредној табели дати су подаци су подаци о капацитету бунара београдског изворишта и на Макишком пољу, као и удео бунара на Макишу у захваћеним количинама подземне воде.

*Табела 2-6 Подаци о капацитету бунара и захваћеним количинама подземне воде за период 2010-2020. године*

| Година | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Збирни капацитет бунара на изворишту (99РБ + 47 ЦБ) - измерено (l/s) | 4314,59 | 4029,36 | 3853,25 | 4024,10 | 3694,02 | 3432,73 | 3111,40 | 3042,80 | 3387,08 | 2997,00 | 2871,70 |
| Збирни капацитет бунара на Макишком пољу (19РБ + 18ЦБ) - измерено (l/s) | 846,95 | 884,40 | 856,25 | 885,20 | 757,00 | 675,65 | 585,40 | 589,40 | 824,50 | 728.80 | 625,80 |
| Учешће бунара на Макишу у укупном измереном капацитету изворишта (%) | 19,63 | 21,95 | 22,22 | 22,00 | 20,49 | 19,68 | 18,81 | 19,37 | 24,34 | 24,32 | 21,79 |
| Захваћене количине на изворишту (99РБ + 47ЦБ) – измерено (l/s) | 3592,92 | 3492,85 | 3461,33 | 3394,73 | 3213,99 | 2950,31 | 2582,89 | 2602,91 | 2545,13 | 2398,96 | 2315,61 |
| Учешће бунара на Макишу у захваћеним количинама подземне воде на изворишту (%) | 23,57 | 25,32 | 24,74 | 26,08 | 23,55 | 22,82 | 22,66 | 22,54 | 32,40 | 30,38 | 27,03 |

Зоне санитарне заштите изворишта подземних вода се постављају у циљу заштите изворишта од намерног или случајног загађивања и других утицаја који могу неповољно утицати на издашност изворишта и природни састав воде на изворишту. Уколико је изворите смештено унутар градске инфраструктуре и урбане зоне,

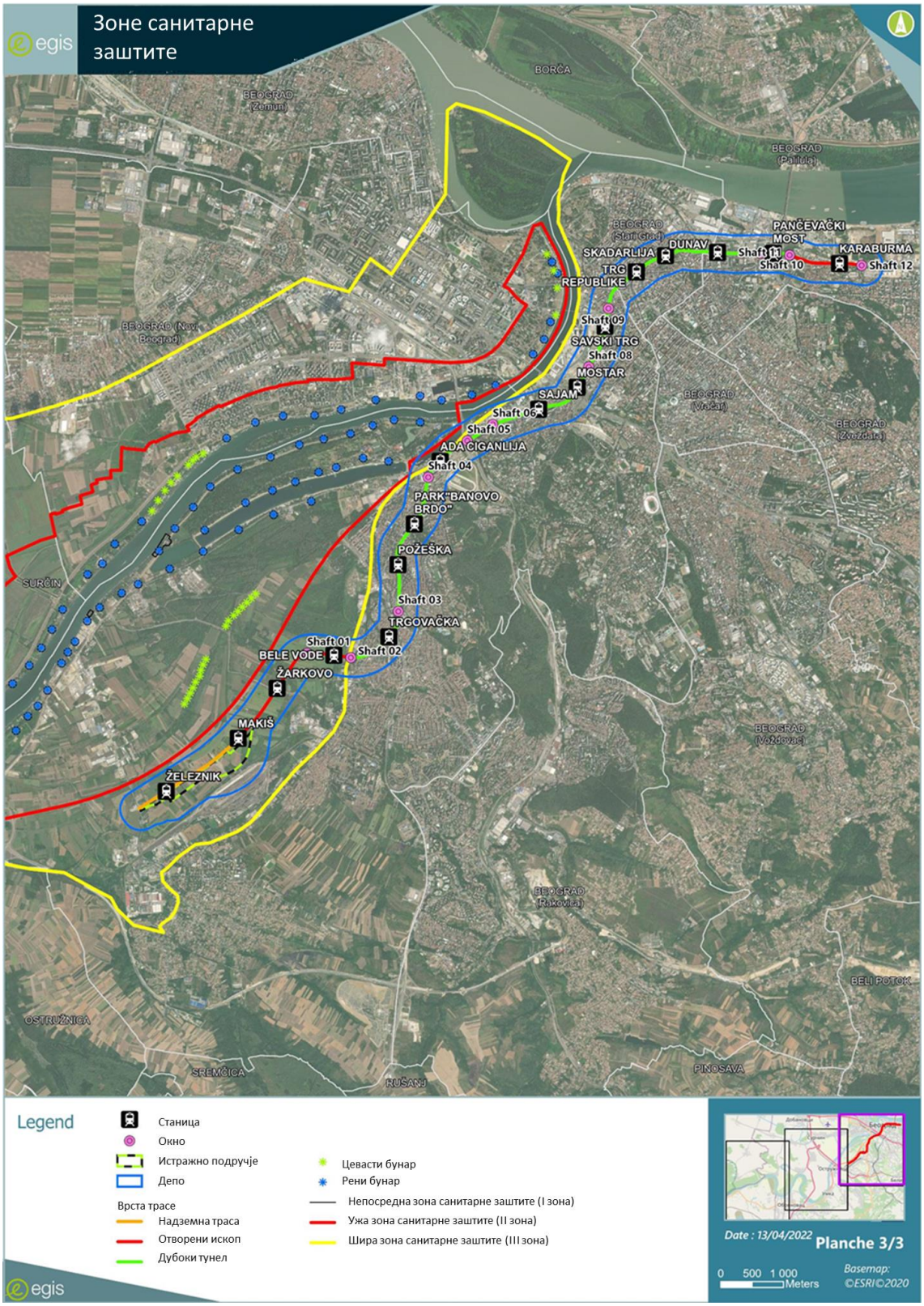
пооштрава се сукоб интереса града и изворишта. Правилником о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања („Службени гласник РС“, бр. 92/2008), од значаја је дефинисање тзв. критичних материја, материја које су реперне за концепцију заштите подземних вода изворишта. Њихово време задржавања и дужина пређеног пута до бунара изворишта су основа за дефинисања зона заштите.

У зависности од степена заштите, постављају се три зоне: непосредна (зона I), ужа (зона II) и шира (зона III) зона. За зоне II и III се прописује минимални простор „са ког вода дотиче до водозахватног објекта”, који се дефинише временом задржавања воде, или дужином пута у подземном току до водозахватног објекта (бунара). За изворишта у алувијалним срединама, која припадају „средини међузрнског типа“, што је случај са београдским изворištем, прописана су минимална времена путовања воде, у зависности од тога да ли је „подземна вода под притиском“ или „са слободним нивоом“: за ужу зону 50 m, односно 50 дана, а за ширу зону 500 m, односно 200 дана, респективно.

Одржавање зона санитарне заштите изворишта се реализује кроз рестриктивне мере изградње објеката и забрану, или ограничење спровођења активности, у циљу спречавања угрожавања санитарно здравствене исправности воде на изворишту.

*Траса линије 1 метроа који пролази кроз Макишко поље, станице Железник, Макиш, Жарково и Беле воде и окно 01 налази се у широј зони санитарне заштите београдског изворишта – зони III.*

На наредној слици приказан је положај трасе линије 1 у односу на зоне санитарне заштите и удаљеност од најближих цевастих и рени бунара.




*Слика 2.23 Локација пројекта у односу на зоне заштите изворишта водоснабдевања града Београда*

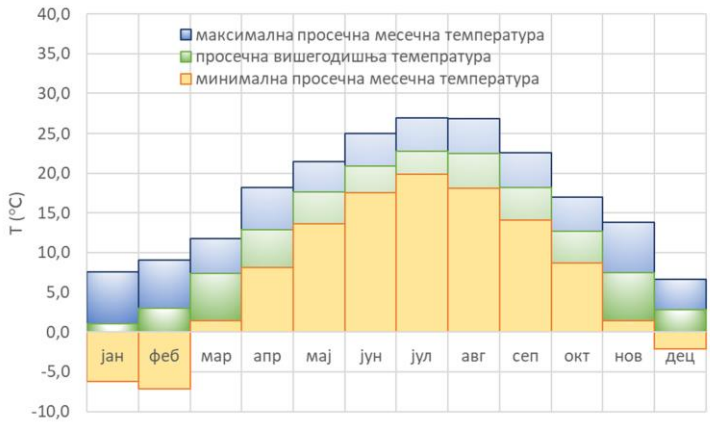
## 2.4 Приказ климатских карактеристика са одговарајућим метеоролошким показатељима

Београд има климу која се може описати као умерено континентална, са четири годишња доба, умерено топлим летима и умерено хладним зимама уз локалне варијације. Јесен је дужа од пролећа, са дужим сунчаним и топлим периодима тзв. михољско лето. Зима није тако оштра, са у просеку, 21 даном са температуром испод нуле.

Климатске карактеристике подручја дефинисане су на основу података са главне метеоролошке станице (ГМС) Београд. Анализирани су основни параметри климе: температура, падавине, релативна влажност и ветар.

*Температура ваздуха*

Температурни режим анализиран је на основу података о средњим месечним температурама ваздуха из периода 1946-2020. и приказан је у виду унутаргодишње расподеле просечних, минималних и максималних средњих месечних температура ваздуха. Просечна вишегодишња температура ваздуха у посматраном периоду износила је 12,45 °C.




*Слика 2.24 Унутаргодишња расподела средњих месечних температура ваздуха*

У наредној табели приказане су просечне, минималне и максималне месечне температуре, као и минималне и максималне измерене температуре у периоду 1951-2020. године.

*Табела 2-7 Просечне и екстремне средње месечне температуре ваздуха*

| Месец | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Мин. средња темп. | -6,3 | -7,2 | 1,4 | 8,2 | 13,6 | 17,5 | 19,8 | 18,1 | 14,1 | 8,7 | 1,4 | -2,1 |
| Просечна темп. | 1,0 | 2,9 | 7,4 | 12,8 | 17,7 | 20,9 | 22,7 | 22,4 | 18,2 | 12,7 | 7,4 | 2,7 |
| Макс. средња темп. | 7,6 | 9,1 | 11,8 | 18,2 | 21,5 | 25,0 | 27,0 | 26,8 | 22,6 | 17,0 | 13,9 | 6,6 |
| Мин. темп. | -21,0 | -20,5 | -12,4 | -3,4 | 0,4 | 4,6 | 8,9 | 6,7 | 0,6 | -4,5 | -8,0 | -15,1 |
| Макс. темп. | 20,7 | 23,9 | 30,0 | 32,4 | 34,9 | 37,4 | 43,6 | 40,0 | 37,5 | 33,7 | 28,4 | 22,6 |

*Падавине*

Режим кишних падавина анализиран је на основу годишњих и месечних сума падавина и приказан је у виду: унутаргодишње расподеле падавина, просечне вишегодишње годишње суме падавина и просечне вишегодишње суме падавина по сезонама.

Режим киша анализиран је на основу података из периода 1946-2020. година. Годишње суме падавина приказане су графички на слици испод. Просечна вишегодишња сума падавина је 690 mm, али се уочава велика неравномерност, па је у разматраном периоду реализована годишња сума падавина 2000. године била само 367 mm, а претходне, 1999. године, 3 пута већа и износила је 1051 mm. Максимална годишња сума падавина забележена је 2015. године и износила је 1101 mm.




*Слика 2.25 Годишње суме падавина у периоду 1946-2020.*

Унутаргодишња расподела месечне суме падавина приказана је у наредној табели.

*Табела 2-8 Месечне суме падавина у периоду 1946-2020. године*

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| минимална | 4,2 | 2,3 | 1,8 | 3,8 | 8,7 | 15,4 | 2,9 | 4,5 | 1,0 | 0,0 | 5,0 | 0,8 |
| просечна | 48,1 | 44,2 | 48,4 | 53,8 | 72,2 | 94,2 | 66,6 | 51,5 | 52,9 | 47,4 | 54,8 | 56,2 |
| максимална | 112,6 | 127,8 | 144,7 | 157,9 | 280,4 | 212,2 | 262,5 | 168,1 | 183,7 | 184,9 | 131,5 | 178,7 |

На основу приказане унутаргодишње расподеле месечних сума падавина може се констатовати велика неравномерност падавина и унутар године, а и да је дијапазон просечне месечне суме падавина у свим месецима веома широк. На основу реализованих падавина може се у било ком месецу, осим јуна, догодити да месечна сума падавина буде мања од 10 mm. Такође се у било ком месецу може догодити да месечна сума падавина превазиђе 100 mm. Највише кишних падавина регистровано је у мају и јулу, а најмање у јануару.

Број дана са снежним падавинама по месецима, у периоду 1952-2020. године, приказан је у следећој табели:

*Табела 2-9 Број дана са снежним падавинама у периоду 1952-2020.*

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| најмањи број дана са снегом | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| просечни број дана са снегом | 13,0 | 8,9 | 3,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 7,5 |
| највећи број дана са снегом | 31,0 | 29,0 | 17,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 17,0 | 31,0 |

Види се да је у разматраном периоду било година у којима је током децембра, јануара и фебруара сваког дана било снежних падавина, али и година у којима није било снежних падавина ни једног дана.

Ако се посматра месечна сума висина снежног покривача види се да је просечна висина у данима када је било снега од 3 cm у октобру, до 148 cm у фебруару. Максимална месечна сума снежног покривача регистрована је фебруара 1954. године.

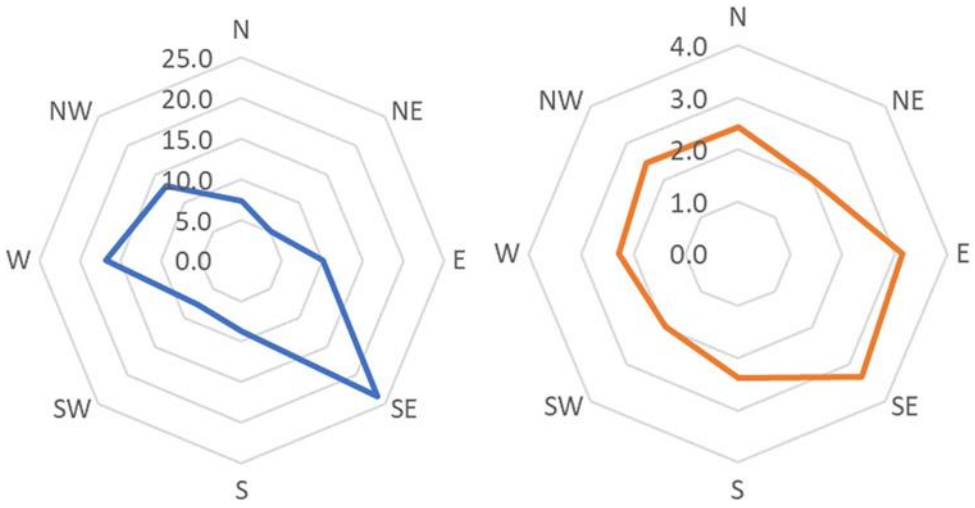
*Ветар*

Просечна вишегодишња брзине ветра у периоду 1951-2020. године износила је 2,55 m/s. Највећу учесталост има југоисточни ветар – кошава, који дува са Карпата и чија просечна годишња брзина износи 3,3 m/s. Ветрови са највећом брзином највише су се јављали у октобру и у периоду јануар-март.

Режим кретање ваздушних маса приказан у виду руже ветрова у којој је по карактеристичним правцима приказана учесталост ветра и у виду унутаргодишње расподеле брзине ветра.

*Табела 2-10 Просечна вишегодишња честина (%) и брзина (m/s) ветра на основу података преузета из документације*

| | С | СЕ | И | ЈИ | Ј | ЈЗ | З | СЗ | тишина |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| честина (%) | 7,3 | 5,1 | 10,1 | 23,7 | 8,7 | 7,7 | 16,7 | 13,0 | 7,7 |
| брзина (m/s) | 2,4 | 2,0 | 3,1 | 3,3 | 2,4 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 0,0 |




*Слика 2.26 Ружа ветрова за Београд, учесталост (лево ) и брзина у m/s (десно)*

## 2.5 Опис флоре и фауне, природних добара посебне вредности (заштићених) ретких и угрожених биљних и животињских врста и њихових станишта и вегетације

Према издатом Решењу Завода за заштиту природе Србије, локација на којој је планирана изградња дела београдске метро трасе, линије 1, фазе 1, од Железника до Карабурме не налази се унутар заштићеног подручја за које је спроведен или покренут поступак заштите, као ни унутар еколошки значајних подручја и еколошких коридора еколошке мреже Републике Србије.

**Еколошки значајна подручја**

Према Уредби о еколошкој мрежи („Службени гласник РС“, бр. 102/2010), Еколошка мрежа Србије обухвата следећа еколошки значајна подручја на територији Београда или околине:

- Ушће Саве у Дунав (ознака 18 на слици), које има важну улогу за гнежђење, миграцију и зимовање птица. Најважније врсте су орао белорепан (Haliaeetus albicilla) и мали корморан (Microcarbo pigmeus). Реке Сава и Дунав су еколошки коридори од националног и међународног значаја;
- Кошутњак (ознака 1 на слици), који је заштићено подручје као значајно станиште за очување разноврсности фауне сисара, птица, гмизаваца и водоземаца, инсеката и геолошког наслеђа;
- Авала (планина која се налази 16 km југоисточно од центра Београда), која је идентификована као енералд подручје и као главна подручја лептира (ПБА);
- Космај (планина која се налази 40 км југоисточно од Београда), која је такође идентификована као смарагдно подручје и као примарна подручја лептира (ПБА).

Ушће Саве у Дунав се налази у близини пројектне трасе, а посебно је близу деонице од Аде Циганлије до станица Савски Трг, као и до северног краја трасе. Подручје истраживања пресеца ово еколошки важно подручје између станица Ада Циганлија и Сајам.

На територији града Београда у оквиру ушћа Саве у Дунав налазе се следећа заштићена подручја:

*Међународно и национално подручје важно за птице (IBA):*

- „Ушће Саве у Дунав" (класификациони код: RS0171BA), које покрива исту површину као и еколошки важно подручје;

*Заштићена станишта:*

- Гљиве Аде Циганлије, која се налази на западном делу острва Ада Циганлија, на око 3 km од трасе пројекта;
- Зимовиште малог корморана (ознака 20), на источном делу острва Ада Циганлије и на левој обали реке Саве, у близини истражног подручја између станица Ада Циганлија и Сајам. Студија заштите Зимовника малог корморана послата је Секретаријату за заштиту животне средине града Београда у августу 2016. године. До сада није донет ниједан акт о заштити;
- Језеро Велико Блато, северно од леве обале Дунава, на око 4 км од трасе пројекта.

Кошутњак, друго еколошки важно подручје у близини трасе пројекта, налази се у близини станице Парк Баново брдо. У оквиру Кошутњака налазе се следећа заштићена подручја:

*Споменик природе:*

- шума Кошутњак, која покрива већи део површине са еколошки значајног подручја;

*Строги природни резервати:*

- Шума сребрне липе, у северном делу Кошутњака, у близини станице Парк Баново брдо;
- Шума храста лужњака и граба код Хајдучке чесме, која је јужније у Кошутњаку, на удаљености од око 3 km од трасе пројекта.

**Природна добра ван еколошки значајних подруча**

Следећа природна добра се не налазе унутар еколошки важног подручја, али се налазе у близини подручја истраживања:

*Споменици природе (заштићена подручја):*

- дрво тисе у Пожешкој улици (заштићено дрво у близини трасе, северно од станице Парк Баново брдо; ознака 15);
- Арборетум Шумарског факултета у Београду, у близини станице Парк Баново брдо (ознака 19);
- Два стабла хималајског бора (заштићена стабла на истраживаном подручју између окана 05 и 06; ознака 16);
- Дрво кестена на Сењаку (заштићено дрво на подручју истраживања у близини станице Сајам; ознака 17);
- Пионирски парк, у близини истраживаног простора између станица Савски трг и Трг републике;
- Академски парк (ознака 22), у близини истраживаног простора код станице Трг републике;
- Ботаничка башта Јевремовац (ознака 23), у близини истраживаног простора између станица Скадарлија и Дунав;
- Звездарска шума (ознака 24), њен северни врх је близу истраживаног подручја код станице Карабурма.

*Градски паркови и шуме:*

- Део шуме Кошутњак, који није обухваћен статусом „Споменик природе“ пресеца истраживани простор, у близини станице Парк Баново брдо (ознака 1);
- Парк Баново брдо, који пресеца станица Парк Баново брдо (ознака 10)
- Парк испод ОШ „Јосиф Панчић“, у близини станице Парк Баново брдо (ознака 11)
- Хајд парк, који се налази у близини истраживачког подручја у близини станице Сајам (ознака 21);
- Дворишни парк, који се налази у близини окна 08 (ознака 12);
- Парк Газела (ознака 2), који се налази у близини станице Мостар;
- Финансијски парк (ознака 3), у близини станице Савски трг;
- Парк Бристол (ознака 4), у области истраживања близу окна;
- Парк Луке Ћеловића (ознака 5), пресечен окном 09;
- Теразијски парк (ознака 6), у истраживаном простору између окна 09 и станице Трг републике;
- Парк код Скупштине (ознака 7), у близини истраживаног подручја и поред Пионирског парка, поменутог у Споменицима природе;
- Гардијски парк (ознака 8), пресечен станицом Трг републике;
- Парк у Венизелосовој (ознака 9), уз трасу између станица Скадарлија и Дунав;

**Флора**

Врсте дрвенастих, жбунастих и зељастих биљака регистроване у заштићеним подручјима које су у великој мери задржале природни изглед представљају 45% укупне флоре Београда. Што се тиче украсног биља, у парковима је заступљено око 400 врста.

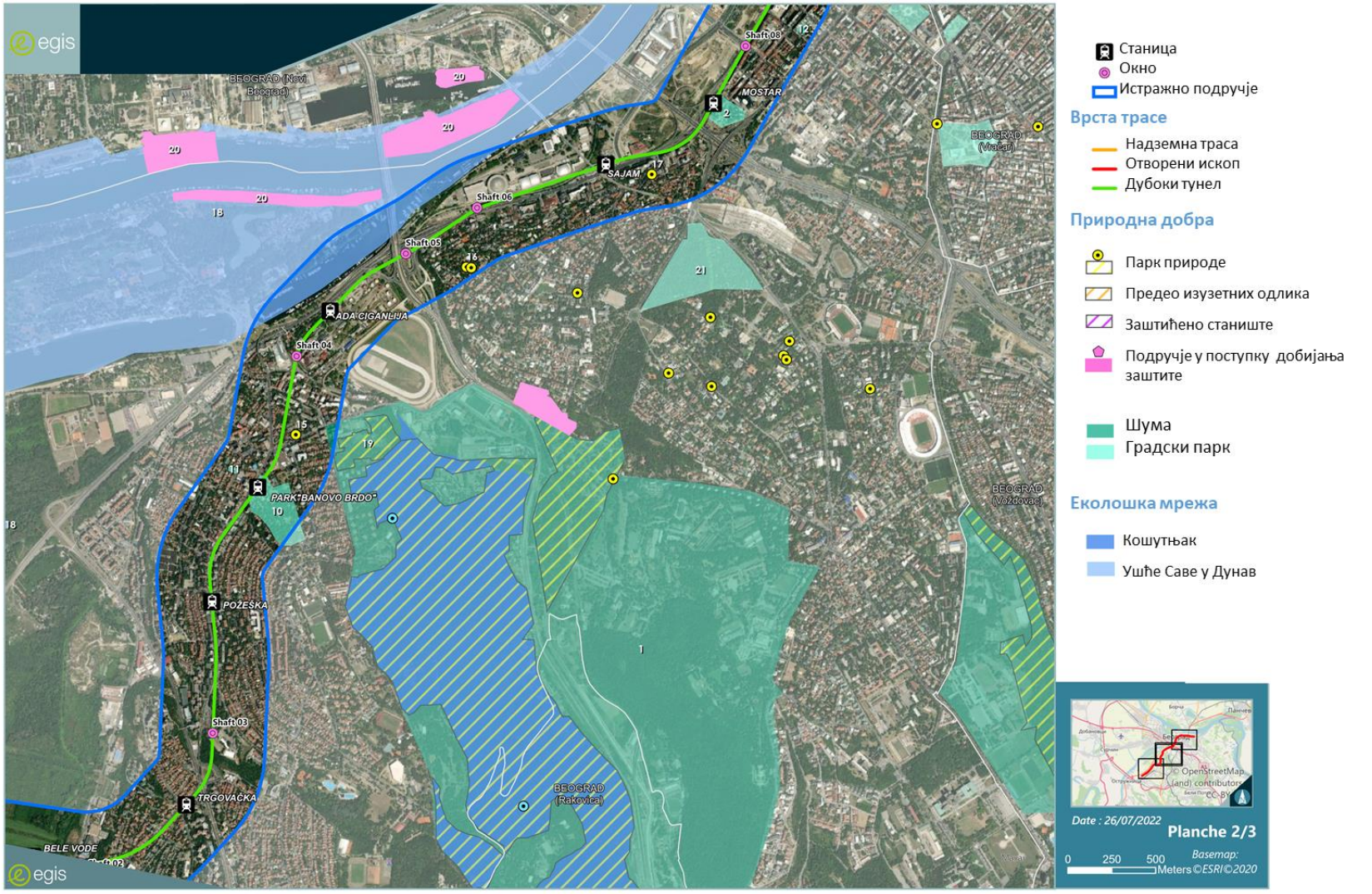
Угрожене врсте са влажних станишта, чији је број на подручју Београда драстично смањен, су: бели локвањ (Nimphaea alba), жути локвањ (Nuphar luteum), разноротка (Marsilea quadrifolia), тестерица (Stratiotes aloides), барска калужђарка (Epipactis palustris), водени орах (врсте из рода Trapa). На траси линије 1 која је предмет пројекта нема влажних станишта.

На обалама Саве и Дунава појавиле су се нове егзотичне врсте, које заузимају велика подручја и које замењују многе аутохтоне врсте из њихових природних станишта. Међу овим егзотичним врстама, једна од најинвазивнијих је Amorpha fruticose (багренац), која је обрасла скоро све обале великих река, формирајући у појединим пределима веома густе и збијене формације жбуна. Остале инвазивне врсте, које треба поменути су: пајавац (Acer negundo), кисело дрво (Ailanthus altissima), свиленица (Asclepias syriaca), грођаста звездица (Aster lanceolatus), красолика (Erigeron annus), козји рогови (Bidens frondosa), америчка боца (Xanthium italicum), власасто просо (Panicum capillare) и амброзија (Ambrosia artemisifolia).

**Фауна**

Животни циклус заштићених врста птица које се налазе унутар проучаваног коридора везан је за водена и влажна станишта. Највеће национално зимовалиште малог корморана (Microcarbo pygmaeus) налази се око испод Моста на Ади. Поред тога, следеће врсте, које се налазе и око реке Саве, су високо заштићене и од националног значаја: гак (Nycticorax nycticorax), мала бела чапља (Egretta garzetta), велика бела чапља (Ardea alba), водомар (Alcedo atthis), вивак (Vanellus vanellus) и ластавичар (Falco Subbuteo)

У вези са птицама, још један важан фактор који треба узети у обзир је локација миграционе руте птица селица у близини реке Саве.


egis
BEOGRAD (Novi Beograd)
Shaft 08
MOSTAR
SAJAM
Shaft 06
Shaft 05
ADA CIGANLIJA
Shaft 04
PARK "BANOVO BRDO"
POŽEŠKA
Shaft 03
TRGOVAČKA
BELE VODE
BEOGRAD (Rakovica)
BEOGRAD (Voždovac)
BEOGRAD (Vračar)
Станица
Окно
Истражно подручје
Врста трасе
Надземна траса
Отворени ископ
Дубоки тунел
Природна добра
Парк природе
Предео изузетних одлика
Заштићено станиште
Подручје у поступку добијања заштите
Шума
Градски парк
Еколошка мрежа
Кошутњак
Ушће Саве у Дунав
Date : 26/07/2022
Planche 2/3
0 250 500
Meters
Basemap:
© OpenStreetMap (and) contributors
CC-BY
©ESRI©2020




*Слика 2.27 Заштићена природна добра на траси метроа*

### 2.5.1 *Опис примењене методологије за одређивање нивоа изазова станишта и врста током теренског истраживања*

Изазов се одређује на два нивоа. Први ниво је дефинисање изазова врсте/станишта и кориговани ниво изазова врсте. Други ниво је синтеза свих дефинисаних нивоа на датој локацији.

*Табела 2-11 Ниво изазова врсте и станишта*

| | |
|---|---|
| **Забрињавајућ** | Врста или станиште је пред истребљењем |
| **Веома висок** | Веома ретке врсте (некадашње „критично угрожене“ врсте (CR - Critically Endangered) на Европској црвеној листи) |
| **Висок** | Угрожене врсте (некадашње „угрожене“ врсте (EN – Endangered) на Европској црвеној листи)<br>За размножавање птица: Анекс I директиве о птицама (Directive 2009/147/EC о очувању дивљих птица)<br>Анекс II директиве о стаништима (Directive 92/43/CEE о очувању дивљих станишта) |
| **Прилично висок** | Рањива врста (ex VU на европској црвеној листи) |
| **Средњи** | Врсте близу угрожености (ex NT на европској црвеној листи)<br>За птице које презимљавају и птице селице: Анекс I директиве о птицама (Directive 2009/147/EC о очувању дивљих птица)<br>За размножавање птице: Други анекси директиве о птицама (Directive 2009/147/EC о очувању дивљих птица)<br>Анекс IV директиве о стаништима (Directive 92/43/CEE о очувању дивљих станишта) |
| **Низак** | Уобичајена врста (ex LC на европској црвеној листи)<br>Врста селица или врста која презимљава која може да користи друге локације и окружење |
| **Нема** | Егзотична врста |

Овај ниво изазова се затим прилагођава у складу са употребом истраживаног подручја од стране врсте. На пример, ако се примети да врста са веома високим нивоом изазова (према горњој табели) прелеће преко истраживаног подручја и не може да га користи, ниво изазова се може спустити на низак. Уколико ова врста може да користи истраживано подручје, ниво изазова се спушта на висок.

**Синтезни ниво изазова**

Затим, за сваку локацију, ниво изазова даје се по врсти или станишту са највећим степеном изазова. Овај ниво изазова је основа за даљу анализу утицаја пројекта на врсте и станишта.

*Табела 2-12 Синтезни ниво изазова врсте и станишта*

| | |
|---|---|
| **Забрињавајућ** | Локација од изузетног интереса, прихватају врсте/станиша са великим изазовом. |
| **Веома висок** | Станишта у интересу заједнице са високим приоритетом;<br>Станишта која прихватају врсте са веома високим нивоом изазова;<br>Врло висок ниво миграцијских рута изазова (миграцијске руте регионалних размера). |
| **Висок** | Станишта у интересу заједнице без високог приоритета;<br>Станишта која прихватају врсте са високим нивоом изазова;<br>Секундарни миграцијски путеви (миграцијски правци локалних размера). |
| **Прилично висок** | Станишта која прихватају врсте са прилично високим нивоом изазова;<br>Други путеви миграције. |

| | |
|---|---|
| **Средњи** | Станишта која прихватају врсте са средњим нивоом изазова;<br>Одморишта или подручја за размножавање велике популације уобичајених заштићених врста |
| **Низак** | Станишта која прихватају врсте са ниским нивоом изазова; |
| **Нема** | Станишта без икаквих врста или са егзотичним врстама. |

### *2.5.2 Резултати теренског истраживања станишта, флоре и фауне*

У периоду март-јун 2021. године, компанија Egis д.о.о. у сарадњи са стручњацима из Друштва за заштиту и проучавање птица Србије и Природњачког музеја, спровела је теренско истраживање на линији 1. Проучавано подручје обухватило је ужу зону (зона линије и тампон зона од 200 метара око линије.

За сваку таксономску групу, теренско проучавање изведено је у погодно доба године, као што је приказано у наредној табели.

**Станишта и флора**

У следећој табели описана су станишта пронађена дуж линије метроа, док је у последој колони назначено да ли се станиште налази и у подручју Макишког поља или у урбаном подручју.

Мапа природних, полуприродних и вештачких станишта направљена је према EUNIS типологији. EUNIS класификација станишта је свеобухватни паневропски систем за идентификацију станишта. Класификација је хијерархијска и обухвата све типове станишта од природних до вештачких, од копнених до слатководних и морских. Следећа табела описује станишта пронађена на истраживаном подручју.

*Табела 2-13 Листа станишта дуж линије 1*

| | **EUNIS** | **Име** | **Природно / модификовано станиште** | **Макиш** | **Градско подручје** |
|---|---|---|---|---|---|
| Површинске текуће воде | C 2.3 | Стални, спори, мирни водотокови чији се ниво воде не мења | Модификовано природно станиште | | X |
| Жбуње и живе ограде | FA.4 | Живице сиромашне аутохтоним врстама | Модификовано природно станиште | X | |
| | F3.1 | Умерене шикаре и жбуната станишта | Модификовано природно станиште | X | |
| Шума, шумска станишта и друге пошумљене површине | G1.A | Мезо - и еутрофне шуме са Quercus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Tilia, Ulmus и сродне шуме | Модификовано природно станиште | X | |
| | G1.D | Засади воћака и дрвећа са орашастим плодовима | Модификовано станиште | X | |
| | G1.2 | Јасеново (Fraxinus)-јовине (Alnus) и храстове (Quercus)-брестово (Ulmus)-јасенове (Fraxinus) шуме дуж река | Модификовано природно станиште | X | |
| | G5.1 | Дворедни | Модификовано станиште | X | X |

| | EUNIS | Име | Природно / модификовано станиште | Макиш | Градско подручје |
|---|---|---|---|---|---|
| | G5.6 | Младе природне и полуприродне шуме и поново израсле шуме | Модификовано природно станиште | X | |
| | G5.8 | Скорије крчене површине | Модификовано природно станиште | X | |
| Редовно или скоро култивисана агрикултурна, хортикултурна или домаћа станишта | I1.1 | Интензивне монокултуре | Модификовано станиште | X | |
| | I1.2 | Мешовите културе повртњака и хортикултурних башта | Модификовано станиште | X | |
| | I1.5 | Голе узоране, пожњевене или скорије напуштене обрадиве површине | Модификовано станиште | X | X |
| | I2.1 | Велике баште са украсним биљем | Модификовано станиште | | X |
| | I2.2 | Мале баштенске површине са украсним биљем или баште око домаћинстава | Модификовано станиште | | X |
| | I2.3 | Коровске заједнице недавно напуштених башта | Модификовано станиште | X | X |
| Конструкције, индустријска и друга вештачка станишта | J1.1 | Стамбене зграде градских центара | Модификовано станиште | | X |
| | J1.4 | Урбане и субурбане индустријске и комерцијалне локације које се још увек активно користе | Модификовано станиште | | X |
| | J1.5 | Напуштене градске и сеоске грађевине | Модификовано станиште | | X |
| | J1.6 | Урбане и субурбане грађевине и одлагалишта шута | Модификовано станиште | | X |
| | J4.2 | Мрежа путева | Модификовано станиште | X | X |
| | J4.3 | Железничке мреже | Модификовано станиште | | X |
| | J5.4 | Веома вештачке текуће воде | Модификовано станиште | X | |
| | J6.1 | Заједнице корова на депонијама отпада | Модификовано станиште | X | X |

У Свесци 2 – Графички прилози приказане су мапе са стаништима чије је присуство утврђено теренским

**Фауна**

Слепи мишеви

На подручју Макиша извшено је снимање снимање присуства слепих мишева на три локације, у близини станишта: живе ограде и шуме на подручју Макиша. Уређаји су постављени у мају 2021. године, у периоду велике активности слепих мишева.

Утврђено је присуство осам врста које уживају статус строго заштићених дивљих врста, а највећа активност уочена је у близини станице Жарково. С обзиром на приказана станишта дуж линије метроа, само шуме у Макишком пољу могу представља станиште за слепе мишеве. Потенцијална легла су анализирана дуж целе трасе, а потенцијална легла могу се наћи:

- Скадарлија: зелена пијаца,
- Мостар и Сајам и Парк Баново брдо: крошње околног дрвећа,
- Ада Циганлија: складиште – вештачко станиште слепих мишева.

Слика 2.28 Слепи мишеви на предметној локацији

| Врста | Српски статус заштите | ЕУ Natura 2000 статус | ЕУ UICN Црвена листа | Ниво изазова | Намена подручја | Исправљен ниво изазова |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Белоруби слепи мишић** ***Pipistrellus kuhlii*** | Строго заштићена дивља врста | Annex IV | LC | средњи | храњење / премештање | низак |
| **Шумски слепи мишић** ***Pipistrellus nathusii*** | Строго заштићена дивља врста | Annex IV | LC | средњи | храњење / премештање | низак |
| **Патуљасти слепи мишић** ***Pipistrellus pygmaeus*** | Строго заштићена дивља врста | Annex IV | LC | средњи | храњење / премештање | низак |
| **Планински слепи мишић** ***Hypsugo savii*** | Строго заштићена дивља врста | Annex IV | LC | средњи | храњење / премештање | низак |
| **Велики / мали мишоухи вечерњак** ***Myotis myotis / Myotis blythii*** | Строго заштићена дивља врста | Annex II | LC / NT | висок | храњење / премештање | средњи |
| **Црни бркати вечерњак** ***Myotis mystacinus*** | Строго заштићена дивља врста | Annex IV | LC | средњи | храњење / премештање | низак |
| ***Дугокрили љиљак*** ***Miniopterus schreibersii*** | Строго заштићена дивља врста | Annex II | - | висок | храњење / премештање | средњи |
| **Мали ноћник** ***Nyctalus noctula*** | Строго заштићена дивља врста | Annex IV | LC | средњи | храњење / премештање | средњи |

Птице

Током трајања истраживања на терену током марта и јуна 2021. године, 63 врсте птица су уочене у Макишком пољу и дуж линије 1 метроа.

Већина птица је строго заштићена, што значи да је убијање, држање као кућних љубимаца, трговина, узимање из природе, оштећивање станишта и уништавање станишта строго забрањено. Друге врсте су заштићене, па је њихов лов забрањен ван ловне сезоне. У наредној табели дат је списак свих птица примећених дуж линије метроа.



*Слика 2.29 Руси сврачак (извор: Egis, 2021) и прдавац (извор: Quentin Guibert-France, 2020)*

*Табела 2-14 Врсте птица на предметној локацији*

| Врста | Српски статус заштите | EU Natura 2000 статус | EU UICN Црвена листа* | Српска Црвена листа* | Ниво изазова за врсту | Коришћење локације | Коригован ниво изазова | Локација |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ласта *Hirundo rustica*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана / Миграција | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Пиргаста грмуша *Sylvia nisoria*** | Строго заштићена врста | Annex I | Мала забринутост | Мала забринутост | Висок | Размножавање | Висок | Макиш |
| **Црна црвенорепка *Phoenicurus ochruros*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Црна жуна *Dryocopus martius*** | Строго заштићена врста | Annex I | Мала забринутост | Мала забринутост | Висок | Размножавање / Презимљавање | Висок | Даље од Макиша |
| **Кос *Turdus merula*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Мишар *Buteo buteo*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Зеба *Fringilla coelebs*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Звиждак *Phylloscopus collybita*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Кукавица *Cuculus canorus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Мартин *Delichon urbicum*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Ветрушка *Falco tinnunculus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |

| Врста | Српски статус заштите | EU Natura 2000 статус | EU UICN Црвена листа* | Српска Црвена листа* | Ниво изазова за врсту | Коришћење локације | Коригован ниво изазова | Локација |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Конопљарка** ***Linaria cannabina*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Обични славуј** ***Luscinia megarhynchos*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Фазан** ***Phasianus colchicus*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Препелица** ***Coturnix coturnix*** | Заштићена врста | Annex II | Мала забринутост | Мала забринутост | Средњи | Размножавање | Средњи | Макиш |
| **Чворак** ***Sturnus vulgaris*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Црна чиопа** ***Apus apus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Грмуша чаврљанка** ***Sylvia communis*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Голуб гривнаш** ***Columba palumbus*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Прдавац** ***Crex crex*** | Строго заштићена врста | Annex I | Мала забринутост | Мала забринутост | Висок | Размножавање | Висок | Макиш Градско подручје |
| **Црнокапа грмуша** ***Sylvia atricapilla*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Плава сеница** ***Cyanistes caeruleus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Гугутка** ***Streptopelia decaocto*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Вуга** ***Oriolus oriolus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Ластавичар** ***Falco subbuteo*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Кобац** ***Accipiter nisus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Креја** ***Garrulus glandarius*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |

| Врста | Српски статус заштите | EU Natura 2000 статус | EU UICN Црвена листа* | Српска Црвена листа* | Ниво изазова за врсту | Коришћење локације | Коригован ниво изазова | Локација |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Сврака** ***Pica pica*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Трстењак цвркутић** ***Acrocephalus scirpaceus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Дивља патка кржуља** ***Anas crecca*** | Заштићена врста | Annex II | - | Није примењиво | Низак | Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Пољски врабац** ***Passer montanus*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Царић** ***Troglodytes troglodytes*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Пчеларица** ***Merops apiaster*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана / Corridor | Низак | Макиш |
| **Чешљугар** ***Carduelis carduelis*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Зелена жуна** ***Picus viridis*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Црвендаћ** ***Erithacus rubecula*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Црноглава траварка** ***Saxicola rubicola*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Домаћи голуб** ***Columba livia f. domestica*** | - | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Дрозд боровњак** ***Turdus pilaris*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Није примењиво | Низак | Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Сива грмуша** ***Sylvia borin*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Недовољно података | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Велики детлић** ***Dendrocopos major*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Велика сеница** ***Parus major*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |

| Врста | Српски статус заштите | EU Natura 2000 статус | EU UICN Црвена листа* | Српска Црвена листа* | Ниво изазова за врсту | Коришћење локације | Коригован ниво изазова | Локација |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Сива чапља** ***Ardea cinerea*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Сива врана** ***Corvus cornix*** | Заштићена врста | Annex II | Мала забринутост | Мала забринутост | Средњи | Размножавање / Презимљавање | Средњи | Макиш Градско подручје |
| **Домаћи врабац** ***Passer domesticus*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Жути вољић** ***Hippolais icterina*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Мали детлић** ***Dendrocopos minor*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Грмуша** ***Curruca curruca*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Дугорепа сеница** ***Aegithalos caudatus*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Патка глувара** ***Anas platyrhynchos*** | Заштићена врста | Annex II | Мала забринутост | Мала забринутост | Средњи | Исхрана / Презимљавање | Средњи | Макиш |
| **Ливадска трептељка** ***Anthus pratensis*** | Строго заштићена врста | - | Није примењиво | Није примењиво | Средњи | Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Обични гавран** ***Corvus corax*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Руси сврачак** ***Lanius collurio*** | Строго заштићена врста | Annex I | Мала забринутост | Мала забринутост | Висок | Размножавање | Висок | Макиш |
| **Гачац** ***Corvus frugilegus*** | Заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш Градско подручје |
| **Дрозд певач** ***Turdus philomelos*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Сеоски детлић** ***Dendrocopos syriacus*** | Строго заштићена врста | Annex I | Мала забринутост | Мала забринутост | Висок | Размножавање / Презимљавање | Висок | Макиш Градско подручје |
| **Чавка** ***Corvus monedula*** | Заштићена врста | Annex II | Мала забринутост | Мала забринутост | Средњи | Размножавање / Презимљавање | Средњи | Макиш Градско подручје |
| **Еја мочварица** ***Circus*** | Строго заштићена врста | Annex I | Мала забринутост | Близу угрожености | Висок | Презимљавање | Прилично Висок | Макиш |

| Врста | Српски статус заштите | EU Natura 2000 статус | EU UICN Црвена листа* | Српска Црвена листа* | Ниво изазова за врсту | Коришћење локације | Коригован ниво изазова | Локација |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***aeruginosus*** | | | | | | | | |
| **Жута плиска *Motacilla flava*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Обична траварка *Saxicola rubetra*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање | Низак | Макиш |
| **Бела рода *Ciconia ciconia*** | Строго заштићена врста | Annex I | Мала забринутост | Мала забринутост | Висок | Прелетање, Размножавање у близини предмета анализе | Средњи | Даље од Макиш |
| **Бела плиска *Motacilla alba*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Размножавање / Презимљавање | Низак | Макиш |
| **Бела плиска *Motacilla alba*** | Строго заштићена врста | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана / Кретање | Низак | Макиш |
| **Сињи галеб *Larus michahellis*** | - | - | Мала забринутост | Мала забринутост | Низак | Исхрана / Кретање | Низак | Макиш Градско подручје |

Копнени сисари

На подручју Макиша испитивано је и утврђено присуство, током целе године, копнених сисара: европски зец (*Lepus europaeus*) и срна (*Capreolus capreolus*). Такође, на овом подручју могу бити присутне и друге врсте сисара, попут веверице (*Sciurus vulgaris*), белогрудог јежа (*Erinaceus roumanicus*) и црвене лисице (*Vulpes vulpes*), које имају статус заштићених дивљих врста.

*Табела 2-15 Истражене врсте сисара на Макишком пољу*

| Врста | Српски статус заштите | ЕУ Natura 2000 статус | ЕУ UICN црвена листа | Ниво изазова | Намена подручја | Исправљен ниво изазова |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Европски зец – *Lepus europaeus*** | Заштићена дивља врста, Л[6] | - | LC | низак | храњење/ размножавање | низак |
| **Срна – *Capreolus capreolus*** | Заштићена дивља врста, Л[7] | - | LC | низак | храњење/ размножавање | низак |

Срна би се могла кретати миграционим рутама изван Макиша: западно, другим делом Макиша, преко ауто-пута или јужно. Ауто-путеви и путеви око Макиша ограничавају могућности, али не заустављају миграцијску осу. Макиш није повезан са шумом

[6] Ловна сезона од 15.10. до 15.12.
[7] Ловна сезона: 15.4-30.9 (срндаћ) и 1.9.–31.1. (срна и лане)

Кошутњак (резервоар биодиверзитета) због урбанизације између та два ентитета. Све поменуте врсте су уобичајене и нису заштићене у Србији. Осе миграцијских путева постоје у Макишу: на запад - река Сава и на југ.

Ван Макиша нису присутни копнени сисари уочени у Макишком пољу, нити постоје миграционе руте.

Гмизавци

Гмизавци су тражени на одговарајућим подручјима: у шумама и жбуновима, живим оградама, испод стена, на зидовима током марта и маја 2021. године. У Макишу је пронађена само једна врста: зидни гуштер (*Podarcis muralis*). То је уобичајена и незаштићена врста која се може наћи у вештачким стаништима: у подножју зграда (ако има вегетације), у рушевинама и у природним стаништима: живе ограде, границе шума и жбуња.

*Табела 2-16 Гмизавци на подручју Макишког поља*

| Врста | Српски статус заштите | ЕУ Natura 2000 статус | ЕУ UICN црвена листа | Ниво изазова | Намена подручја | Исправљен ниво изазова |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Зидни гуштер – *Podarcis muralis*** | не | - | LC | низак | храњење/ размножавање/зимовање | низак |

Водоземци

Водоземци користе воду (баре, канале, водотоке) за репродукцију и у води борave неколико пролећних месеци, док су остатак године на сувом - грмље, шуме, испод камења. Унутар истраживаног подручја, у мају 2021. године пронађено је једно подручје водоземаца: канали Макиша. Канали у Макишу су сиромашна станишта за водоземце с обзиром да могу бити загађени и не нуде много микростаништа која би им омогућила полагање јаја. Као резултат тога, у два канала (Бочни канал и канал Б) пронађене су две јединке из рода *Pelophylax*, међутим, није детерминисано да ли припадају врсти *Pelophylax lessonae* (мала зелена жаба) или *Pelophylax ridibundus* (велика зелена жаба). Обе врсте имају статус заштићене дивље врсте и презимљује у грмљу у близини канала.

Ван подручја Макиша, односно на локацији планираних станица, водоземци нису присутни.

| Врста | Српски статус заштите | ЕУ Natura 2000 статус | ЕУ UICN црвена листа | Ниво изазова | Намена подручја | Исправљен ниво изазова |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Водена жаба *Pelophylax sp.*** | Заштићена дивља врста | - | - | низак | храњење/ размножавање/зимовање | низак |



*Слика 2.30 Зелена жаба (Pelophylax sp, ©Egis - Makis, 2021)*

Инсекти

Предметно подручје испитивано је у мају 2021. године, када је уочено шест врста инсеката. Ове врсте су честе у Србији, а бројност им је мала у истраживаном подручју. Три уобичајене и незаштићене врсте виђене су у каналу на западу Макиша (удаљено подручје истраживања, поред Бочног канала): модра водендевојчица (*Coenagrion puella)*, велика мора (*Ischnura elegans)* и смарагдна црвенка (*Pyrrhosoma nymphula)*. Вегетација дуж канала Претраж (1-5) Париповац поток / Жарковачки поток могла би бити погодна за поменуте инсекте, али загађеност воде отежава размножавање.



*Слика 2.31 Лептир – © Egis - Макиш, 2021*

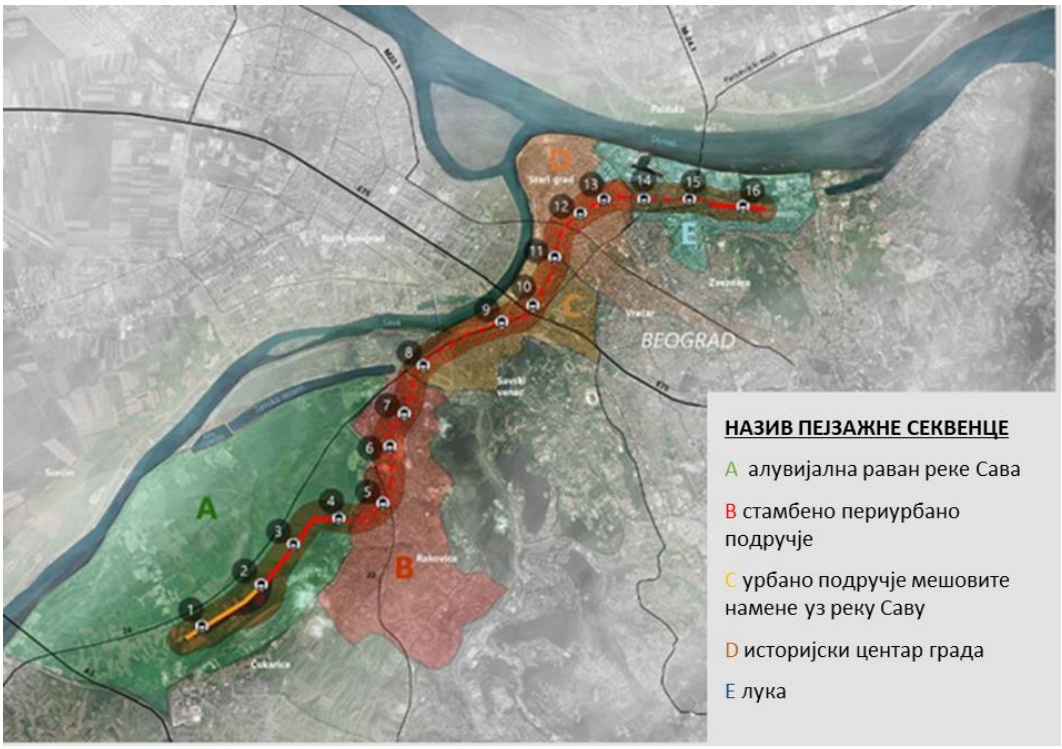
*Табела 2-17 Врсте инсеката у Макишком пољу*

| Врста | Српски статус заштите | ЕУ Natura 2000 статус | ЕУ UICN црвена листа | Ниво изазова | Намена подручја | Исправљен ниво изазова |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Лептир купусар *Pieris brassicae*** | Строго заштићена врста | - | LC | низак | размножавање | низак |
| **Лимуновац *Gonepteryx*** | не | - | LC | низак | размножавање | низак |

| Врста | Српски статус заштите | ЕУ Natura 2000 статус | ЕУ UICN црвена листа | Ниво изазова | Намена подручја | Исправљен ниво изазова |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***rhamni*** | | | | | | |
| **Рињи скелар *Ochlodes sylvanus*** | не | - | LC | низак | размножавање | низак |
| **Адмирал *Vanessa atalanta*** | не | - | LC | низак | размножавање | низак |
| **Плавац *Plebeius argus*** | Строго заштићена врста | - | LC | низак | размножавање | низак |
| **Зидни окаш *Lasiommata megera*** | не | - | LC | низак | размножавање | низак |

## 2.6 Преглед основних карактеристика пејзажа

Линија 1 метроа пресеца пет пејзажних секвенци (приказане на следећој слици) – алувијална раван реке Сава, стамбено периурбано подручје, урбано подручје мешовите намене уз реку Сава, историјски центар града и лука.




*Слика 2.32 Пејзажне секвенце на линији 1 метроа*

**Алувијалну раван реке Саве** (секвенца А) карактерише сеоски пејзаж без икаквог рељефа, који чине пољопривредне парцеле, ливаде и дрвеће. У пројектном подручју нема објеката. Овај сектор пресецају државни пут 26 – Савска магистрала и железница и окружују га насеља Железник, Рупчине и Беле Воде.



*Слика 2.33 Панорама Макишког поља са Савске магистрале*

**Стамбено периурбано подручје** (секвенца B) представља проширење градског типа, које се углавном састоји од приградских стамбених насеља и блокова зграда које су средње величине, које пресецају главне саобраћајне прометнице. Обухвата станице: Трговачка, Пожешка и Парк Баново Брдо.

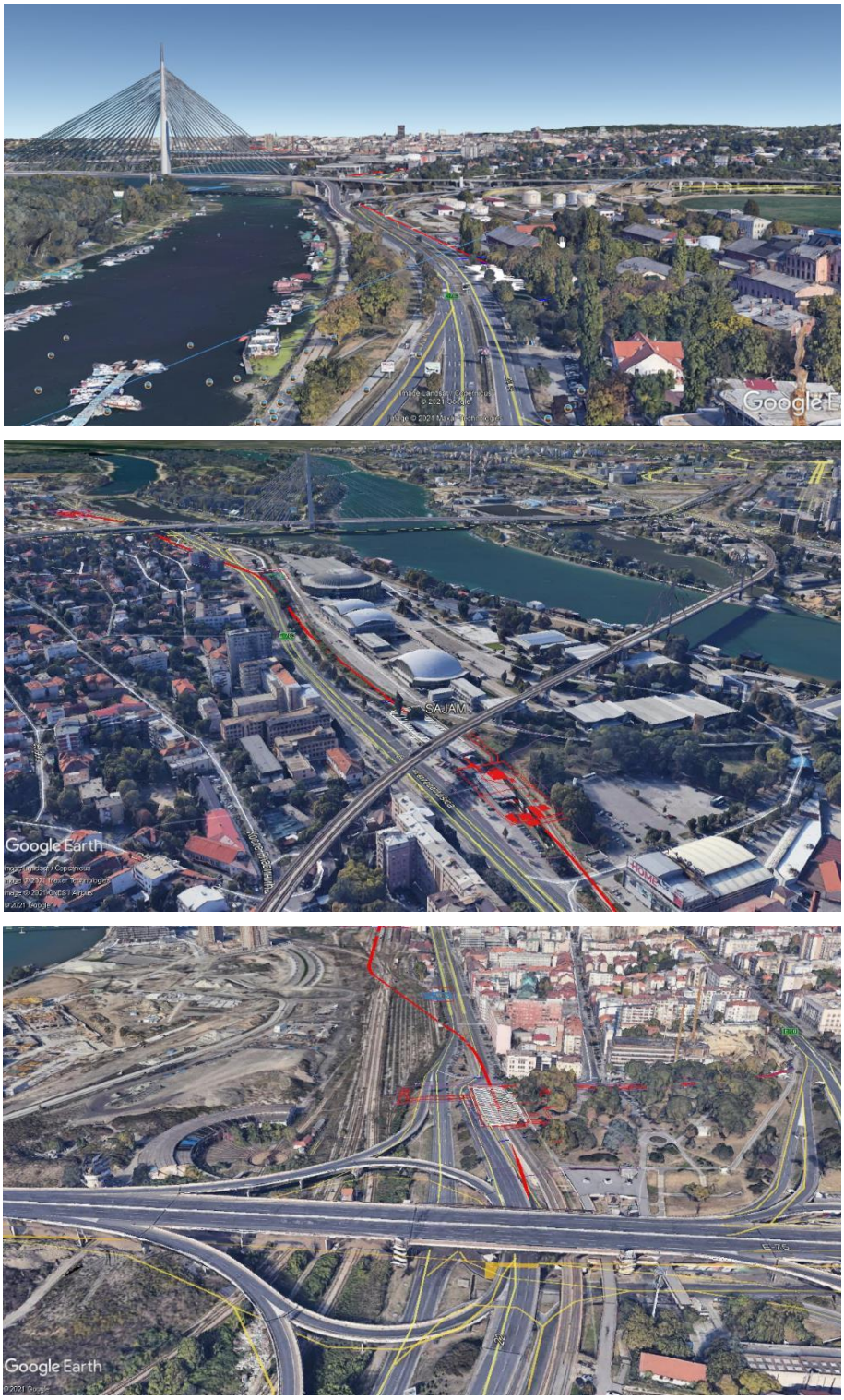
Урбани пејзаж око станица Трговачка и Пожешка је карактерише присуством зеленог коридора који омогућују приватне баште и зелене површине око стамбених блокова. Околина нема изузетан архитектонски квалитет (веома хетероген у облицима и стиловима).

Урбана структура око станице Парк Баново брдо и околни садржаји су квалитетни, посебно због присуства парка Баново брдо који се налази у Пожешкој улици. Овај парк површине 7,8 ha је веома добро одржаван и представља зелену оазу у густо изграђеном простору. У близини је и парк шума Кошутњак, површине веће од 330 хектара.

**Урбано подручје мешовите намене уз реку Сава** (секвенца C) налази се у веома густом и урбаном пределу града. Овај предео је веома значајан јер га карактеришу главне саобраћајнице, Београдски сајам и Београд на води. Ова секвенца се односи на следеће станице: Ада Циганлија, Сајам и Мостар.

Будућа станица Ада Циганлија налази се у старом индустријском комплексу занимљивом по свом архитектонском наслеђу. Станица Сајам је у веома густом и урбаном делу, припада насељу Сењак које је на десној обали реке Саве. У овом делу се посебно издвајају Булевар војводе Мишића и Београдски сајам.

Станица Мостар се налази у урбаном окружењу, у стамбеној зони која окружује трговачки центар, али је под великим утицајем бучних петљи. Западно, уз обалу Саве, у току је изградња пројекта „Београд на води“.




*Слика 2.34 Преглед пејзажа станица Ада Циганлија, Сајам и Мостар*

**Центар града (секвенца D)** представља веома снажан пејзажни идентитет и карактерише га неколико елемената архитектонског наслеђа, висока густина насељености са континуираном урбаном структуром и одређени квалитет јавних простора. Ово подручје се налази у једном од најстаријих квартова градске општине са стратешким положајем у граду, на раскрсници река Саве, Дунава и значајних локалитета као што су Народно позориште и Народни музеј, Бајлонијева пијаца, Битеф

театар и различити паркови и тргови: Савски трг, Трг Републике, Ботаничка башта „ Јевремовац”, Ташмајдански парк и нешто даље Парк Калемегдан.

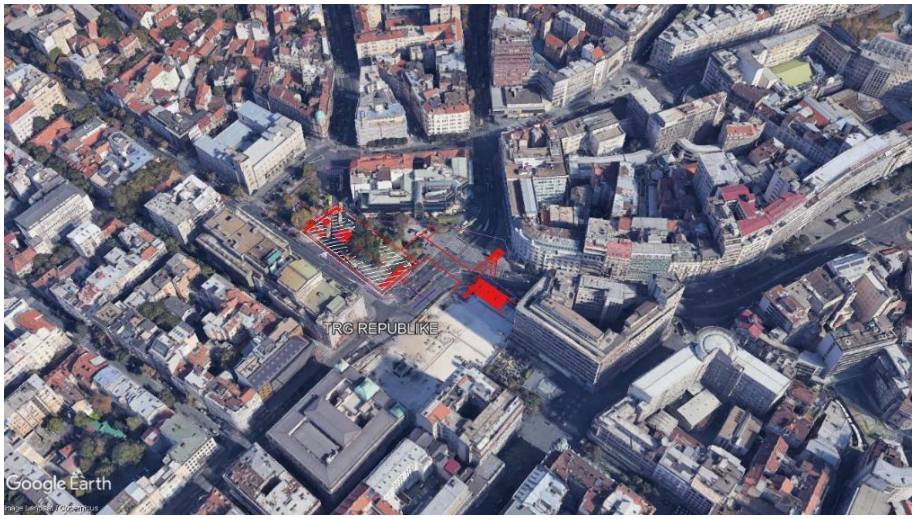
Секвенца Д се односи на следеће станице: Савски Трг, Трг Републике и Скадарлија У важним туристичким зонама изграђене су пешачке зоне.

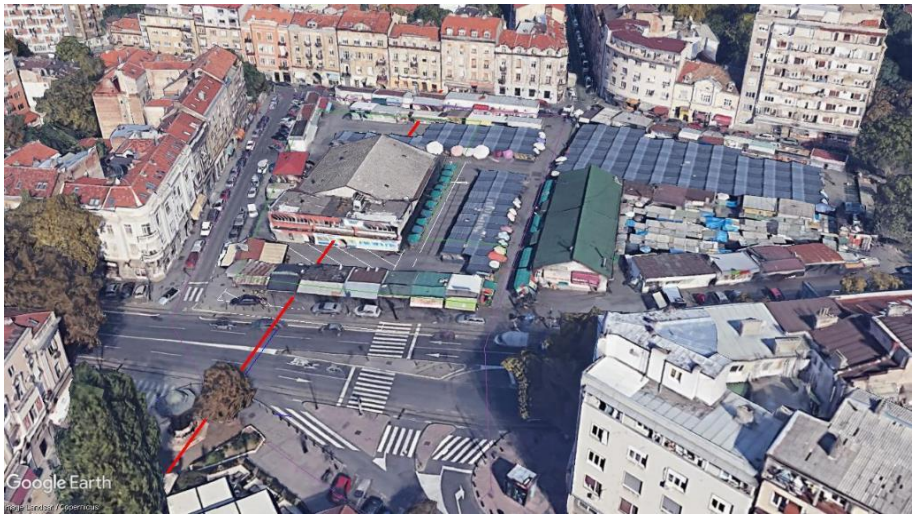
Станица Савски Трг се налази у зони железничке станице (Савски трг), која је реновиран и на коме је постављен споменик Стефану Немањи, а зграда Железничке станице пренамењена у музеј средњовековне Србије. Зграде које гледају на станицу датирају из касног 20. века и веома су хетерогене по стилу и облику. Све зграде су распоређене кружно око станице.

Трг Републике се налази у срцу историјског центра Београда. То је један од најживљих тргова у престоници, који се налази на раскрсници многих комуникационих путева. У окружењу трга налазе се Народни музеј и Народно позориште, као и чувена бронзан споменик кнезу Михаилу.

Подручје Скадарлије карактерише веома густ и популаран урбани пејзаж, у историјском центру Београда. У околини се налазе бројне продавнице, а локацију посебно афирмишу Бајлони пијаца и Битеф театар, која су од посебној значаја. Бајлони пијаца се налази на тргу између улица Џорџа Вашингтона и Ђорђа Јовановића. У близини се налази и велики паркинг за такси дуж улице Џорџа Вашингтона.






*Слика 2.35 Преглед пејзажа станица Савски трг, Трг републике и Скадарлија*

**Лука (секвенца Е)** је смештена на северној периферији урбаног центра Београда, у близини густо насељеног подручја, тржног центра и на обали Дунава. Пут 10 чини физичку границу у урбаној структури између стамбеног подручја на југу и велике индустријске пустоши дуж Дунава. Подручје је обележено доминацијом путне и железничке мреже. У овој деоници налазе се станице: Дунав, Панчевачки мост и Карабурма. Ово подручје карактерише велика заступљеност путне и железничке мреже: широки путеви, вијадукти, укључујући и Вишњички пут.

## 2.7 Преглед непокретних културних добара

Према Условима за предузимање мера техничке заштите у оквиру локацијских услова за израду трасе метроа издатих од Завода за заштиту споменика културе Града Београда (број: ROP-MSGI-973-LOC-1/2022 од 31. 01. 2022. године), дуж планиране трасе линије 1, налази се следећи списак утврђених непокретних културних добара и добара под претходном заштитом:

- два археолошка налазишта:
  - Антички Сингидунум (Решење Завода бр. 176/8 од 30.6.1964),
  - Праисторијска Карабурма (Решење Завода бр. 125/2 од 7.2.1974),
- три просторно културне историјске целине:
  - Топчидер (Одлука о проглашењу, „Сл. лист града Београда“ бр. 16/87, Културно добро од изузетног значаја, Одлука о утврђивању „Сл. гласник СРС“ бр. 47/87)
  - Скадарлија, (Решење Завода за заштиту споменика културе града Београда бр. 322/2 од 28.7.1967.)
  - Историјско језгро Београда у Београду (Одлука, „Сл. гласник РС“ бр. 08/17),
- девет споменика културе:
  - Фабрика шећера, Радничка 3 и 3а (Одлука, „Сл. гласник СРС“ бр. 23/84),
  - Кућа породице Најдановић, Гаврила Принципа 35, (Одлука о проглашењу, „Сл. лист града Београда“ бр. 23/84)
  - Железничка станица, Савски трг 1, (Одлука о проглашењу „Сл. лист града Београда“ бр. 19/81; Културно добро од великог значаја, Одлука о утврђивању„Сл. гласник СРС“ бр. 28/83)

- Споменик Васи Чарапићу у Београду, у парку на скверу између улица Француске, Браће Југовића и Булевара деспота Стефана, (Одлука о утврђивању, „Сл. гласник РС“ бр. 08/19)
- Ратнички дом, Браће Југовића 19, (Одлука о проглашењу, „Сл. лист града Београда“ бр. 23/84)
- Споменик кнезу Михаилу, Трг републике, (Решење Завода за заштиту споменика културе града Београда бр. 3/16, Културно добро од великог значаја, Одлука о утврђивању „Сл. гласник СРС“ бр. 14/79)
- Народни музеј, Трг републике 1, Решење Завода за заштиту споменика културе Града Београда бр. 33/4 од 30.6.1964., Културно добро од великог значаја, Одлука о утврђивању „Сл. гласник СРС“ бр. 14/79
- Зграда Народног позоришта, Француска 1-3, (Одлука о проглашењу „Сл. лист града Београда“ бр. 4/83, Културно добро од великог значаја, Одлука о утврђивању „Сл. гласник СРС“ бр. 28/83)
- Биоскоп „Балкан“, Браће Југовића 16, (Одлука о проглашењу, „Сл. лист града Београда“ бр. 23/84).

- три културних добара под претходном заштитом:
  - Стара Палилула – просторна целина - (у поступку утврђивања за културно добро)
  - Окретница, ложионица и водоторањ Железничке станице, Савска улица
  - Текстилне фабрике Косте Илића и синова и вила Владе Илића, Венизелосова 29-31.

Са културног аспекта, централна зона Београда представља најважнији ресурс града, како по репрезентативности културног наслеђа, тако и по вредности и значају за културу и идентитет не само престонице, већ и Србије.

Непокретна културна добра од изузетног значаја су у надлежности Републичког завода за заштиту споменика културе, док је преостало културно наслеђе у надлежности Градског завода за заштиту споменика културе.

Поред непокретних културних добара која се налазе на самој траси линије 1, на наређеној слици су приказана и остала културна добра у близини линије:

1. **Просторно културно историјске целине**

- Подручје Кнез Михаилове улице,
- Подручје око Доситејевог лицеја,
- Теразије, Стари град,
- Копитарева градина,
- Подручје уз улицу кнеза Милоша у Београду.

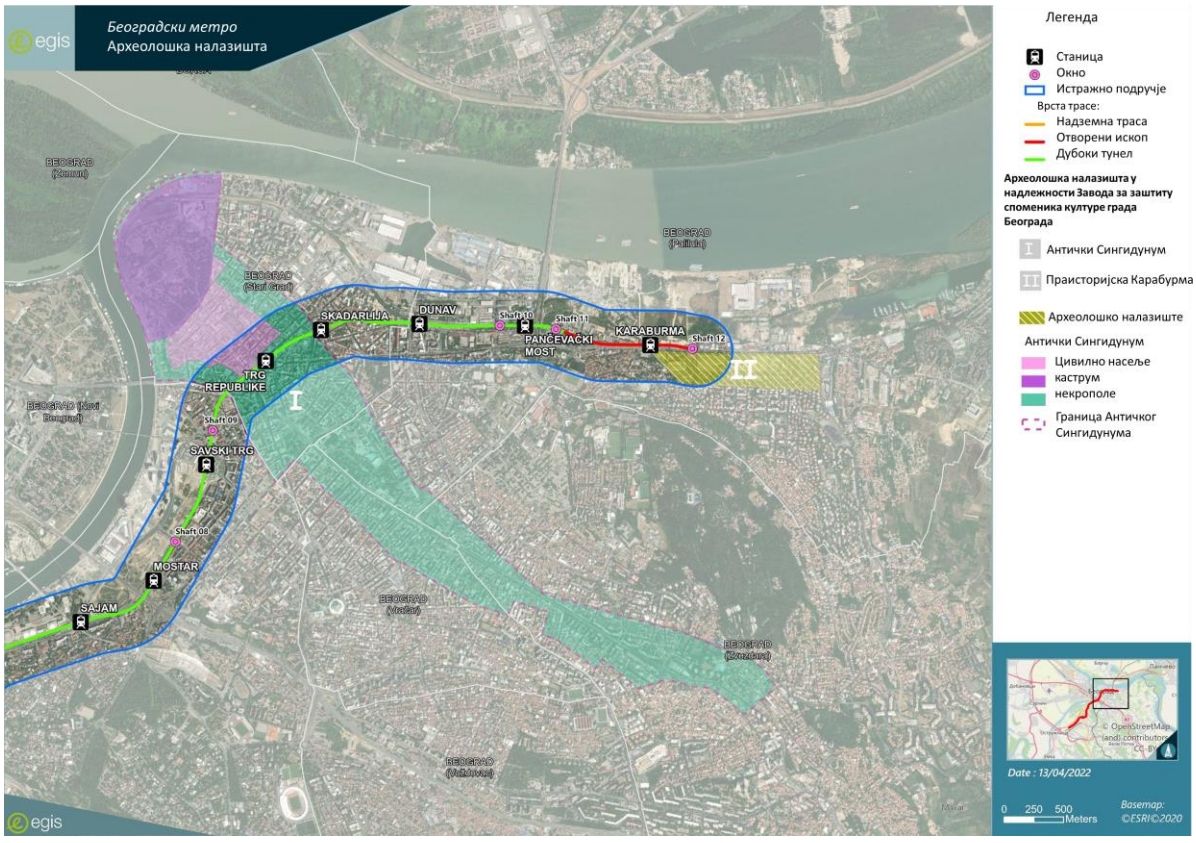
2. **Споменици културе**

- Фабрика шећера, Радничка 3 и 3а ,
- Хала 1 Београдског сајма, Булевар војводе Мишића 14,
- Фабрика хартије Милана Вапе, Југошпед 26,
- Зграда државне штамприје, Булевар војводе Мишића 17,
- Парни млин, Булевар војводе Мишића 15,
- Железничка станица, Савски трг 1 (22),
- Хотел „Мажестик“, Обилићев венац 28,

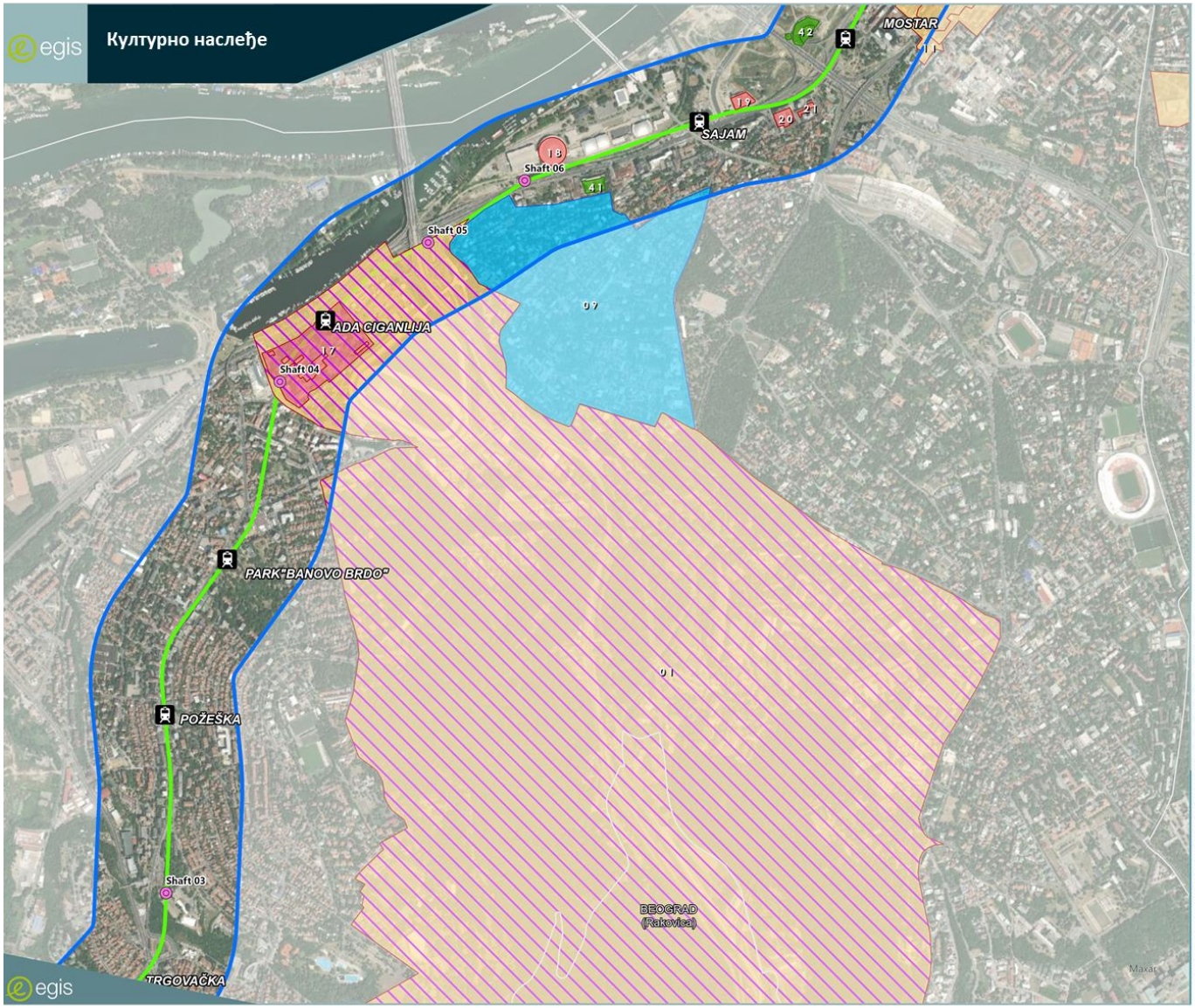
- Кафана „Руски цар“, Кнез Михаилова 7,
- Кућа издавача и књижара Геце Кона, Кнез Михаилова 9,
- Палата „Албанија“, Кнез Михаилова 2-4 и Коларчева 12,
- Дом штампе, Кнез Михаилова 6,
- Кућа Милана Пироћанца, угао Ул. Симине 20 и Француске 7,
- Кућа Николе Пашића, Француска 21,
- Кућа Стевана Мокрањца, Доситејева 16,
- Кућа Леоне Панајот, Француска 31,
- Кућа породице Рибар, Француска 32,
- Црква Александра Невског, Француска 39,
- Комплекс радничких станова у Београду, Гундулићев венац 30-32, Венизелосова 13, Херцег Стјепана 3-5, Сењанина Иве 14-16,
- Кућа породице Најдановић, Гаврила Прнципа 35,
- Зграда Министарства саобраћаја, Немањина 6.

**3. културна добра под претходном заштитом**

- просторне целине под претходном заштитом: Сењак, Савамала;
- Београдски памучни комбинат, угао Булевара деспота Стефана и Поенкареове улице;
- Зграде Старе кланице, Булевар деспота Стефана 111;
- Београдски вунарски комбинат, Вишњичка 23;
- Државна маркарница, угао Булевара војводе Мишића и Руске улице.




*Слика 2.36 Археолошка налазишта у Београду*




Културно наслеђе под претходном заштитом

Појединачни објекти и комплекси
Објекти
Просторне јединице

Непокретна културна добра

Споменици културе
Просторни културно-историјски локалитети

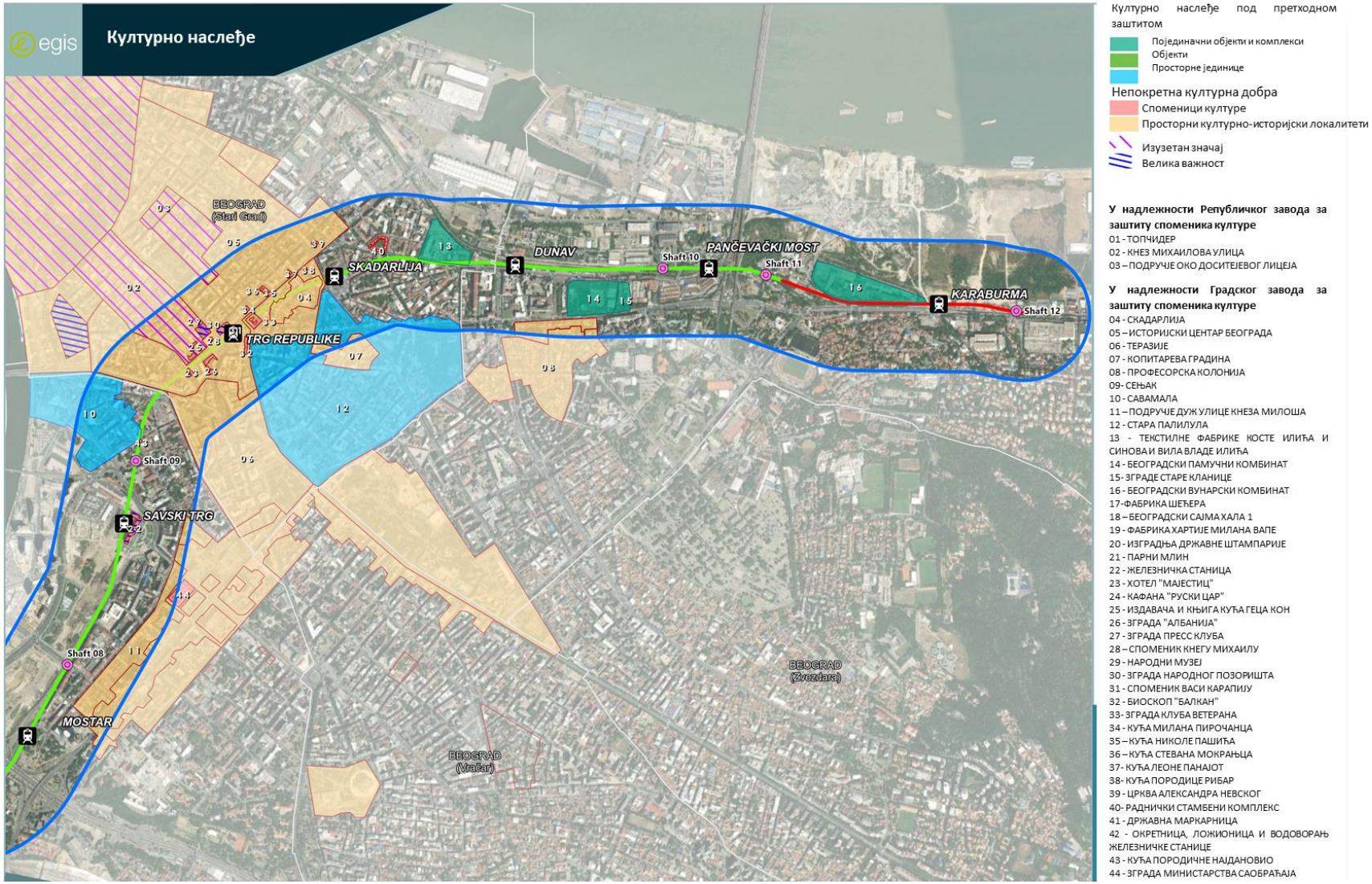
Изузетан значај
Велика важност

**У надлежности Републичког завода за заштиту споменика културе**

01 - ТОПЧИДЕР
02 - КНЕЗ МИХАИЛОВА УЛИЦА
03 – ПОДРУЧЈЕ ОКО ДОСИТЕЈЕВОГ ЛИЦЕЈА

**У надлежности Градског завода за заштиту споменика културе**

04 - СКАДАРЛИЈА
05 – ИСТОРИЈСКИ ЦЕНТАР БЕОГРАДА
06 - ТЕРАЗИЈЕ
07 - КОПИТАРЕВА ГРАДИНА
08 - ПРОФЕСОРСКА КОЛОНИЈА
09- СЕЊАК
10 - САВАМАЛА
11 – ПОДРУЧЈЕ ДУЖ УЛИЦЕ КНЕЗА МИЛОША
12 - СТАРА ПАЛИЛУЛА
13 - ТЕКСТИЛНЕ ФАБРИКЕ КОСТЕ ИЛИЋА И СИНОВА И ВИЛА ВЛАДЕ ИЛИЋА
14 - БЕОГРАДСКИ ПАМУЧНИ КОМБИНАТ
15- ЗГРАДЕ СТАРЕ КЛАНИЦЕ
16 - БЕОГРАДСКИ ВУНАРСКИ КОМБИНАТ
17-ФАБРИКА ШЕЋЕРА
18 – БЕОГРАДСКИ САЈМА ХАЛА 1
19 - ФАБРИКА ХАРТИЈЕ МИЛАНА ВАПЕ
20 - ИЗГРАДЊА ДРЖАВНЕ ШТАМПАРИЈЕ
21 - ПАРНИ МЛИН
22 - ЖЕЛЕЗНИЧКА СТАНИЦА
23 - ХОТЕЛ "МАЈЕСТИЦ"
24 - КАФАНА "РУСКИ ЦАР"
25 - ИЗДАВАЧА И КЊИГА КУЋА ГЕЦА КОН
26 - ЗГРАДА "АЛБАНИЈА"
27 - ЗГРАДА ПРЕСС КЛУБА
28 – СПОМЕНИК КНЕГУ МИХАИЛУ
29 - НАРОДНИ МУЗЕЈ
30 - ЗГРАДА НАРОДНОГ ПОЗОРИШТА
31 - СПОМЕНИК ВАСИ КАРАПИЈУ
32 - БИОСКОП "БАЛКАН"
33- ЗГРАДА КЛУБА ВЕТЕРАНА
34 - КУЋА МИЛАНА ПИРОЧАНЦА
35 – КУЋА НИКОЛЕ ПАШИЋА
36 – КУЋА СТЕВАНА МОКРАЊЦА
37- КУЋА ЛЕОНЕ ПАНАЈОТ
38- КУЋА ПОРОДИЦЕ РИБАР
39 - ЦРКВА АЛЕКСАНДРА НЕВСКОГ
40- РАДНИЧКИ СТАМБЕНИ КОМПЛЕКС
41 - ДРЖАВНА МАРКАРНИЦА
42 - ОКРЕТНИЦА, ЛОЖИОНИЦА И ВОДОВОРАЊ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ СТАНИЦЕ
43 - КУЋА ПОРОДИЧНЕ НАЈДАНОВИО
44 - ЗГРАДА МИНИСТАРСТВА САОБРАЋАЈА




*Слика 2.37 Непокретна културна добра дуж трасе метроа*

## 2.8 Подаци о насељености, концентрацији становништва и демографским карактеристикама у односу на објекте и активности

Процењен број становника Београда средином 2019. године износио је 1.694.056 становника.

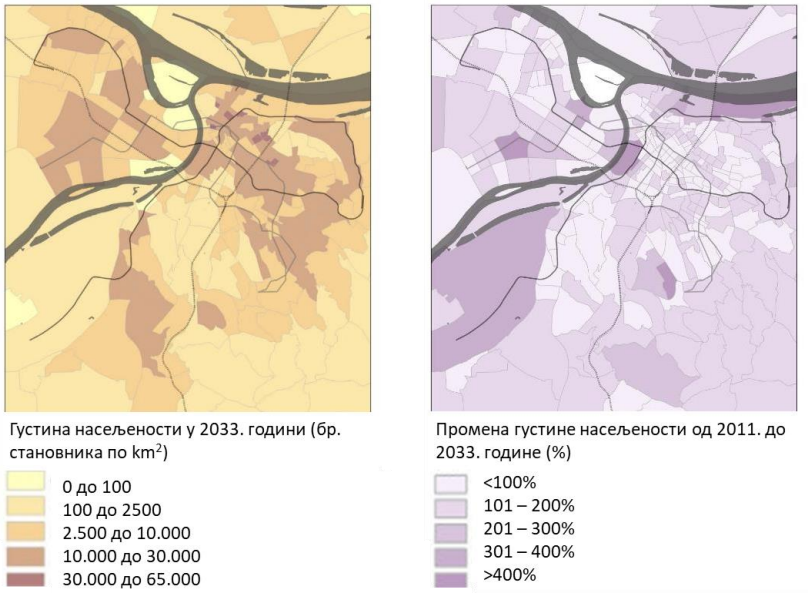
Траса линије 1 која ће бити грађена током фазе 1 пролази кроз општине Чукарица, Савски венац, Стари град и Палилулу. Према Попису становника из 2011. године, на овим територији општина кроз које пролази предметна линија метроа живело је укупно 398 956 становника, односно 7,36% становника градских насеља Београда (Чукарица (градска насеља) 151 919 становник , Савски венац 39 122 становника, Стари град 48 450 становника и Палилула (градска насеља) 159 465 становника).

Уколико се посматра становништво у зони 600 метара од трасе метроа и у кругу од 2000 метара око станица, број становника на које утиче пројекат метроа, као и његове главне карактеристике дате су у наредној табели.

*Табела 2-18 Карактеристике становишта на траси линије 1*

| **Популација** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Општина | Чукарица | Савски венац | Стари Град | Палилула |
| Број становника | 177 108 | 35 359 | 44 613 | 184 488 |
| Расподела по km² | 1 128 | 2 526 | 8 923 | 409 |
| Просечна старост | 42,9 | 43,5 | 44,7 | 41,3 |
| Извор: Републички завод за социјалну заштиту и Завод за статистику РС | | | | |

Линија 1 фаза 1 ће опслуживати три густо насељене области Београда - Жарково и Баново брдо, ценар града и Карабурма. Смартплан из 2017. године предвиђа промене у дистрибуцији и расту становништва до 2033. године. Са 1,66 милиона становника у 2011, очекује се да ће број становника порасти на 1,9 милиона становника 2033. године. Предвиђа се појава нових стамбених сектора због пројеката Макишко поље и Београд на води, као и миграција ка Сурчину, јужно од општина Чукарица и Палилула.




*Слика 2.38 Густина насељености која се очекује до 2033. и промене од 2011. до 2033. (Смартплан претпоставке на београдској транспортној модел зони, обрадио Egis)*

## 2.9 Подаци о постојећим привредним и стамбеним објектима и објектима инфраструктуре и супраструктуре

Обзиром да линија I пролази кроз неколико великих градских општина, на предметном подручју се налази приличан број битних грађевина:

- На делу трасе која пролази кроз Пожешку улицу налазе се Дом здравља „Др Симо Милошевић“, ОШ „Јосиф Панчић“ и Пијаца Баново Брдо, стамбени и пословни објекти;
- На потезу Булевар Војводе Мишића и Савске улице су објекти Београдског сајма и Југошпеда, Железница Србије и Пошта Србије, стамбено-пословни и пословно-трговински објекти, предшколска установа и Филолошка гимназија и пијаца Зелени венац.
- У делу од Зеленог венца до Вишњичке улице налази се велики број пословних и стамбених објеката и, између осталих, хотела Маршал и Мажестик, кафане „Руски Цар“, Зграда осигуравајућег друштва „Србија“, Културног центра Београд, Народног музеја, дечјег позоришта „Бошко Буха“, споменик кнезу Михаилу и други. Затим су ту Народно позориште, Дом Војске, споменик Браниславу Нушићу, Амбасаде Грчке. У овом делу се такође налазе објекти непокретне културне баштине (споменици културе) као што су Кућа Милана Пироћанца, Кућа Стевана Мокрањца у Београду и Кућа Николе Пашића.
- У последњој деоници, испод Вишњичке улице, налазе се индустријски објекти, као и тржни центар „Big fashion“ и бензинска пумпа.

**Објекти инфраструктуре**

***Мрежа путне инфраструктуре***

Према условима Путева Србије, деоницу линија метроа која се гради у дубоком тунелу укршта се са државним путем IA реда број A1 (привремене деонице број 1201(Д) и 1202 (Л) од чвора број 123 петља Београд до чвора број 15401 петња Бубањ поток) на око 100 метара јужно од станице Мостар и државним путем IБ реда број 47 (деоница број 04703 (Д) и 04704 (Л) од чвора 4701 петља Крњача на до чвора 4702 Београд (Богословија) на удаљености од око 30 метара источно од станице Панчевачки мост.

Места укрштања приказана су на наредној слици.




*Слика 2.39 Места укрштања линије 1 и држвих путева*

***Железничка инфраструктура***

Према условима Инфраструктура железнице Србије, траса линије 1 Београдског метроа је углавном изван заштитног пружног појаса постојећих и планираних железничких пруга, а у колизији је на следећим локацијама:

- У Макишком пољу траса линије 1 улази у заштитни пружни појас железничке пруге Београд Ранжирна „Б" - Оструженица;
- На Сајму траса линије 1 се денивелисано укршта са железничком пругом Београд Центар - Стара Пазова - Шид - државна граница - (Товарник) у km 1+085;
- На делу од станице Београд Дунав до Панчевачког моста, траса линије 1 се води подземно делом испод трасе железничке пруге Београд Доњи Град (km 7+041) – Београд Дунав - Распутница Панчевачки мост и
- У зони Панчевачког моста траса се денивелисано укршта са железничком пругом Београд Центар - Панчево Главна - Вршац - држава граница - (Стамора Моравита) у km 4+585.

На железничкој прузи Београд Доњи Град (km 7+041) - Београд Дунав - Распутница Панчевачки мост Редом вожње 2021/2022, није планиран саобраћај возова, док је према плану „Инфраструктура железнице Србије" а.д. предвиђена демонотажа железничке инфраструктуре на овој деоници.

Концептом развоја Београдског железничког чвора и важећим Генералним урбанистичким планом града Београда до 2021. године, као и плановима развоја „Инфраструктура железнице Србије" а.д. предвиђена је изградња робно-транспортног центра, на простору уз железничку станицу Београд Ранжирна, који би садржао робну станицу за рад са колском робом, контејнерски терминал, робни магацин и рол терминал. Планирана је изградња двоколосечне пруге за потребе саобраћаја возова из система БГ:воз паралелно са постојећом пругом Београд Ранжирна „Б“ - Оструженица.

**Комунална инфраструктура**

На основу услова и графичких прилога приложених уз услове, које су издали:

- Локацијски услови број 350-02-00075/2022-07 од 12.05.2022.
- ЈКП «Београдски водовод и канализација» Београд, број у систему ROP-MSGI-973- LOC-1-HPAP-6/2022 од 18.02.2022. године;
- ЈКП «Београдски водовод и канализација» Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-7/2022 од 18.02.2022. године;
- ЈКП «Београдски водовод и канализација» Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-8/2022 од 18.02.2022. године;
- „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Огранак Електродистрибуција Београд центар, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-9/2022 од 25.02.2022. године;
- „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Огранак Електродистрибуција Баново Брдо, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-10/2022 од 25.02.2022. године;
- Предузећа за телекомуникације „Телеком Србија“ а.д. Београд, Дирекција за технику, Сектор за мрежне операције, Служба за планирање и изградњу мреже

Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-11/2022 од 25.02.2022. године;
- „CETIN“ d.o.o. Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-12/2022 од 24.02.2022. године;
- ЈКП Јавно осветљење, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-14/2022 од 31.01.2022. године;
- ЈКП Београдске електране, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-17/2022 од 25.02.2022. године;
- ЈП „Србијагас“, Нови Сад, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-23/2022 од 10.03.2022. године;
- „Београс“ д.о.о. Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-29/2022 од 25.02.2022. године;
- „Електромрежа Србије“ а.д. Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-22/2022 од 25.02.2022. године;

направљена је табела у којој су представљена постојећа и планирана комунална инфраструктура и њена интеракција са пројектом београдског метроа линије 1, фазе 1.

*Табела 2-19 Комунална инфраструктура на подручју планираних објеката београдског метроа*

| | **Комунална инфраструктура** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Електрична мрежа** | **каналзиациона мрежа** | **Телекомуникациона мрежа** | **Водовод** | **Мрежа за дистрибуцију гаса** | **Топловод** |
| надземна траса: 0+050 до 0+366 km | Постојећа | | | | | |
| **Станица Железник** | Планирано | | | | | |
| надземна траса: 0+507 до 1+007 km | | Планирано | | | | |
| надземна траса: 1+007 до 1+507 km | | Планирано | | | | |
| надземна траса: 1+507 до 1+802 km | | | | | | |
| **Станица Макиш** | Планирано | | Планирано | Планирано | | |
| надземна траса до отвореног ископа: 1+945 до 2+445 km | Планирано | Планирано | Планирано | Планирано | | |
| отворени ископ: | Планирано | Планирано | Планирано | Планирано | Планирано | Планирано |

| | **Комунална инфраструктура** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Електрична мрежа** | **канализациона мрежа** | **Телекомуникациона мрежа** | **Водовод** | **Мрежа за дистрибуцију гаса** | **Топловод** |
| 2+445 до 2+805 km | | | | | | |
| **Станица Жарково** | Планирано | Планирано | Планирано | Постојеће и планирано | Планирано | Планирано |
| отворени ископ: 2+974 до 3+474 km | Постојеће и планирано | Планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Планирано | Планирано |
| отворени ископ: 3+474 до 3+993 km **Окно 01** | Планирано | Планирано | Планирано | Планирано | Постојеће и планирано | Планирано |
| **Станица Беле Воде** | Планирано | | Планирано | | Постојеће и планирано | Планирано |
| **Окно 02** | Постојеће | | Постојеће | | Постојеће | |
| **Станица Трговачка (и пешачки подвожњак)** | Постојеће | Постојеће | Постојеће | Постојеће и планирано | Постојеће | Постојеће |
| **Окно 03** | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Планирано |
| **Станица Пожешка** | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | | Постојеће |
| **Станица Парк Баново брдо** | Постојеће | Постојеће | Постојеће | Постојеће | | Постојеће |
| **Окно 04** | Постојеће | Постојеће | | Постојеће | | |
| **Станица Ада Циганлија (и пешачки подвожњак)** | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Планирано | Планирано |
| **Окно 05** | Постојеће и планирано | | Постојеће | | | Планирано |
| **Окно 06** | Постојеће | Постојеће | Постојеће | | | |
| **Станица Сајам** | Постојеће и планирано | Постојеће | Постојеће | Постојеће | | |
| **Станица Мостар (и пешачки подвожњак)** | Постојеће и планирано | Постојеће | Постојеће | Постојеће | | Планирано |
| **Окно 08** | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће | | Планирано |
| **Станица Савски трг** | Постојеће | Постојеће и планирано | Постојеће | Постојеће и планирано | | |
| **Окно 09** | Постојеће и планирано | Постојеће | Постојеће и планирано | Постојеће | | |
| **Станица Трг Републике** | Постојеће | Постојеће | Постојеће | Постојеће | | |
| **Станица Скадарлија** | Постојеће | Постојеће | Постојеће | Постојеће | | |

| | **Комунална инфраструктура** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Електрична мрежа** | **канализациона мрежа** | **Телекомуникациона мрежа** | **Водовод** | **Мрежа за дистрибуцију гаса** | **Топловод** |
| **Станица Дунав** | Постојеће и планирано | Постојеће | | Планирано | Постојеће | |
| **Окно 10** | | Постојеће или планирано (у завсиности од извора) | Постојеће | | | |
| **Станица Панчевачки мост** | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | |
| **Окно 11** | Планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Планирано | |
| отворени ископ: 15+432 до 15+700 km | Постојеће и планирано | Планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Планирано | |
| отворени ископ: 15+700 до 16+81 km | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће | |
| **Станица Карабурма** | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | Постојеће и планирано | | |
| отворени ископ: 16+233 до 16+599 km **Окно 12** | Постојеће и планирано | Постојеће | Планирано | Постојеће | | |

*Табела 2-20 Интеракција постојеће и планиране комуналне инфраструктуре са објектима метроа*

| | **Постојеће комуналне услуге** | **Планиране комуналне услуге** | **Коментар** |
|---|---|---|---|
| Надземна траса: 0+050.00 до 0+365.97 km | Потенцијална интеракција: електрични кабл, планирано укидање. | На предметној деоници, према горе наведеним просторним плановима, нема нових планираних комуналних објеката. | Не постоје препреке за изградњу ове деонице. |
| Станица Железник | На подручју станице Железник не постоје комуналне услуге. | Укрштање: електрични кабл. | Треба обратити пажњу на синхронизацију изградње метро станице и планираних комуналних услуга. |
| Надземна траса: 0+507.46 до 1+007.46 km | На предметној деоници не постоје комуналне услуге. | Нема директне колизије: дренажна цев (колектор 3). | Колектор је пројектован узимајући у обзир метро трасу, тако да неће доћи до директног укрштања између комуналних система и трасе. Планирано је да се колектор постави на локацију пре фазе изградње метроа. |
| Надземна траса: | На предметној деоници не постоје комуналне услуге. | Нема директне колизије: дренажна цев (колектор | Колектор је пројектован узимајући у обзир метро |

| | **Постојеће комуналне услуге** | **Планиране комуналне услуге** | **Коментар** |
|---|---|---|---|
| 1+007.46 до 1+507.46 km | | 4). | трасу, тако да неће доћи до директног укрштања између комуналних система и трасе. Планирано је да се колектор постави на локацију пре фазе изградње метроа. |
| Надземна траса: 1+507.46 до 1+802.37 km | На предметној деоници не постоје комуналне услуге. | На предметној деоници, према горе наведеним просторним плановима, нема нових планираних комуналних објеката. | Не постоје препреке за изградњу ове деонице. |
| Станица Макиш | На подручју станице Макиш не постоје комуналне услуге. | Потенцијална интеракција: цев за довод воде. Укрштање: телекомуникациони кабл и електрични кабл. | Треба обратити пажњу на синхронизацију изградње метро станице и планираних комуналних услуга. |
| Прелаз са надземне трасе на отворени ископ: 1+944.69 до 2+444.69 km | На предметној деоници не постоје комуналне услуге. | Потенцијална интеракција: електрични каблови, телекомуникациони кабл, водоводна цев, дренажна цев и канализациона цев. | Треба обратити пажњу на синхронизацију изградње метро станице и планираних комуналних услуга. |
| Отворени ископ: 2+444.69 до 2+804.79 km | На предметној деоници не постоје комуналне услуге. | Потенцијална интеракција: канализационе цеви, дренажне цеви, електрични каблови, водоводне цеви, гасоводна мрежа, топловоди, телекомуникациони водови и 3 сепаратора за систем одводњавања. Укрштање: дренажна цев (колектор 5). | Треба обратити пажњу на синхронизацију изградње метро станице и планираних комуналних услуга.<br><br>Планирано је трајно измештање колектора 5 коришћењем сифона, који ће бити разрађен у наредним фазама пројектовања. |
| Станица Жарково | Потенцијална интеракција: водоводна цев, планирано укидање. | Укрштање: електрични каблови, телекомуникациони водови, топловоди, гасоводи, водоводне цеви, дренажне цеви, канализационе цеви, телекомуникациони вод и цеви за „сирову воду“. | Треба обратити пажњу на синхронизацију изградње метро станице и планираних комуналних услуга.<br><br>Као велике препреке могу се сматрати планиране комуналне услуге, посебно будући колектори „сирове воде“, као и цеви великих пречника за водоснабдевање. Детаљна разрада проблема и могућих решења биће предмет каснијих фаза пројектовања. |
| Отворени ископ: 2+973.82 до 3+473.82 km | Потенцијална интеракција: планирано делимично укидање водоводних цеви, укидање електричног кабла од 10 kV и телекомуникационих линија. | Потенцијална интеракција: канализационе цеви, дренажне цеви, електрични каблови, водоводне цеви, гасоводна мрежа, | Треба обратити пажњу на синхронизацију изградње метро станице и планираних комуналних услуга.<br><br>Планирано је трајно измештање колектора 6 |

| | **Постојеће комуналне услуге** | **Планиране комуналне услуге** | **Коментар** |
|---|---|---|---|
| | | топловоди, телекомуникациони водови и сепаратор за дренажни систем. Укрштање: дренажна цев (колектор 6). | коришћењем сифона, који ће бити разрађен у наредним фазама пројектовања. |
| Отворени ископ: 3+473.82 до 3+993.32 km<br><br>Окно 01 | Потенцијална интеракција: гасовод, планираноукидање. | Потенцијална интеракција: водоводне цеви, канализационе цеви, дренажне цеви, електрични каблови, телекомуникациони водови, топловоди, гасоводи. | Треба обратити пажњу на синхронизацију изградње метро станице и планираних комуналних услуга. |
| Станица Беле воде | Потенцијална интеракција: гасовод, планирано укидање. | Потенцијална интеракција: електрични каблови и водови за дистрибуцију гаса. Укрштање: топловоди, телекомуникациони водови и електрични кабл. | Пошто су сви комунални системи који утичу на предметну локацију планирани, мораће да буду измештени током каснијих фаза пројектовања. |
| Окно 02 | Потенцијална интеракција: електрични каблови, телекомуникациони водови, гасовод. | На подручју окна 02 нема планираних комуналних услуга. | |
| Станица Трговачка (и пешачки подвожњак) | Потенцијална интеракција: телекомуникациони водови, гасовод, водоводне цеви, канализационе цеви, дренажне цеви, топловоди, електрични каблови. Укрштање: водоводне цеви, канализационе цеви, дренажне цеви, гасовод, електрични каблови, телекомуникациони вод. | Потенцијална интеракција: цев за довод воде. | Неки комунални системи ће захтевати трајно измештање, јер се налазе у директној колизији са улазно-излазним ходницима станице, а неки од њих могу бити привремено измештени, јер је станица Трговачка пројектована као дубока подземна станица. |
| Окно 03 | Потенцијална интеракција: гасовод, електрични кабл, канализациона цев. Укрштање: водоводна цев, планирано укидање, и канализациона цев. | Потенцијална интеракција: топловод, канализационе цеви, водоводне цеви, гасоводи, електрични каблови, дренажна цев. | Према доступним подацима, постоји неколико проблема везаних за комуналне услуге које треба решити да би се изградило окно 03. |
| Станица Пожешка | Потенцијална интеракција: електрични каблови, телекомуникациони водови и окно, водоводне цеви, топловод, дренажне цеви, канализационе цеви. Укрштање: електрични каблови, топловоди, водоводне цеви, телекомуникациони водови и окно, канализационе цеви. | Потенцијална интеракција: водоводне цеви, електрични каблови, телекомуникациони вод. Укрштање: канализациона цев. | Станица се налази на месту са великим бројем комуналних услуга, које ће бити захваћене највише у фази изградње станице, пошто је предметна станица пројектована као дубока подземна станица. Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње, као и измештање неких комуналних система. |
| Станица Парк Баново брдо | Потенцијална интеракција: водоводне цеви, грејне цеви, електрични кабл. | На предметној деоници, према горе наведеним просторним плановима, | Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње, као и |

| | **Постојеће комуналне услуге** | **Планиране комуналне услуге** | **Коментар** |
|---|---|---|---|
| | Укрштање: електрични каблови, телекомуникациони водови, водоводне цеви, дренажне цеви, водоводне цеви, топловоди. | нема нових планираних комуналних објеката. | измештање неких комуналних система. |
| Окно 04 | Потенцијална интеракција: канализационе цеви, електрични каблови. Укрштање: водоводна цев. | На предметној деоници, према горе наведеним просторним плановима, нема нових планираних комуналних објеката. | Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње, као и измештање неких комуналних система. |
| Ада Циганлија (и пешачки подвожњак) | Потенцијална интеракција: електрични каблови, телекомуникациони вод, водоводна цев, канализационе/дренажне цеви. Укрштање: дренажне цеви, канализационе цеви, електрични каблови, телекомуникациони вод, водоводне цеви. | Потенцијална интеракција: електрични каблови, гасовод, водоводна цев, канализациона цев, дренажна цев, телекомуникациони вод, топловод. | Постоји неколико питања везаних за комуналне услуге које треба решити да би се станица изградила. Акценат је на постојећим цевима великог пречника (одводња, водовод, канализација). |
| Окно 05 | Потенцијална интеракција: телекомуникациони водови, електрични каблови. | Потенцијална интеракција: цевовод за грејање. Укрштање: електрични кабл. | Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње, као и измештање неких комуналних система. |
| Окно 06 | Потенцијална интеракција: електрични каблови. Укрштање: телекомуникациони вод, канализациона цев, дренажна цев. | На предметној деоници, према горе наведеним просторним плановима, нема нових планираних комуналних објеката. | Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње, као и измештање неких комуналних система. |
| Станица Сајам | Потенцијална интеракција: електрични каблови, телекомуникациони водови, водоводне цеви. Укрштање: електрични каблови, телекомуникациони водови, водоводна цев, цев за одвод/канализацију. | Потенцијална интеракција: електрични кабл. Укрштање: електрични кабл. | Станица је замишљена као дубока подземна станица на локацији, која је покривена са различитим комуналним услугама, али већина су електрични или телекомуникациони водови, који нису превише компликовани за измештање. Главно питање везано за изградњу станице је питање измештања постојеће опште дренажне/канализационе цеви. |
| Станица Мостар (и пешачки подвожњак) | Потенцијална интеракција: електрични каблови, телекомуникациони водови, водоводне цеви, дренажне цеви. Укрштање: телекомуникациони водови, електрични каблови, водоводне цеви, канализационе/дренажне цеви. | Потенцијална интеракција: цевовод за грејање. Укрштање: електрични каблови. | Постоји неколико питања која могу бити критична за решавање у фази изградње, а која се односе на измештање постојеће дренажне, водоводне и канализационе мреже. |
| Окно 08 | Потенцијална интеракција: | Потенцијална | Нека питања ће морати да се |

| | **Постојеће комуналне услуге** | **Планиране комуналне услуге** | **Коментар** |
|---|---|---|---|
| | планирано укидање електричних каблова, укидање дренажне цеви, укидање канализационих цеви, телекомуникационих линија.<br>Укрштање: водоводна цев, одводна цев планирана за укидање, канализација планирано укидање. | интеракција: дренажна цев, телекомуникациони вод.<br>Укрштање: топловод, електрични каблови. | реше у каснијој фази пројектовања/изградње. |
| Станица Савски трг | Потенцијална интеракција: електрични каблови, телекомуникациони водови, дренажне цеви, цеви за довод воде | Потенцијална интеракција: дренажне цеви, цеви за довод воде | |
| Окно 09 | Потенцијална интеракција: дренажне цеви, цеви за довод воде, телекомуникациони вод.<br>Укрштање: електрични каблови, водоводне цеви. | Потенцијална интеракција: телекомуникациона линија, електрични кабл. | Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње. |
| Станица Трг Републике | Потенцијална интеракција: канализационе/дренажне цеви, водоводне цеви, телекомуникационе линије, електрични каблови<br>Укрштање: канализационе/дренажне цеви, водоводне цеви, телекомуникациони водови, електрични каблови | На подручју станице нема планираних комуналних услуга. | |
| Станица Скадарлија | Потенцијална интеракција: канализационе/дренажне цеви, водоводне цеви, телекомуникационе линије, електрични каблови<br>Укрштање: канализационе/дренажне цеви, водоводне цеви, телекомуникациони водови, електрични каблови | На подручју станице нема планираних комуналних услуга. | |
| Станица Дунав | Потенцијална интеракција: гасовод, канализација/дренажна цев, електрични кабл.<br>Укрштање: гасовод. | Потенцијална интеракција: водоводна цев, електрични кабл.<br>Укрштање: електрични кабл. | Према доступним подацима, највећа препрека за изградњу станице је постојећа дренажна/канализациона мрежа. Олакшавајућа околност је чињеница да ова инсталација утиче само на грађевинско подручје у овој области. |
| Окно 10 | Потенцијална интеракција: канализациона цев, телекомуникациони вод.<br>Укрштање: дренажна цев. | Потенцијална интеракција: дренажна цев (такође идентификована као постојећа, у зависности од извора). | Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње. |

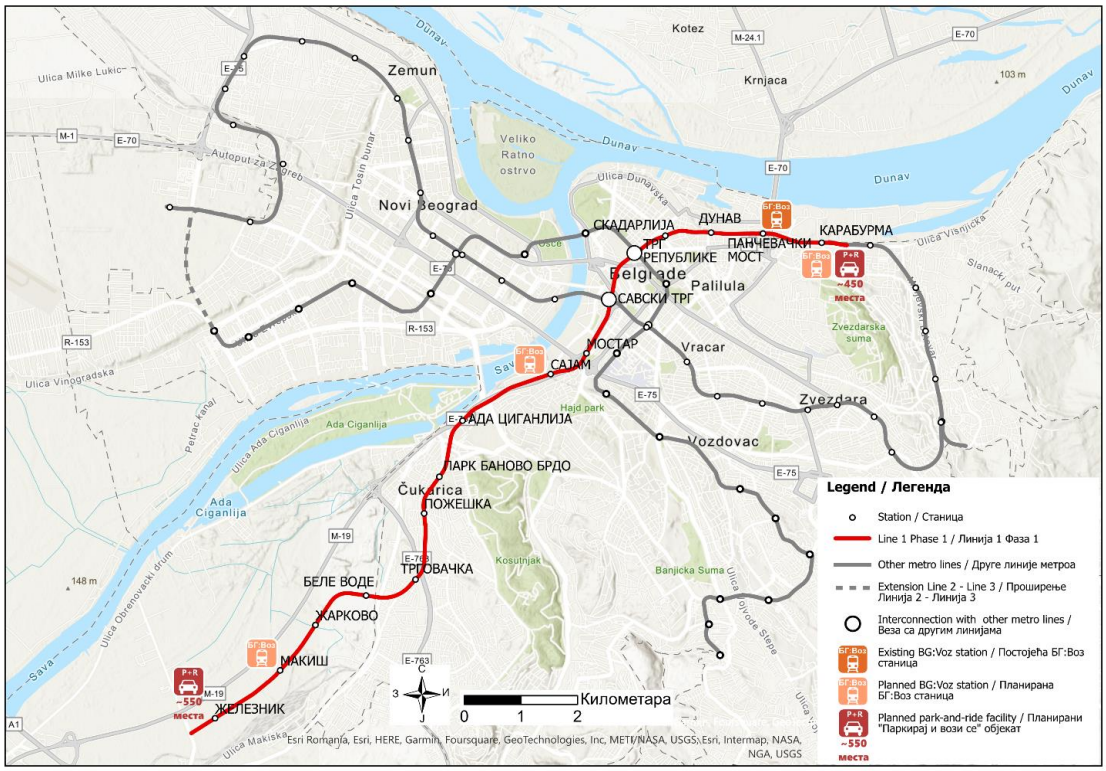
| | **Постојеће комуналне услуге** | **Планиране комуналне услуге** | **Коментар** |
|---|---|---|---|
| Станица Панчевачки мост | Потенцијална интеракција: водоводне цеви, електрични каблови, гасоводи.<br>Укрштање: одводна цев, гасоводи, електрични каблови. | Потенцијална интеракција: електрични каблови, водоводна цев, дренажна цев, канализациона цев, гасовод, телекомуникациони вод. | Према доступним подацима, не постоји никаква круцијална препрека за изградњу станице. Међутим, као најважније питање треба узети у обзир измештање постојеће водоводне цеви, као и синхронизацију са планираним комуналним системима и њиховим могућим одступањима. |
| Окно 11 | Потенцијална интеракција: водоводне цеви, телекомуникациони вод, дренажна цев. | Потенцијална интеракција: електрични кабл, канализациона цев, дренажна цев, водоводна цев, гасовод, телекомуникациони вод. | Нека питања ће морати да се реше у каснијој фази пројектовања/изградње. |
| Отворени ископ: 15+432.28 до 15+700 km | Потенцијална интеракција: електрични кабл.<br>Укрштање: водоводне цеви, телекомуникациони водови, електрични каблови. | Потенцијална интеракција: електрични кабл.<br>Укрштање: канализациона цев, дренажна цев, гасовод, водоводна цев, телекомуникациони вод. | Према доступним подацима, предметна секција има неколико мрежних Укрштање и већина њих се може сматрати трајним. Нема већих проблема са мрежом. |
| Станица Карабурма | Укрштање: водоводне цеви, електрични каблови, одводне/канализационе цеви, телекомуникациони вод. | Потенцијална интеракција: електрични каблови, канализациона цев, дренажна цев, водоводна цев, телекомуникациони водови. | Према доступним подацима, потребно је решити неколико питања како би се омогућила изградња станице. Неколико комуналних система великих пречника, као што је постојећа водоводна и канализациона мрежа, треба да се измештају. |
| Отворени ископ: 16+233.31 до 16+599.37 km<br><br>Окно 12 | Потенцијална интеракција: цев за довод воде, електрични кабл, дренажна цев.<br>Укрштање: канализациона цев, водоводне цеви, електрични кабл, дренажна цев. | Потенцијална интеракција: електрични кабл.<br>Укрштање: електрични каблови, телекомуникациони вод. | Према доступним подацима, постоје неке колизије које би требало решити да би се изградила ова деоница. |

# 3 ОПИС ПРОЈЕКТА

Београдски метро линија 1 фаза 1 повезује северни и јужни део града, источно од реке Саве и јужно од реке Дунав, укључујући и историјски центар града. Протеже се у дужини од 16,6 km од Железника до Карабурме и обухвата 16 станица и 11 вентилационих и евакуационих окана.

**Интермодалност на линији 1, фаза 1**

У првој фази линија је повезана са постојећим линијама БГ воза на станици Панчевачки мост, а накнадно и са још три станице (Карабурма, Сајам и Макиш). Претходном студијом изводљивости предвиђена су четири објекта за паркирање у систему „паркирај и вози се“ од којих су два задржана у Идејном пројекту и предвиђени су на станицама Железник и Карабурма. Коначно, планирани развој и реорганизација трамвајских и аутобуских линија резултираће са три аутобуска стајалишта дуж трасе (Железник, Панчевачки мост и Карабурма), седам постојећих трамвајских стајалишта и три додатна планирана трамвајска стајалишта.




*Слика 3.1 Интермодалне везе на линији 1, фаза 1*

**Прогноза броја путника**

Прогнозе броја путника су ажуриране за хоризонте 2027. године и после 2033. године, за линију 1, фазу 1 и за комплетну мрежу метроа састављену од три линије.

*Табела 3-1 Прогноза броја путника*

| **Јутарњи вршни час** | **Метро фаза 1 2027.** | **Комплетна мрежа метроа 2033.** |
|---|---|---|
| Број путника на линији 1 | 24 600 | 40 600 |
| Број путника на линији 2 | - | 37 000 |
| Број путника на линији 3 | - | 24 600 |
| Број путника на мрежи (укупно укрцавање Л1+Л2+Л3) | 24 600 | 102 200 |
| Број путника по сату, по смеру на линији 1 | 8 780 | 10 220 |

**Интермодална интеграција по модалитетима**

*Пешачке и бициклистичке трасе*

Пешачки модалитет је несумњиво најважнији за прилив путника, развој и одржавање метроа као алтернативног начина путовања индивидуалном превозу. Предвиђене пешачке трасе ка станицама су дате у следећој табели.

*Слика 3.2 Пешачке трасе*

| **Број** | **Станица** | **Пешачке трасе** |
|---|---|---|
| **1** | Железник | Плато и уређена рампа за повезивање аутобуског терминала и објеката „паркирај и вози се“ са улазом у метро |
| **2** | Макиш | Две уређене рампе за повезивање нивоа улице са нивоом станице |
| **3** | Жарково | Улази на тротоару и пешачки прелази |
| **4** | Беле Воде | Улази на тротоару и пешачки прелази |
| **5** | Трговачка | Плато/тротоар за главни улаз, један подземни пролаз испод улице и један ходник за повезивање са станицом |
| **6** | Пожешка | Плато/тротоар за главни улаз, један подземни пролаз за повезивање станице са супротним тротоаром |
| **7** | Парк „Баново Брдо” | Стаза за главни улаз у парку, један подземни пролаз за повезивање станице са супротним тротоаром |
| **8** | Ада Циганлија | Плато/тротоар за главни улаз, један пролаз и ходник за повезивање станице са обалом Саве |
| **9** | Сајам | Парк, трг и стаза за главни улаз. Унапређење постојећег подземног пролаза, посебно за особе са инвалидитетом. |
| **10** | Мостар | Стаза за главни улаз у парку, три коридора за повезивање нивоа подземног ходника са Западом, Истоком и Југом |
| **11** | Савски Трг | Два посредна улаза |
| **12** | Трг Републике | Ова област ће вероватно у будућности бити пешачка. Један главни улаз на платоу Зорана Ђинђића и један ходник ка улици Браће Југовића. |
| **13** | Скадарлија | Предпростор и пешачке стазе на платоу испред главног улаза и један подземни пролаз за повезивање станице са супротним тротоаром |
| **14** | Дунав | Плато/тротоар и један ходник за повезивање станице на северу |
| **15** | Панчевачки Мост | Један подземни пролаз који повезује станицу са севером, један улаз у парк повезан са аутобуском станицом. |
| **16** | Карабурма | Плато/тротоар и један ходник који повезује метро са станицом БГ:ВОЗ |

Свака станица ће бити опремљена са најмање једним сталком за паркирање бицикала, а следеће станице треба да поред сталака за паркирање имају и гаражне ормариће и

просторију за поправку: Железник, Макиш, Парк Баново Брдо, Ада Циганлија, Сајам, Мостар, Скадарлија, Дунав, Панчевачки Мост и Карабурма.

**Аутобуске и трамвајске линије**

*Аутобуски станица и стајалишта*

У складу са предложеним реструктурирањем аутобуских и тролејбуских линија, размотрене су следеће претпоставке:

- Стварање два нова чворишта на Карабурми и Железнику,
- Реконструкција аутобуске станице на Панчевачком Мосту

Постојећа аутобуска станица на Бановом Брду, иако има више аутобуских стајалишта, није у оквиру садашњих предлога интеграције с обзиром на то да се не налази у непосредној близини ниједне метро станице.

*Трамвајска стајалишта*

*Слика 3.3 Повезивање трамвајске мреже*

| **Број** | **Станица** | **Планирано повезивање са линијама трамваја** |
|---|---|---|
| **5** | Трговачка | У Трговачкој улици |
| **6** | Пожешка | У Пожешкој улици. Трамвајска стајалишта се налазе мало севернije од метроа: размотрити могућност померања трамвајских стајалишта ка улазу у метро. |
| **7** | Парк „Баново Брдо” | У Пожешкој улици. Трамвајска стајалишта се налазе мало севернije од метроа: размотрити могућност померања трамвајских стајалишта ка улазу у метро. |
| **8** | Ада Циганлија | Трамвајска станица се налази на задњем делу границе урбаног пројекта Стара шећерана. Трамвајске трасе које опслужују стајалиште на мосту Ада Циганлија пружају могућност повезивања са метро линијом на другим стајалиштима, тако да није предвиђена посебна веза са трамвајским стајалиштима на мосту. |
| **9** | Сајам | Трамвај стаје испред будућег метроа, дуж Булевара војводе Живојина Мишића |
| **10** | Мостар | Трамвајска станица се налази у југозападном углу парка Газела |
| **11** | Савски Трг | Постојећа трамвајска стајалишта испред музеја |
| **12** | Трг Републике | Планирано |
| **13** | Скадарлија | У улици Џорџа Вашингтона |
| **16** | Карабурма | Планирано на Вишњичкој главној улици |

**Веза са БГ возом**

*Постојећа станица:* Веза са постојећом станицом Панчевачки мост биће обезбеђена везом на нивоу.

*Планиране станице:* Веза са планираном станицом Макиш биће обезбеђена заједничким надвожњаком, са планираном станицом Сајам пешачком стазом кроз постојећи подземни пролаз до Сајма и стазом на нивоу и Карабурмом заједничким улазом/ходником.

**Везе са друмским саобраћајем**

*Заустављање:* Могућност заустављања биће обезбеђена на станицама: Железник, Макиш, Трговачка, Ада Циганлија, Мостар, Дунав, Панчевачки Мост и Карабурма.

*Паркирај и вози се:* Доступност земљишта омогућава предлагање објеката за паркирање и вожњу на станицама Железник (планирано 550 места) и Карабурма (планирано 450 места).

**Приступачност**

Метро систем је пројектован тако да омогући приступ особама са инвалидитетом без обзира на њихов инвалидитет, као и старијим особама, трудницама, особама са колицима, са пртљагом итд. У складу са наведеним, предвиђено је:

- Довољна ширина свих јавних простора (ходници, платформа, мезанин итд.) за особу у инвалидским колицима која иде право је најмање 90 cm (NFPA 101 захтева 91,5 cm) и када промени смер је најмање 1,20 m (NFPA 130 захтева 1,12 m);
- Довољна висина свих јавних простора без икаквих препрека је 2,30 m;
- Рампа са благим нагибом од највише 5%.
- Од нивоа улице до платформе, стаза је механизована.
- Постоје најмање 2 покретне степенице од једног до другог нивоа.
- За особе у инвалидским колицима или особе са колицима, лифтови иду од нивоа улице до нивоа ходника у неплаћеној зони;
- За особе у инвалидским колицима или особе са колицима, лифтови иду од нивоа ходника до нивоа платформе у зони која се плаћа;
- Лифтови се постављају у пару најмање на сваком нивоу.
- Врата су довољно широка за прелазак особе у инвалидским колицима.

Контролна капија обухвата шира врата за прелазак особе у инвалидским колицима, особе са колицима или особе са великим пртљагом.

## 3.1 Опис припремних и главних радова за извођење пројекта

Сви радови на изградњи Линије 1 фазе 1, генерално су подељени у три категорије према врсти радова и технологији извођења, и то:

- Припремни радови
- Главни радови
- Завршни радови

Друга подела радова је направљена због два главна Извођача, планирана да буду укључени у пројекат Линије 1 фазе 1 Београдског метроа:

- Грађевински радови
  - Припремне радове,
  - Земљишне радове на површинским деоницама,
  - Дубоко тунелирање,
  - Радове на дијафрагмама,
  - Архитектонско-грађевинске радове,
  - Хидротехничке инсталације,
  - Електро инсталације,
  - HVAC (грејање, вентилација и климатизација),
- Радови на систему

- Горњи строј и трећу шина,
- Напајање струјом,
- Сигнализацију и АТС,
- Мреже,
- Електронски систем за животну безбедност.

*Избор механизације*

С обзиром на то да извођачи радова још нису познати, као ни њихови ресурси и расположивост механизације, у овом поглављу биће наведене само сугестије и општа начела при избору механизације.

Избор грађевинске механизације је сложен поступак оптимизације који одређују следећи параметри:

- Врста и обим планираних радова,
- Локални услови и одредбе,
- Одабрани начин изградње,
- Техничко-технолошке карактеристике расположиве механизације.

Избор машина се врши у два корака. Први корак је такозвани шири избор механизације, који треба да омогући увид у све расположиве машине које би могле да учествују у извођењу појединих операција технолошког процеса. У ширем избору машина, потребно је дефинисати задатак грађевинских машина, анализирати технолошки процес на појединим радним операцијама, идентификовати расположиве машине за извођење појединачних операција, проучити услове у којима машина извршава појединачне операције, извршити избор машина које одговарају усвојеној технологији, изабрати машину која може да изврши задату операцију.

Други корак, тзв. ужи избор машина, има задатак да укаже на оне који од могућих машина пружају највећу економску предност, односно најнижу цену по јединици мере. Машине се бирају након детаљних техно-економских анализа, односно након анализе трошкова радних сати и практичних перформанси за сваку машину.

Машине за усклађивање рада са једним технолошким процесом заснивају се на појму „кључне машине“, односно машине које обављају операцију кључну за преузимање производног процеса. Обично су то веома скупе машине. Високи трошкови њиховог ангажовања намећу додатне захтеве - континуирани рад „кључних машина“ уз максимално коришћење могућности њиховог рада. Друге машине посматраног система могу имати мањи степен употребе, али њихови практични ефекти морају имати барем исте практичне перформансе као кључна машинерија.

*Депоније материјала и привремена градилишта*

Избор места за привремено депоновање материјала, као и локација привременог градилишта зависи највише од теренских и просторних услова и од технологије и ресурса изабраних Извођача. Потребно је водити рачуна да привремена градилишта и привремене депоније материјала буду у предвиђеним границама. Важно је да ове локације буду усклађене са технологијом извођења радова као и са условима терена, али је то обавеза изабраних Извођача.

*Организација привременог градилишта*

Обавеза је изабраних Извођача, у складу са прописима и законима, да пре почетка радова саставе документацију, односно „Елаборат о уређењу градилишта“ и да је одобре и прихвате надлежне државне институције и крајњи корисник. У овој студији

ће бити детаљно разрађени сви услови за извођење радова, као и уређење градилишта, материјала и парцеле за израду монтажних елемената.

*Снабдевање ресурсима*

За Инвеститора је важно да обезбеди, што је више могуће, како би се смањили укупни трошкови изградње, материјал за депоније и градилишта. У принципу, набавка свих потребних ресурса треба да буде из Србије када је то могуће, од домаћих произвођача, под условом да испуњавају услове у погледу квалитета, количина и рокова испоруке.

### *3.1.1 Извођење припремних радова*

**Припрема терена на подручју Макишког поља**

Уређење терена Макишког поља обухвата:

1. Припремне радове (регулисати несметано укључење / искључење са улице Боривоја Станковића на градилиште, изградити монтажно-демонтажни објект са потребним бројем канцеларија, санитарним чвором и салом за састанке, извршити прикључење градилишта на високонапонски далековод и изградити градилишни пут)
2. Насипање терена површине 72 ha до коте 74 мнм, на којем се планира изградња објеката метроа (депо (није предмет ове процене утицаја на животну средину), дела линије метроа уз депо, помоћних објеката („паркирај и вози се“, аутобуског стајалишта и дела саобраћајнице Нова 1).
3. Додатно насипање терена површине 34 ha до захтеваног нивоа (74,2 до 75,5 мнв, у зависности од инфраструктуре или објекта)

**Насипање терена**

Као мера заштите локације од подземних вода предвиђено је насипање терена. Површина планирана за насипање до коте од 74 мнв износи око 72 ha и планирана је за изградњу:

1. депоа (34 ha) + **деонице метро линије дуж депоа (8,7 ha)**, укупне површине 42,7 ha;
2. помоћних објеката „Паркирај и вози се“, аутобуске станица и дела пута Нова 1, укупне површине 12,3 ha и
3. док остатак површине од 17 ha није планиран да буде заузет пројектом или пратећим објектима.

Дебљина насутог материјала, по скидању хумуса, креће се у просеку од 1,5 до 4,0 m. Радови на насипању нивоа терена на 74 мнм захтевају 1.503.258 $m^3$ материјала, док је за додатно насипање терена (од 74,2 мнв до 75,5 мнв) терена потребно је 320.740 $m^3$.

Пре почетка радова на самом насипању депоа потребно је урадити следеће:

- Извршиће се геодетско снимање терена које ће уз сагласност Главног извођача и Надзорног органа бити усвојено као „нулто стање“ терена.
- Извршиће се обележавање граница депоа предвиђеног за насипање и обележавање попречних профила датих у пројекту.

- Уз сагласност свих учесника на Пројекту извршиће се подела површине депоа на мања радна поља површине 6-8.000 $m^2$, која ће се сукцесивно отварати у зависности од динамике напредовања. Извршиће се нумерација радних поља.
- Бушење бунара за воду уз сагласност надлежног водопривредног предузећа и у складу са законском регулативом из области вода. Вода потребна за квашење песка приликом сабијања биће обезбеђена из бунара. Бунари ће бити обезбеђени потапајућом пумпом са пожарним цревима и млазницама. Подземна вода је на 1-3 m испод коте терена. Један бунар може покрити површину радијуса до 200 m. Бунари ће бити бушени у потребном распореду тако да се обезбеди што боља покривеност. Површине које није могуће покрити бунарима, биће квашене цистернама за воду.
- Пре отпочињања ископа хумуса на радном пољу, прво ће се посећи сво жбуње и растиње са вађењем корена, рушење евентуалних објеката и одвоз шута на предвиђену депонију.

Припрема терена за изградњу депоа, односно насипање терена обухвата: ископ хумуса, припрему подтла, израду слоја од дробљеног каменог агрегата 30-125, изградња насипа од песка и хумузирање косина насипа.

**Ископ хумуса**

Пројектом се предвиђа скидање хумуса у просеку дебљине око 60 cm. Хумус се уклања до кота и у падовима на основу попречних профила датим у пројекту. Ископ хумуса ће се вршити булдозерима и уз гурање депоновати на гомиле у оквиру радног поља. Паралелно са ископом вршиће се утовар утоваривачем и багером у камионе. Део хумуса који ће се касније користити за заштиту косина насипа, биће депонован у зони градилишта. Вишак хумуса биће транспортован на одговарајуће депоније које одреди Инвеститор. У зависности од удаљености одређене депоније биће одређен број камиона потребних за одвоз хумуса. Орјентациона количина хумуса предвиђена за ископ у збијеном стању је 431.580 $m^3$.

Потребна механизација за ископ хумуса је:

- Булдзер D6, 123 kW
- Утоваривач CAT 966G, 164 kW
- Багер CAT 325CLN, 125 kW
- Камион кипер 15 $m^3$, 309 kW.

**Припрема подтла**

По уклањању хумусног слоја, треба извршити механичку стабилизацију (збијање) подтла са притиском. Збијање ваљањем, се побољшавају физичке особине тла, повећавањем чврстоће смицања, смањењем његове стишљивости, као и смањењем његове тежње да упија воду. У случају атмосферских падавина у најнижем делу радног поља омогућити одвод или вршити испумпавање накупљене воде. Након обраде подтла врши се испитивање и квалитета носивости сходно техничким условима пројекта. Број прелаза ваљака одредиће се у зависности од стварно постигнутих резултата на терену. У случају да након механичке стабилизације подтло нема захтевану носивост, побољшање карактеристика ће се вршити заменом материјала уз сагласност Надзорног органа. Потребна механизација за припрему подтла укључује вибро-ваљак и вибро јеж 15 тона.

**Израда слоја од дробљеног каменог агрегата 30-125**

По пријему подтла што пре извршити насипање слоја каменог агрегата како би се очувао добијени квалитет подтла. Позиција укључује набавку, превоз, депоновање, грубо и фино нивелисање, квашење и збијање дробљеног каменог агрегата 30-125 у слоју од 40 cm. Квалитет каменог агрегата и гранулометријског састава морају бити у складу са Техничким условима. Збијање слојева каменог материјала, треба радити у пуној ширини ваљцима са глатким или пнеуматским точковима. Ваљање треба вршити по правилу од спољашњих ивица слојева према средини. Број потребних прелаза ваљака треба одредити испитивањем збијености за време извођења рад. Камени материјал ће се континуинирано довозити одређеним бројем камиона-када из каменолома у околини града Уба, који је од предметне локације удаљен између 50 и 60 километара, у зависности од изаброг путног правца. На делу депоа обезбедиће се простор за депонију одређене количине камена, тако да уградња истог неће зависити од дневних капацитета транспорта са каменолома.

Потребна механизација за израду слоја од дробљеног каменог агрегата обухвата:

- Булдозер D6
- Вибро ваљак 13 тона,
- Камион цистерна, 12 $m^3$
- Камион кипер, 15 $m^3$

Слој каменог набачаја треба извести из два слоја. Први слој пројектоване фракције 30-125 у дебљини од 30 cm. Други слој се изводи у дебљини 10 cm са фракцијом крупноће 0-31. Разлог је спречавање продирања и испирања песка насипа по дубини каменог набачаја. Евентуална промена слојева ће бити усаглашена у договору са Надзорним органом. Дробљени камен траженог квалитета ће се набављати у каменоломима околине Уба.

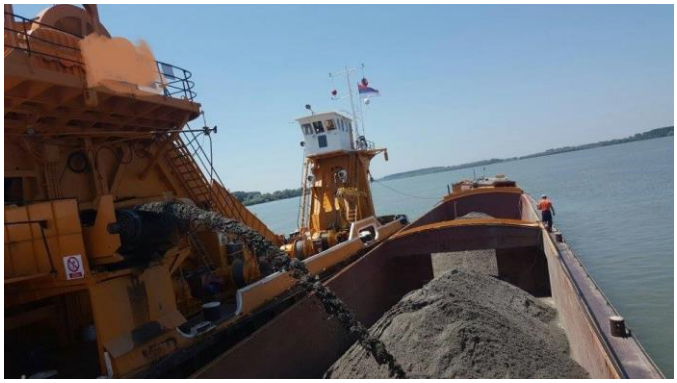
**Изградња насипа од песка**

Обавеза Инвеститора је да обезбеди локације на рекама Дунаву и Сави за експлоатацију песка. По могућству локације треба да су што ближе градилишту. Такође обавеза Инвеститора је да у сарадњи са Извођачем обезбеди депонију адекватног капацитета (такође ближе градилишту), где би био вршен истовар песка са баржи на обалу.

За овај пројекат Инвеститор је определио три локације за вађење речних наноса на реци Сави и Дунаву, и то су:

- од km 16+000 до km 17+300 река Сава
- од km 1171+000 до km 1172+600 река Дунав
- од km 1182+000 до km 1187+000 река Дунав.

Експлоатација песка технолошки ће се вршити на два начина. Први је експлоатација рефулерским багером а други је експлоатација багером ведричарем. Експлоатацијом багером ведричарем постиже се већи капацитет (2.000 $m^3$/дан) у односу на коришћење рефулерскиог багера (1.000 $m^3$/дан). На експлоатационом пољу на реци Сави биће коришчен багер рефулер, због близине претоварне депоније, а на реци Дунав багер ведричар. Детаљнија технологија експлоатације ће бити предмет посебног документа и није део овог пројекта и предметне процене утицаја на животну средину.



*Слика 3.4 Багер ведричар пуни баржу песком*

Пре уградње песковитог материјала у насипе, лабораторијским испитивањем доказаће се квалитет прописан Техничким условима. Број ангажованих камиона биће димензионисан на основу капацитета добављача песка. Организацијом рада на насипању циљ је да у сваком тренутку постоји отворено радно поље, испитано и примљено од стране Надзорног органа, за насипање следећег слоја песка. Због великог броја ангажованих камиона потребна је паралелизација и рад на више поља како би се омогућило константно без застоја допремање великих количина песка са депоније сваки дан.

По допремању и истовару песка, камионима до спремног радног поља врши се разастирање булдозерима у слоју од 40 cm, по потреби нивелисање грејдером и збијање вибро ваљцима, компакторима и по потреби јежевима.



*Слика 3.5 Разастирање и сабијање песка у слојевима*

Песак се мора квасити како би се добила оптимална влажност за збијање. Вода се обезбеђује из бушених бунара употребом пумпи и допрема противпожарним цревима макс дужине (радијуса) 200 m. Бунари ће се изводити на предходно дефинисаном растојању и распореду, а за њихово извођење биће исходоване дозволе надлежног органа. Оптимална влажност песка се добија испитивањем више узорака различите влажности. Број прелаза ваљака ће се дефинисати након практичног учинка збијања и испитивања збијености пробног слоја. Камиони прилазе радном пољу вожњом уназад и материјал истоварују тако да не прелазе преко примљеног слоја. У току израде насипа од песка вршиће се осматрање вредности слегања насипа (временска консолидација). У току и након завршетка насипа уградиће се реперне тачке преко којих ће се вршити осматрање и анализа добијених вредности.

По завршеном збијању и примању слоја од стране Надзорног органа неће бити дозвољен даљи прелаз транспотних средстава и механизације преко истог. Даље насипање ће се вршити од напред у слојевима од по 40 центиметара до пројектоване коте насипа. Завршни слој насипа је такође од песка.

Потребна механизација за извођење радова је следећа:

- Булдозер D6
- Вибро ваљак 13 тона,
- Вибро компактор,
- Камион цистерна, 12 $m^3$



*Слика 3.6 Вибро ваљак и вибро компактор*

**Хумузирање косина насипа**

По завршетку насипања песком до коте предвиђене пројектом врши се прво обликовање и профилисање а затим и облагање косине насипа хумусом. Уколико буде потребе ради заштите насипа, облагање косина ће се вршити паралелно са извођењем насипа а у договору са Надзорним органом. Користи се хумус из ископа који је сачуван на градилишној депонији. Насипање слојем хумуса је у дебљини од 20 cm до 30 cm. Насипање и разастирање косине се изводи употребом багера са профилисаном кашиком. При извођењу ових радова водити рачуна да се не запрља горња постељица насипа. По могућству хумус допремати и киповати у ножици насипа па вршити фино планирање по косини.

**Припрема терена на подручју окана и станица ван подручја насипања**

Чишћење и припрема терена

Ставка укључује чишћење и припрему локације. Уклонити све остатке, вегетацију, жбуње, дрвеће и пањеве без обзира на пречник. Ово подразумева вађење корена, сечење, чишћење, са утоваром, транспорт до 20 km и истовар на депонију, попуњавање и збијањем удубљења у земљи.

Уклањање, складиштење и одлагање површинског слоја (хумуса)

Обухвата ископ слоја хумуса, транспорт и одлагање вишка материјала на депонију. Дубина ископа је 0,3 m.

Разбијање и уклањање пешачких стаза и тротоара и транспорт до места за одлагање

Ставка обухвата рушење постојећих коловоза од асфалта, бетона, префабрикованих плочника, ивичњака, њихов утовар, транспорт и истовар отпадног материјала на депонијама.

Рушење, уклањање и рестаурација постојећих објеката

Ставка обухвата рушење постојећих бетонских, челичних, камених конструкција, утовар, транспорт и истовар отпадног материјала на депонији. Ставка такође укључује лоцирање и привремено измештање свих инсталација везаних за постојеће објекте:

- Уклањање бензинске пумпе Баново Брдо у Пожешкој улици,
- Уклањање надстрешница на улазу у Сајам,
- Уклањање једне зграде Старе шећеране која ће бити обновљена као део будуће метро станице,
- Уклањање и рестаурација споменика Војводи Мишићу на подручју метро станице Сајам,
- Уклањање и рестаурација споменика Васе Чарапића на Тргу Републике.

Измештање комуналне инфраструктуре и изградња сифона

У поглављу 2.9 дати су подаци о потребним измештањима комуналне инфраструктуре за сваку станицу и окно.

Колектори 5 и 6, који су део хидротехничког решења планираног за реализацију на територији коју покрива ПДР Макишког поља, у колизији су са трасом у отвореном ископу (cut and cover) у Макишу са обе стране станице Жарково. Планира се трајно измештање ових колектора на већу дубину коришћењем сифонског решења које ће бити детаљно разрађено у наредним фазама пројектовања.

Објекти на градилишту

Објекти за привремену употребу: канцеларије, тоалети, кантина, складиштење материјала и опреме, контејнери, опрема за надгледање и заштиту, привремени прикључци за струју, воду и све друге комуналије, и сви потребни привремени насипи, дренажа, грађевински путеви.

Преусмеравање путева и јавног превоза у зонама станица, окана и деоница у отвореном ископу

Пројекте саобраћајница и преусмеравања јавног превоза у зонама станица, окана и деоница у отвореном ископу Извођач ће израђивати у наредним фазама пројектовања, поштујући услове градских институција надлежних за саобраћај.

### *3.1.2 Технологија извођења грађевинских радова*

На траси линије 1 колосек је делом над земљом (површински), а делом под земљом, у тунелу и у отвореном ископу. Плитки тунели ће се радити у отвореном ископу, а дубоки тунели машинским ископом (TBM). Према типу конструкције траса је подељена на следећи начин:

1. **Површински** - у дужини од 2,3 km

Површински део трасе састоји се од колосека на површини. Ова метода је могућа у мање урбанизованим подручјима када метро иде дуж довољно широких саобраћајница. Ово решење је јефтиније јер захтева мање специфичних компликованих радова.

2. **Плитки тунели у отвореном ископу** - у дужини од 3,1 km (1,9+1,2 km)

Плитке тунелске деонице градиће се технологијом плитких тунела у отворном ископу када траса буде ишла дуж довољно широких саобраћајница. Ова метода се састоји од изградње вертикалних потпорних зидова, затим ископавања земље између зидова, коначно постављања плоча између тих зидова.

Континуирани потпорни зидови могу се изводити као зидови дијафрагме и талпе, док су могућа решења за хидроизолацију: хидроизолација која покрива све горње плоче и бочне стране горње плоче до дијафрагме и третирање земље (дренирање потенцијалних цурења из зидова и плоча).

*Зидови дијафрагме:* Зидови дијафрагме су армирано-бетонски зидови који су ливени у деловима или панелима ископаним у земљи. Ров се при ископу и уградњи армираног бетона држи отвореним употребом потпорне суспензије. Ово решење се може користити за дубље зидове.

*Талпе:* Талпе се граде помоћу вертикално међусобно повезаних шипова од лимова. Користе се посебно за плитко покривање тла изнад метро колосека. Могу се поставити на три начина, у зависности од тла и околине: побијање, вибро-побијање и хидраулично побијање.

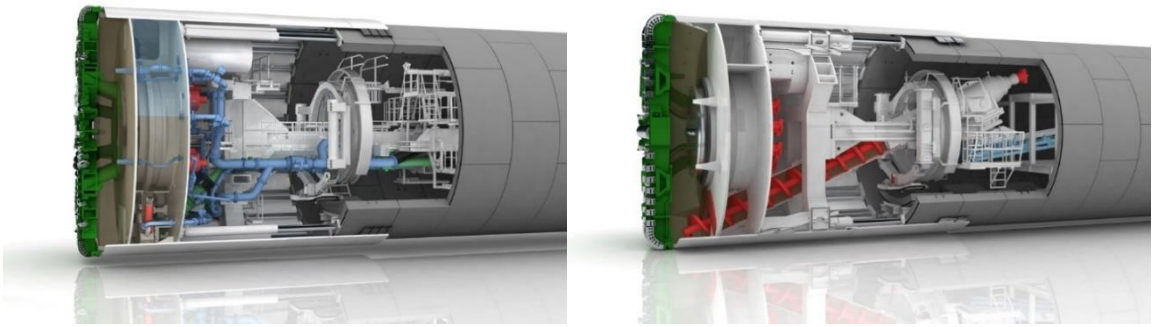
3. **Дубоки тунели** - у дужини од 11,2 km

Дубоки подземни тунел биће изграђен TBM технологијом, што омогућава изградњу тунела без икаквог утицаја на површину.

Различити постојећи главни типови TBM су:

- SPB (Slurry Pressure Balance) и EPB (Earth Pressure Balance) за земљиште и хетерогене услове;
- Хватаљка (Gripper) или TBM са једноставним/двоструким штитом за услове у стенама.

С обзиром на геотехничке услове описане на подручју Београда, пожељна опција је разматрање SPB и/или EPB у циљу ископавања хетерогеног земљишта.

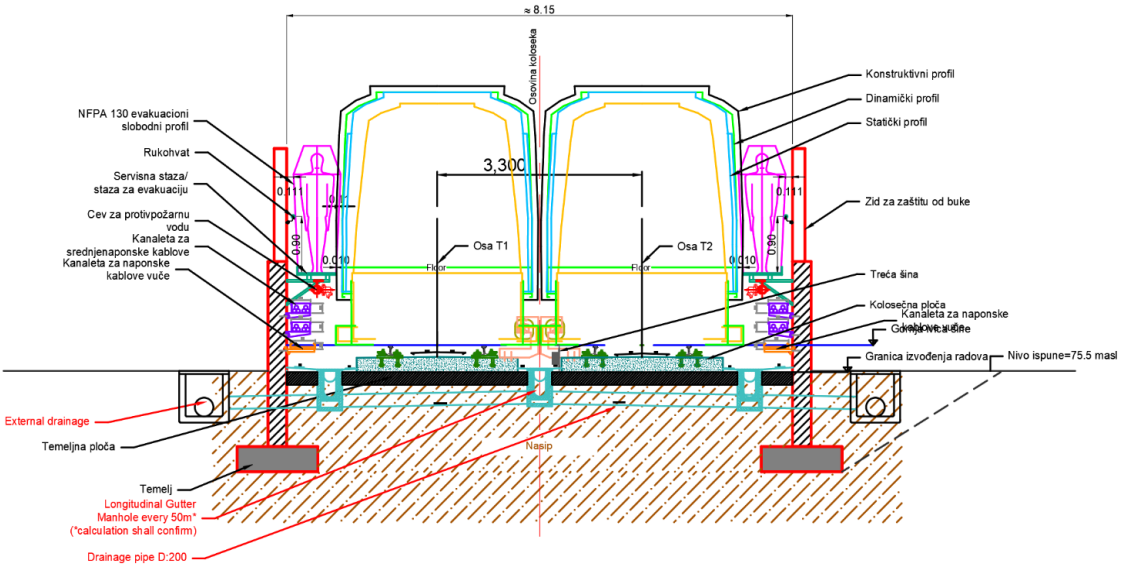


*Слика 3.7 Slurry Pressure Balance (SPB) и Earth Pressure Balance (EPB) машине за изградњу дубоког тунела*

У наставку су детаљно описане технологије изградње деоница на површини, у отвореном ископу и дубоком тунелу.

### *3.1.2.1 Технологија изградње деоница трасе на нивоу*

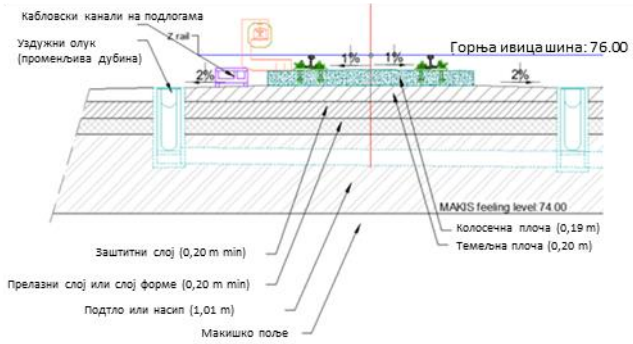
Типични попречни пресеци површинске деонице




*Слика 3.8 Типичан попречни пресек површинске деонице*

Горњи строј

Опис шинског горњег и доњег строја дат је у тексту и слици испод. Анкерски систем причвршћивања се уграђује у колосечну плочу, која се полаже на темељну плочу.




*Слика 3.9 Шематски приказ горњег строја*

Профил шине одабран за потребе референтног пројекта је 54E1 и јединствен је за цео пројекат (возни део и депо). Нагиб шине је 1/20.

Мора се обезбедити попречно одводњавање колосека. Нагиб који обезбеђује бетон колосека у облику „крова“ гарантује одвод воде ка спољашњој страни колосека у правцу уздужних олука. Попречни нагиб од 1% на колосечној плочи и 2% на темељној плочи омогућава кишници да се одводи у кишне канале, а затим до сабирних шахтова и даље до примарне одводне мреже за кишницу.

Земљани радови (усеци, насипи или површински део) који подржавају систем колосека без терета морају бити у стању да пренесу вертикална и хоризонтална оптерећења са

система колосека без терета у подтло, без пада носивости тла или превелике деформације.

Систем колосека без терета је осетљив на трајне деформације (слегање или трзај) као и на еластичне деформације услед променљивих оптерећења, па је у већини случајева важно проверити слегање и носивост насипа и горњих слојева.

Перформансе подконструкције услед циклуса смрзавања/одмрзавања су пројектоване тако да немају негативан утицај на перформансе система колосека без терета.

Прелази између земљаних радова и конструкција нискоградње (отворени ископ, итд.) су осетљиви на диференцијална слегања и варијабилност крутости. Дужина прелазне зоне треба да буде прилагођена брзини линије и / или разликама у слегању између земљаних и грађевинских конструкција.

Према тренутној ситуацији и плановима, површински део метро линије и простора депоа ће бити положен на већ припремљено темељно тло након првог насипања Макиша, на коти терена од 74 метара надморске висине.

Темељно тло изнад насипа би било слично за колосек са теретом или без терета, састављено од слојева:

- Заштитни слој,
- Прелазни слој (слој форме),
- Подтло (насип).

У случају пројекта Београдског метроа, сматрало се да ову врсту пруге треба сврстати у главну железничку пругу.

Препоруке о геотехничким условима примењују се на појединачне слојеве који чине инфраструктуру (заштитни слој, прелазни слој и насип) и описане су на основу Правилника о техничким условима и одржавању железничке инфраструктуре (Сл. гласник РС 39/2016 и 76/2016).

Заштитни слој се мора сматрати филтером и мора имати обезбеђену водопропусност; брзина протока не може бити велика да би се омогућило да се честице исперу. За заштиту тла од мраза потребно је димензионисати заштитни слој. Неопходан услов је да $U \geq 15$ не садржи више од 3% фракција мањих од 0,02 mm. Заштитни слој се не може налазити у подручју утицаја подземних вода. У циљу заштите од спољашњих утицаја, бочне стране заштитног слоја потребно је заштитити хумусом у дебљини од 20 cm.

Прелазни слој је збијени или ојачани слој од крупнозрног шљунка или песка и заједно са заштитним слојем чини заштиту од смрзавања. У циљу заштите од спољашњих утицаја, бочне стране прелазног слоја потребно је заштитити хумусом у дебљини од 20 cm.

Дозвољени нагиб насипа ће се дефинисати у зависности од материјала који ће се користити за изградњу. У циљу заштите насипа од спољашњих утицаја, као основни вид заштите користи се хумус.

### *3.1.2.2 Технологија изградње деоница трасе у отвореном ископу*

Основе

Метода отвореног ископа подразумева отварање површине земље и ископавање до потребне дубине. Плитки тунели на равном терену се граде овом методом. Део земље се ископава, а затим обезбеђује потпорним системом. По завршетку изградње тунелске

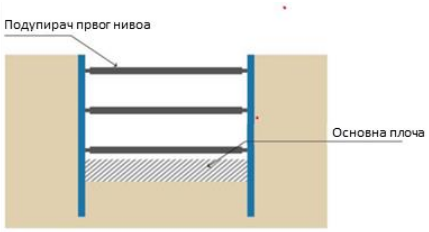
конструкције врши се затрпавање ископа. Метода се користи када је ископавање са површине могуће, економично и еколошки прихватљиво.

Метода отвореног ископа захтева преусмеравање саобраћаја за време трајања пројекта, а површина ископане локације враћа се у првобитно стање када се пројекат заврши.

У методи отвореног ископа врши се плитки ископ и равнање након чега се уграђује бетонска конструкција која делује као потпорна конструкција. Ова конструкција пружа заштиту грађевинским активностима која се у њој одвијају. Постоје два типа методе отвореног ископа: метода одоздо према горе и метода одозго надоле.

*Метода одоздо према горе*

У методи одоздо према горе, локација се прво ископава и обезбеђује се одговарајућа подршка тла. Тунел се тада изводи бетонирањем на лицу места. Када је тунел завршен, ископ се засипа преко крова тунела и врши се санација површине тла.




*Слика 3.10 Отворени ископ: конструкција одоздо према горе*

*Метода одозго према доле*

У методи одозго надоле, заштитне греде и бочни потпорни зидови се изводе почев од површине земље и крећући се наниже са бетонским дијафрагма зидовима или челичним лимовима. Кров тунела се тада прави од префабрикованих греда или бетона на лицу места из плитког ископа. Остављајући отвор за приступ, површина тла се обнавља и омогућава обнављање саобраћајних услуга. Преостала конструкција се затим изводи испод крова тунела из приступних отвора.



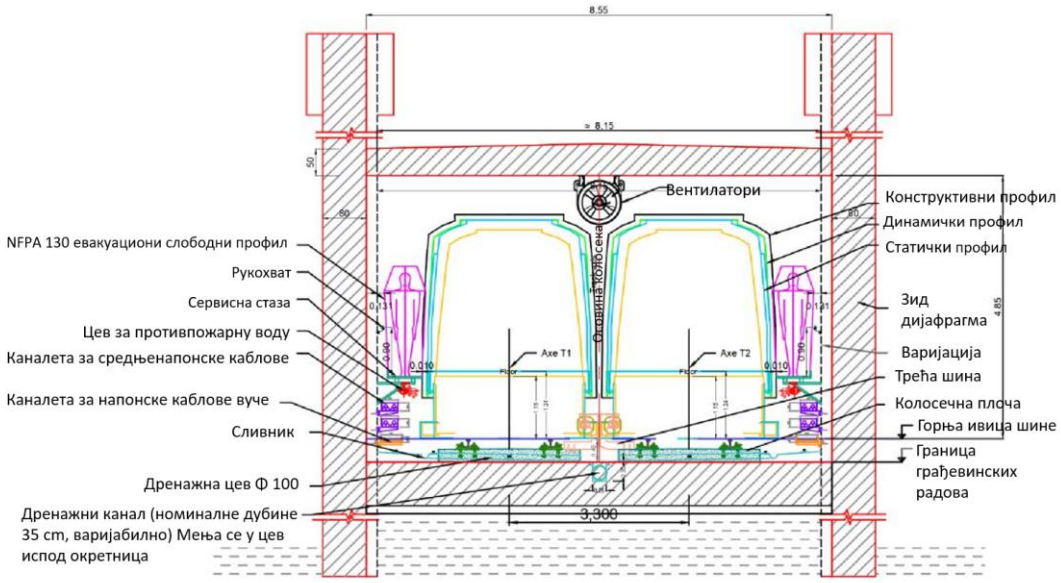

*Слика 3.11 Отворени ископ: конструкција одозго надоле*

Одабир методе

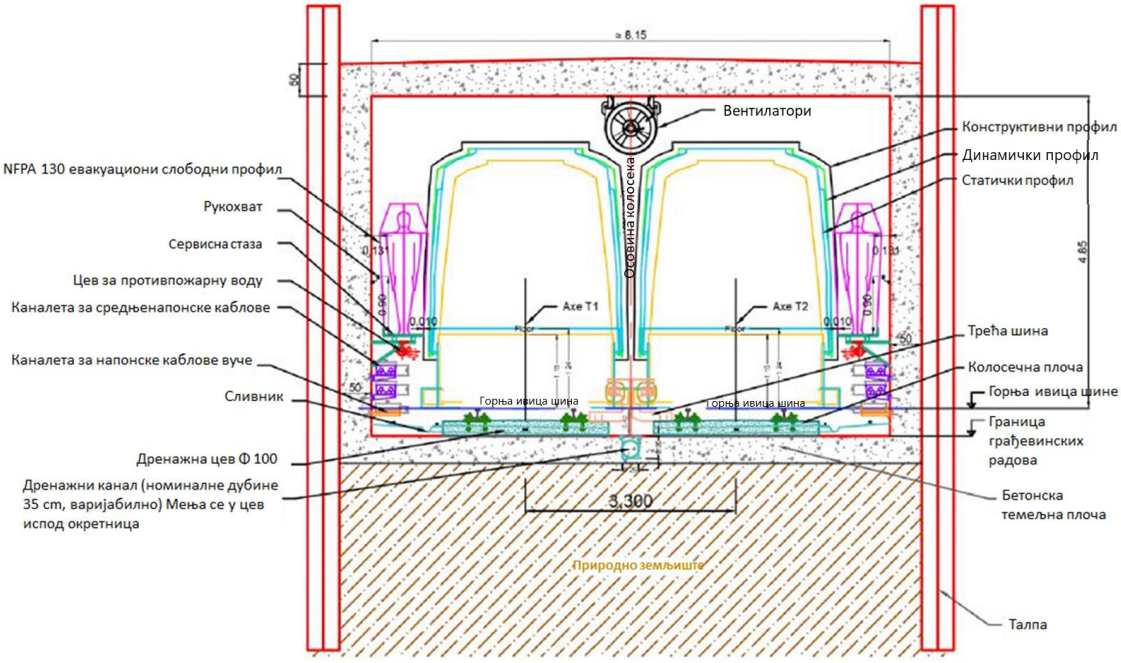
Постоји много варијабли и ограничења које треба проценити пре избора одређене методе. Неки услови као што су права проласка, одсуство потребе за ограничавањем угиба бочних зидова и одсуство обавезе трајног обнављања површине, фаворизују избор методе изградње одоздо према горе. Услови који захтевају супротно од наведеног више одговарају примени методе изградње одозго надоле.

Техничка решења и технологија испумпавања, као и евакуација подземних вода која ће настати током ископа биће предвиђена и за фазу ископа и за фазу насипања деоница. Контролисаће се довод и евакуација воде до најближег реципијента како се не би

нарушио водни режим примаоца. Извођач мора дефинисати технологију извођења грађевинских радова на ископу материјала и место одлагања вишка материјала. Одлагање овог материјала у водотокове, на обале и насипе није дозвољено.




*Слика 3.12 Типичан попречни пресек отвореног ископа са зидовима дијафрагме*



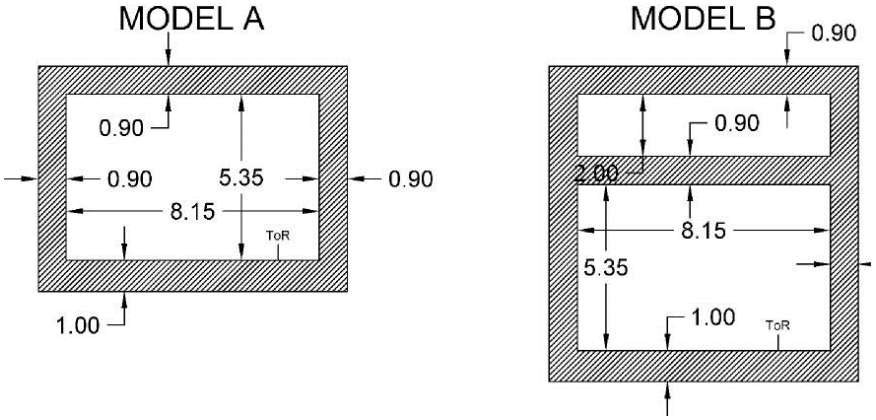

*Слика 3.13 Типичан попречни пресек отвореног ископа са талпама*

### *Отворени ископ у зони Макишког поља*

Терен на ширем подручју Макишког поља сачињавају алувијални седименти реке Саве који покривају речно-језерске наслаге плеистоценске старости. Терен је релативно раван, са надморским висинама 71,0 - 74,0 m. Нивои подземних вода су релативно плитки у односу на површину терена, а према осматрањима пијезометријске мреже налазе се на око 70,0 m надморске висине.

Резултати нумеричке симулације су показали да је за задату геометрију конструкције отвореног ископа „Макиш“ и за дате геотехничке параметре и ниво подземне воде могуће применити технологију изградње **одоздо према горе**. За деоницу Макиш у отвореном ископу, разрађена су два карактеристична пресека тунелске конструкције, за плићи (модел А) и дубљи део (модел Б).

Планирано је да се Ларсен талпе користе приликом ископа за плитки део Макиш деонице у отвореном ископу и бетонске дијафрагме за дубљи део.




*Слика 3.14 Типичан попречни пресек бетонске конструкције „исеци и поклопи“*

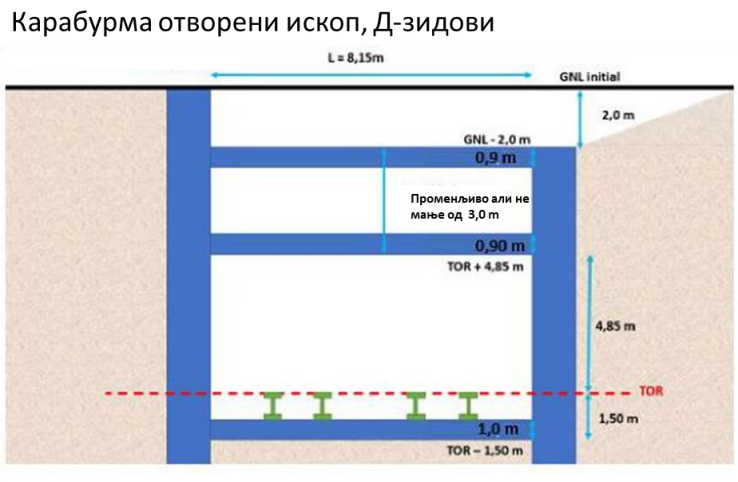
Модел А се односи на деоницу тунела km 2+028 – km 3+780, док ће се модел Б примењивати на деоници од km 3+780 – станица метроа „Беле воде“ (km 4+020).

За плићу деоницу тунела предвиђена је употреба Ларсен талпи (модел А) у оквиру система заштите темељне јаме, док је дубљи део (модел Б) заштићен армирано-бетонским дијафрагмама који су део будуће конструкције тунела.

За процену инфилтрације воде кроз дно ископа урађен је прорачун филтрације, уз одређене хидрауличке услове. Ризици приликом изградње отвореног ископа односе се на недовољно поуздане податке о дотоку подземних вода и утицају система за спуштање подземних вода на режим водоносног слоја.

***Отворени ископ на подручју Карабурме***

Резултати нумеричке симулације су показали да је за задату геометрију конструкције отвореног ископа „Карабурма” и за дате геотехничке параметре и ниво подземне воде могуће применити технологију изградње **одоздо према горе**. Планирано је да се деоница изгради коришћењем бетонских дијафрагми.




*Слика 3.15 Попречни пресек Карабурме*

Секвенце и технологија изградње дијафрагми

Зид дијафрагме се обично гради коришћењем рова ископаног у земљи чије се обрушавање спречава пуњењем рова исплаком (бентонит) док се исплака не замени бетоном, након постављања челичног кавеза. Зидови се углавном крећу од 600 до 1500 мм дебљине, ширине између 2000 и 3500 мм и могу се користити до дубине од 60 м или више.

Одликују се ниским трошковима и брзином изградње привремених и трајних подупирача тла као потпорних зидова. Ископни алат правоугаоног пресека се користи за уклањање земље, чиме се ствара правоугаони ископ. Правоугаоници који чине зид морају бити међусобно повезани како би се обезбедила издржљивост конструкције и водонепропусност.

Фазе изградње

Конструкција зида дијафрагме састоји се од три корака:

1. Изградња зида вођице,
2. Ламелни ископ (рушење – уклањање – стабилизација), и
3. Ламелна изградња (арматурни кавез, сипање бетона, очвршћавање бетона).

Да би се изградио непрекидни зид дијафрагме, примарни панели се прво конструишу и размакну на растојању нешто већем од ширине ламела. Секундарне ламеле се изводе у празним просторима између примарних.

Главни алат за копање је грајфер, која ће имати исту величину компоненте коју ће копати. Ископ се стабилизује бентонитном суспензијом. Бетонирање се врши употребом цеви за бетонирање са левком као код шипова ливених на градилишту.

Конструкција зида уводница: Пре ископа ламеле потребно је направити две привремене паралелне бетонске греде за вођење алата за ископ и за стабилизацију горњег дела. Уводнице су ливени или префабриковани лако армирани бетонски елементи. Уводнице одржавају хоризонтално поравнање и континуитет зида дијафрагме да би се избегло површинско урушавање тла, означио положај панела и да би се подржали челични кавези током старења бетона.




*Слика 3.16 Инсталација водећих зидова у земљиштима без кохезије и кохезије*

Овај привремени ослонац је важан јер нивои суспензије варирају током изградње, а зид има тенденцију да буде нестабилан. Уводнице помажу у вођењу хватаљки грајфера при вертикалном ископу и помажу у позиционирању коначне структуре. Димензије и облик уводница могу се променити у зависности од природе површинског тла. Бентонитну суспензију унутар ископног рова увек треба држати неколико метара изнад нивоа подземне воде. У неким посебним случајевима где је подземна вода веома близу површине и земљиште има лоша механичка својства, уводнице се могу изградити на већој висини у односу на тло да би се сачувала горе поменута висинска разлика.

**Ископ ламела**

Појединачна ламела се копа надоле помоћу грајфера док се не постигне потребан ниво. Ров је заштићен од урушавања током ископавања, армирања и ливења употребом бентонитног раствора.

Исплака формира густу наслагу на зидовима рова која балансира унутрашње хидрауличне силе и спречава продирање воде у ров.

Грајфери су мембрански алат за копање ламела који се састоји од две чељусти које се могу отварати и затварати у сврху прикупљања ископаног материјала и његовог изношења из ископаног рова.

Спољни профили чељусти грајфера су опремљени зупцима за резање тла. Радни циклус ископа почиње са отвореним хватаљком ослоњеним на земљу: захваљујући тежини и брзини алата, зупци продиру у тло. Активирањем система за затварање, грајфер ископава земљу и део задржава унутар чељусти. Распоред зуба на чељусти грајфера је обично непаран број на једној, а паран број зуба на другој, како би се обезбедило савршено затварање. Асиметрична конфигурација чељусти има тенденцију да одступа од праве линије и из тог разлога се грајфер не користи увек у истом смеру, већ наизменично у оба смера – сваки пут када се грајфер спусти у ископ, ротира се за 180°.

Грајфер се подиже са затвореним чељустима и земља се испушта у за то предвиђено место. Радни циклус се понавља неколико пута док се ископ не заврши. Примарне ламеле се прво ископавају, а секундарне се изводе између примарних ламела дијафрагме. Када је ископ ламела завршен, пре бетонирања, исплака се мора очистити и освежити тако да њена густина, садржај песка, вискозитет и ПХ буду унутар прописаних нивоа.

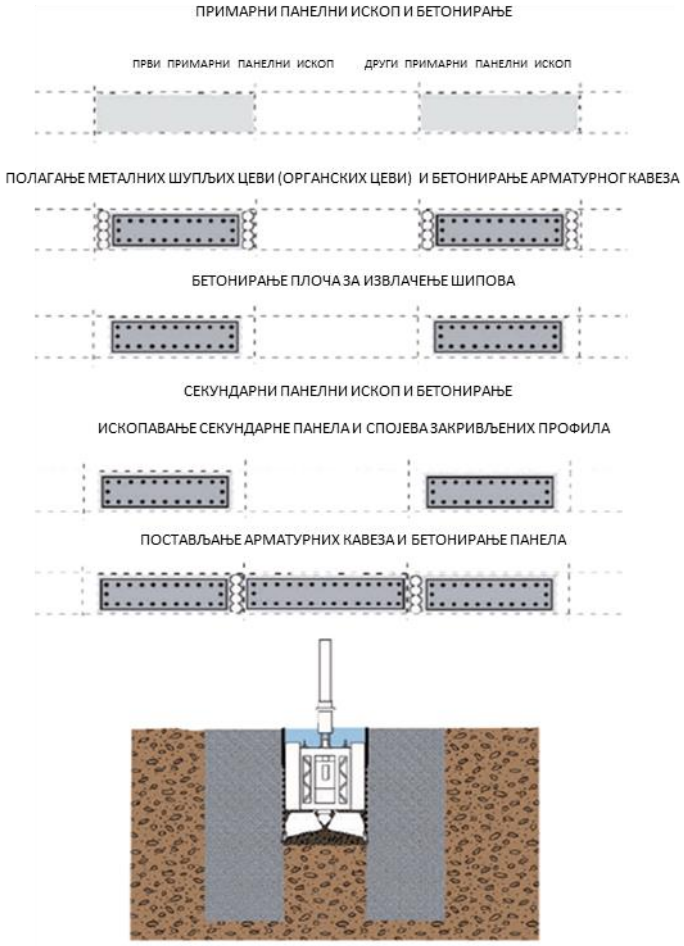
**Градња ламела**

Једно од најделикатнијих питања у конструкцији зидова дијафрагме представљају водоотпорни спојеви између ламела.

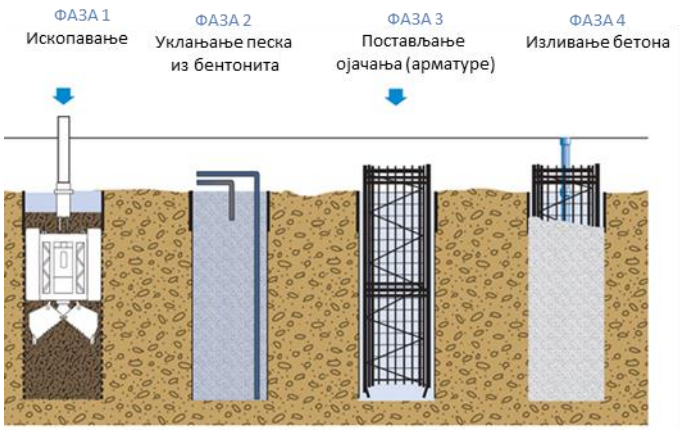
Једна од главних функција зидова дијафрагме, осим што подржава тло до завршног ископа унутар зидова дијафрагме, је спречавање слегања зграда и објеката поред ископа као и обезбеђивање водонепропусности зида. Избор типа спојева зависи од опреме за ископ као и од жеље извођача. Када се достигне и очисти дно ламеле, арматурни кош се може спустити на своје место. Арматурни кошеви имају значајну величину и тежину, као опште правило, кавез се гради тако што се компоненте (адекватне дужине) полажу на тло, а затим спајају заједно. Ако постоји потреба за израдом коша у одвојеним деловима, поменути делови морају бити правилно повезани методом одобреном од стране инжењера.

Бетон се уграђује кроз вертикалну челичну цев са отвореним горњим крајем у облику левка. Са левком, бетонирање зида дијафрагме почиње одоздо и левак се прогресивно подиже како ниво бетона расте.

Истовремено са уградњом бетона, из ламеле се испумпава исплака која се освежава и поново користи за следећи ископ ламеле.




*Слика 3.17 Изградња сегмента дијафрагме*

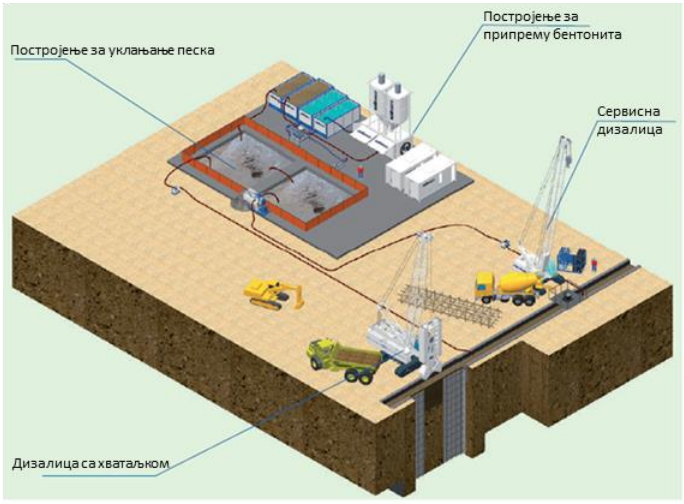



*Слика 3.18 Фазе изградње дијафрагме*

Логистика на градилишту

Типично градилиште за изградњу зидова дијафрагме са бентонитном суспензијом користиће следећу опрему:

- Дизалица опремљена хватаљком,
- Постројење за производњу бентонита,
- Постројење за уклањање песка из исплаке,
- Сервисна дизалица за позиционирање челичног арматурног коша у ископану јаму и за руковање цевима за ливење бетона.




*Слика 3.19 Типично градилиште за зидове дијафрагме*

Технолошке предности

Главне предности технологије дијафрагма зидова су наведене у наставку:

- Може се градити у веома широком спектру типова тла и стена.
- Може се користити у условима високог нивоа подземне воде без прекомерног одводњавања.
- Зидови дијафрагме се обично користе за обезбеђивање веома дубоких ископа јер могу бити пројектовани да поднесу веома велика структурална оптерећења.
- Водонепропусни зидови могу се користити као трајни конструктивни зидови.
- Смањен број спојева у зиду што на крају побољшава водонепропусност зидова.

- Радови се могу изводити директно уз постојеће конструкције, а линија зида се може прилагодити било којем облику у плану.
- Конструкција дијафрагма зидова је релативно тиха, а минимални нивои буке и вибрација је чине погодном за градњу у урбаним срединама.
- Може се користити као метода одозго надоле како би се оптимизовао редослед операција које ће се изводити у густо насељеним деловима града.

### *3.1.2.3 Технологија изградње трасе дубоких тунелских деоница*

**Лансирање *ТВМ*-а**

Пројекат планира лансирање два *ТВМ*-а, са станице и из наменског лансирног окна

- Станица Беле воде
- Источни део шахта „Карабурма лансирно окно *ТВМ*-а" налази се источно од станице Панчевачки мост

Функционалност лансирне конструкције

Окно за лансирање мора омогућити:
- Монтажу елемената машине за бушење тунела (ТВМ),
- Снабдевање машина за бушење тунела електричном енергијом и течностима,
- Набавку сегмената и евакуација ископаног материјала.

Машина за бушење тунела састоји се од:
- Штита који укључује резни точак и његов аксијални мотор,
- Комора за ископ,
- Сви механизми за евакуацију ископног материјала из коморе,
- Потисни цилиндри и сегментни подизач за инсталацију.

Дужина штита машина за бушење тунела биће око 10-12 m. Штит је употпуњен резервним возом од неколико вагона укључујући:
- Сегментна дизалица;
- Оперативна кабина;
- Резервоар за малтер и пумпа за убризгавање;
- Резервоар за уље;
- Вентилациони канали;
- Намотаји за црева за каблове и течност;
- Складиштење цеви или резерви транспортних трака у зависности од типа машине за бушење тунела;
- Сигуроносна кабина, и сви сигурносни уређаји итд.

Дужина резервног композиције је најмање између 50 и 70 m.

На слици испод је приказан пример отвора за лансирање ТВМ.



*Слика 3.20 Лионска метро линија 1 Герланд лансирна окна Лионске метро линије 1*

Дужина лансирног окна је 75 m, а ширина од 13 до 20 m. TBM има Slurry и штит пречника 9,5 m.

Окно се састоји од стражњег дела дужине 45 m x 12 m ширине и предњег дела окна дужине 30 m x 20 m ширине. Предње окно је касније интегрисано у Герланд станицу, што објашњава њену велику ширину.

Инсталације на локацији лансирне структуре

Монтажа на градилишту укључује следеће објекте:
- Окно за лансирање „TBM“ машине;
- Покретни кран;
- Електрична подстаница и генератори за хитне случајеве (можда ће бити потребно напајање до 8 MV само за TBM – не укључујући друге захтеве лансирне локације);
- Простор за залихе сегмената;
- Постројење за дозирање малтера;
- Складиштење материјала;
- Складишта опреме и алата;
- Просторија за складиштење уља и масти;
- Постројење за третман воде укључујући; базени за декантацију и таложење, сепаратори уља/воде, јединица за контролу Ph итд.
- Простори за утовар и истовар;
- Одлагање отпада;
- Градилишне канцеларије;
- Свлачионице за раднике, одморишта, простори за обедовање;
- Паркинг (могуће је направити веома мали са заједничким превозом за раднике до градилишта) итд.

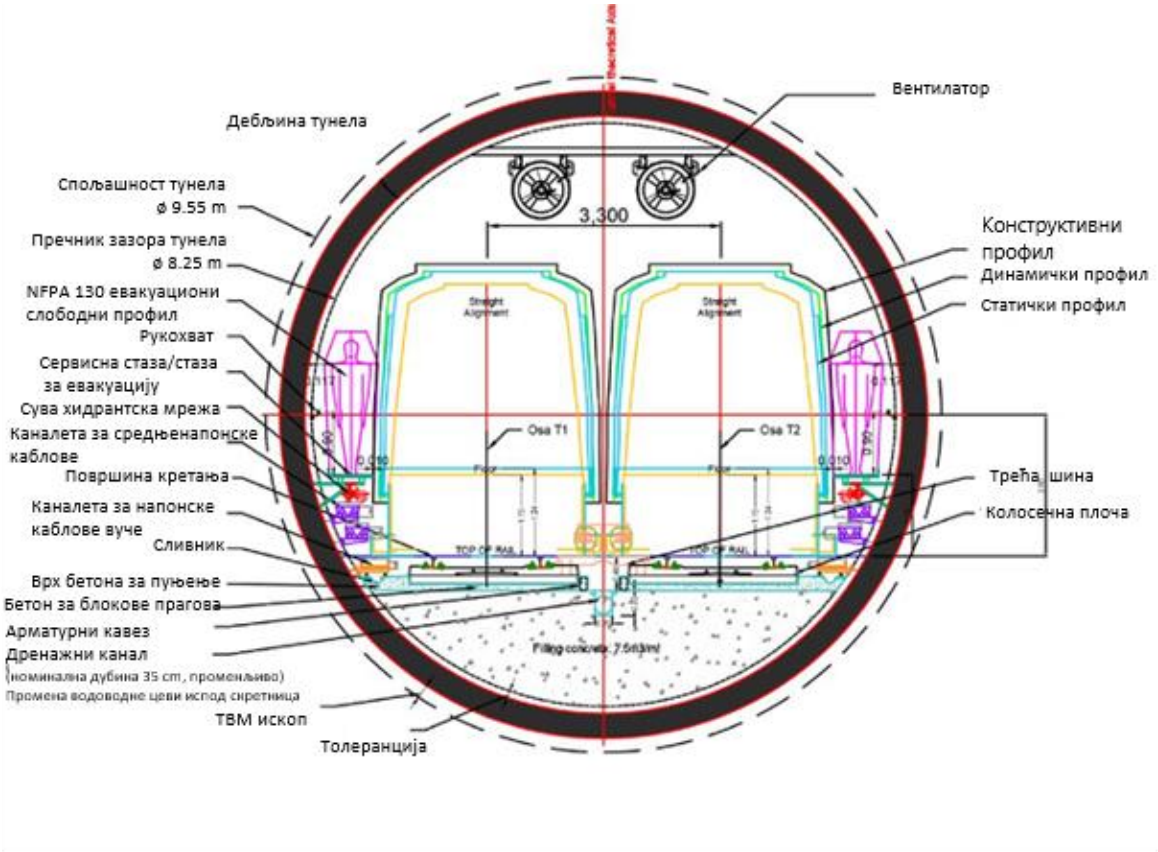
Поред горе наведених објеката, потребни су и уређаји за испирање и њихов састав зависи од коришћеног *TBM*-а:
- За EPB штит:
    - Јединица за третман исплаке са резервоаром за муљ;
    - Док за утовар;
    - Резервна транспортна трака.
- Заштитник од суспензије (slurry):
    - Јединица за производњу свежег бентонитног муља, регулациони резервоар и пумпа за пуњење исплаке;
    - Јединица за испуштање исплаке ;
    - Постројење за третман исплаке;
    - Одлагање ископане шљаке и утоварних платформи;
    - Резерва цеви за испирање.

Површина инсталација на локацији варира у зависности од локалних ограничења, иако се препоручује минимална површина од 5000 $m^2$. Ако је доступна, већа област за инсталацију на лицу места је корисна јер ће омогућити да све инсталације буду на једном месту, обезбеђујући ланац снабдевања на локацији, као и олакшавајући логистику на лицу места.

„*TBM*“ деонице трасе

Геолошки контекст сектора је разнолик и сложен са многим специфичним локалним потешкоћама. Неке карактеристике које су очигледне на бројним локацијама дуж тунела укључују:

- Ниски надслој тунела у слојевима глине или песковите глине,
- Недовољно геолошких података да би се разумеле границе између горе поменутих слојева глине и песковито-глине и слојева стена испод њих. Тренутне претпоставке укључују вероватно присуство тла мешовитих слојева за TBM;
- Стеновите зоне су јако трошне и карстификоване, нарочито у брдовитим пределима;
- Високи нивои подземне воде (изнад нивоа тунела) су присутни на целој пројектованој путањи тунела;
- Постоје два раседа за прелазак, оба близу укрштаја тунела и окана (окно Макиш и окно Стара шећерана).




*Слика 3.21 Траса у дубоком тунелу*

**Начини изградње тунела**

Метода ископа

Деоница Линије 1 Београдског метроа обухвата укупну дужину тунела од око 11,3 km од станице Беле воде до Карабурме (источно од станице Панчевачки мост). Сама дужина тунела диктира избор *TBM*-а као најбоље методе ископа, јер би број зона ископа и време које је потребно класичним методама ископа учинило Пројекат неизводљивим.

Два *ТВМ* су адекватно решење за пројекат (западна *ТВМ* која креће са станице Беле воде и источна ТВМ која креће из окна Карабурма) јер је деоница од 11,3 km изузетно дуга за један *ТВМ* и машина би захтевала вишемесечно заустављање ради обимнијих радова на одржавању што би учинило динамику извођења радова неизводљивом.

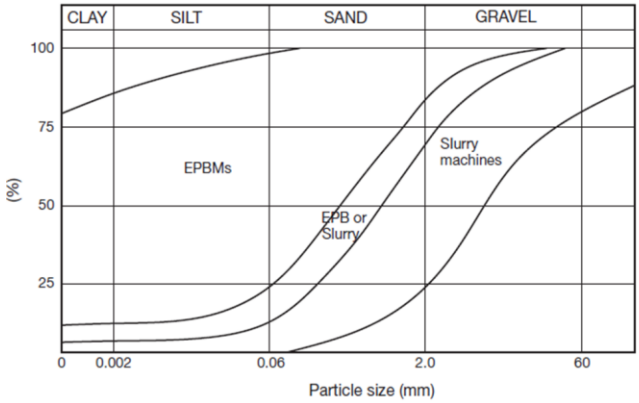
Закључак произашао из доступних геолошких података је да ће оба *ТВМ* захтевати машине под притиском услед комбинације меких слојева тла, карстификованих слојева, ниског покривача и високог нивоа подземних вода кроз које ће проћи обе машине. Постоје две добро истражене методе помоћу којих се потискује глава *ТВМ*, а то су *Earth Pressure Balance (EPB)* и машине за рад у муљевитом тлу (*Slurry* машина). Да би се изабрала најприкладнија метода притиска предње стране, бројне карактеристике тла играју улогу:

*Табела 3-2 Предности / недостаци ЕПБ и ТБМ затварања с обзиром на различите карактеристике тла или стена*

| **ТБМ тип** | **ЕПБ** | ***Slurry*** |
|---|---|---|
| Кохезија | Најбоље ради на кохезивним земљиштима као што је глина | Најбоље ради на земљиштима без кохезије. Може се зачепити у веома кохезивном земљишту |
| Гранулометрија | Најбоље ради са ситнозрним материјалима (глина, муљ, ситнозрнасти песак) | Најбоље ради са великим честицама (крупнозрнасти песак, шљунак) |
| Надслој | Може да има потешкоћа да стабилизује предњи део при ниском надслоју | Може да ризикује избијање тла у ниском покривачу |
| Овладавање затварањем | Тешко овладавање затварањем у челу мешовитог ископа | Врло добро овладавање затварањем у челу ископа |
| Садржај воде | Боље у ниској водопропусности | Добро савладавање високог садржаја воде |
| Хемијска обрада земље | | Погодност за рециклажу треба потврдити пре избора Slurry машине |
| Управљање машином | Машина лакша за управљање | Тежа за управљање пошто специфична тежина материјал мора бити позната пре него што машина упумпа балансирани притисак у предњи део |
| Абразивност/ тврдоћа стене | Може доћи до значајног хабања и губитка потиска ако тврда или високо абразивна стена чини део мешовитих слојева тла | Боље управљање абразивним / тврдим стенама |

Постоји могућност да у деловима стена постоји подземна вода која може да циркулише кроз крашке шупљине. Даља испитивања ће прецизније показати да ли ће горњи део *ТВМ*-а пролазити кроз слојеве чисте глине, песковито-глинене мешане слојеве или слојеве меких стена, односно дефинисаће се тачне локације додирних тачака између ових слојева.

У погледу гранулометрије, следећи графикон упоређује два типа машина када се ради у материјалима различите величине честица.




Графикон криве дистрибуције честица земљишта у вези са избором ЕПБ и Slurry машине (СТМ) (после БТС/ИЦЕ 2005, коришћен уз дозволу Thomas Telford Ltd),

Реф: Увод у изградњу тунела (D. Chapman, N. Metje i A Stark) - 2010.

*Слика 3.22 Поређење ТВМ на основу грануларности земљишта*

ТВМ са запада ће из Белих вода кренути у глинено и песковито глинено тло, прелазећи у лапорасти кречњак и кречњак кроз зоне са водоносним слојевима који су вероватно под притиском због нагомиланих подземних вода. Наставиће се кроз слојеве карстификованог и трошног кречњака, гребенског кречњака, песковитог кречњака који су карстификовани и трошни, пешчара и кречњака, лапорца и глине, песковите глине, лапорца и глине, флиша и лапорца.

ТВМ који се лансира из окна Карабурма на истоку ће путовати кроз мањи избор материјала; лапорац и глина, лапорац, песковита глина, лапорац, лапорац и пескови и гребенски кречњак.

ЕПБ машина је разноврснија у смислу коришћења у мешаним материјалима, мада се може очекивати смањена стопа напредовања уколико наиђе на веће слојеве тла без кохезије честица. ЕПБ машине се такође могу прилагодити да убризгавају бентонит како би се смањило трење (и самим тим повећала брзина), или да се убризгава у предњи или горњи део тунела како би се повећала кохезија пре бушења.

ЕПБ машинама је потребан систем са више ресурса за уклањање и одлагање ископаног материјала и такође имају веће енергетске захтеве. Ове машине стога пружају конзервативан приступ укупним захтевима пројекта у смислу управљања простором, захтева електричне инфраструктуре и еколошких захтева.

Штит за заштиту од муља би могао бити пожељнији у случају када тло (посебно глине и лапорци) имају ограничено присуство, а слојеви стена су доминантни. Чак и тада, потешкоће у одржавању чеоног притиска у зонама које су јако карстификоване учиниле би *Slurry* машину мало вероватним избором. *Slurry* машина, која користи притисак пумпе за контролу чела ископа, обезбеђује брзу реактивност на и најмање промењен чеони притисак, међутим, ово се потире губитком притиска у великим празнинама као што су оне настале карстификацијом. Могућност да се користи *Slurry* машина може се потврдити само даљим геолошким испитивањем, али с обзиром на тренутно претпостављени геолошки лонгитудинални профил, то не изгледа вероватно. Имајући то у виду, систем *Slurry* машине обезбеђује „уреднији“ систем управљања животном средином у смислу рециклаже ископаног материјала и временску предност ако се услови тунела прилагоде.

Друга могућност је употреба машине прилагодљиве променљивој густини тла која може да мења два система. Иако ово може изгледати као свеобухватно решење и

свакако нуди флексибилност напредовања у различитим геолошким условима, ако услови пројекта нису у потпуности тачни онда овај систем може представљати више проблема него користи. Није нам познато да ли је било који од ових пројеката успео да користи брзо мењање режима машине или су били потребни застоји да би променили режиме (попут традиционалних машина).

Машина прилагодљиве променљивој густини тла захтева уградњу оба система за уклањање ископаног материјала (транспортери, системи за третман и одлагање за ЕПБ и цеви и постројење за бентонит на градилишту за *Slurry* машину). У случају веома карстичних услова као што је Београд, може се такође захтевати производња бентонита велике и мале густине. Еколошка и временска предност добијена коришћењем *Slurry* система може бити поништена и претворити се у изгубљено време и новац у случају да постројење за производњу бентонита буде изграђено и на крају ретко или никада коришћено. Такође је могуће да континуирано смењивање између два система у континуираним мешовитим условима на челу ископа заправо ствара временску препреку. Да би овај систем био од користи, мора постојати јасна предност у коришћењу једног или другог система дуж значајних суседних деоница ископа.

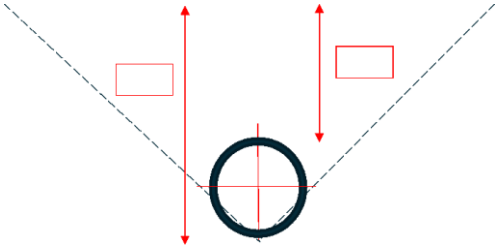
Коначно, Извођач се може одлучити за мешовито решење, бирајући другачији тип ТВМ-а за сваки од погона. Ако би Извођач одабрао различите системе машина, изгубио би, међутим, значајну способност да међусобно комбинује резервне делове, опрему и радну снагу (механичари, возачи машине итд.). Ово се чини мало вероватним у случају пројекта Београдског метроа, јер би Извођач од оваквог приступа могао имати користи само у случају када би геолошки услови између два ископа били толико различити да би остављали мало избора осим употребе различитих система. Ово није случај за овај пројекат.

У овој фази, без закључака о минералогији или хемијском садржају земљишта, као ни о проценту глине у тлу, чини се да је највероватнији предлог да се користе две ЕПБ машине са убризгавањем бентонита да би се смањило трење, као и предње убризгавање да би се обезбедила кохезија у слојевима меког тла са ниским покривачем. Даља геолошка испитивања и избор извођача могу ипак пружити кључне податке који потврђују да ово више није најприлагођенија опција.

Коначан избор машина остаје право и одговорност Извођача радова, док су горе наведене информације дате у сврху приказа начина извођења радова.

Зона утицаја

Ширина корита слегања може се проверити у зонама меког тла на врло једноставан начин применом угла од 45° за раван лома од површине до тунела. Најдубље у деловима меког тла, тунел се налази испод око 15 m покривача. У 15 m покривача, пречника тунела од приближно 10 m, налазимо осу тунела на дубини од 20 m од површине. Додавањем ширине од 20 m пречнику тунела добијамо ширину корита слегања од 25 m.



*Слика 3.23 Зона утицаја насеља под претпоставком да је раван лома од 45° у меким земљиштима са покривачем од 15м*

Горе наведене вредности нису репрезентативне дуж целе дужине тунела, посебно тамо где је тунел на већој дубини (иако ово представља најдубљу тачку до које тунел иде испод покривача меког тла) или када пролази кроз стену. Ова вредност се стога може поново израчунати дуж одређених делова тунела према геотехничким резултатима.

Локација укрштања ТВМа

Укупна планирана дужина тунела који ће се изводити је приближно 11,26 km од станице Беле воде (у наставку погледати зашто се ова локација узима уместо окна Макиш) на километражи 4,1 km и лансирног окна Карабурма на 15,36 km.

Дужина деонице од 11,3 km је дуга путања за два ТВМ, али се може постићи без већих заустављања на одржавању (вишемесечна заустављања у подземном простору довољне величине да омогући приступ свим деловима машине). Да би се то обезбедило, требало би избалансирати растојање преласка сваке машине, а посебно да се ограничи раздаљина преласка преко 6 km. Упрошћеним прорачуном, свака машина ће прећи 11,36/2=5,68 km. Најбоље постављена локација за постизање овога је станица Сајам. Станица Сајам се налази на километражи 9,9 km, од станице Беле воде 5,8 km и од лансирног окна Карабурма 5,46 km.

Укрштање станица и окана

Претпоставка је да ће станице или окна који су аксијални у односу на тунел бити изграђени пре доласка ТВМ.

Облога тунела

У овом тренутку пројекта прерано је да се потврди тачна врста сегмената облоге која ће се користити јер још увек недостају геотехнички подаци које треба размотрити, а евентуални избор ТВМ-а ће такође утицати на то.

Суседне конструкције

Подземни пројекти суштински мењају услове земљаног ослањања свих суседних конструкција. Ова модификација може бити кроз вибрације током радова на ископу или кроз слегање тла након отварања подземних површина. Оба ова ефекта могу проузроковати оштећење околних структура променом стања мировања конструкцијске потпоре.

Да би се идентификовале потенцијално високоризичне структуре које окружују будуће радове на изградњи тунела Београдског метроа 1, коришћени су улазни подаци који су детаљно описани у пројектној документацији. Ово укључује административне и функционалне податке, историјске податке, геометријске податке, податке о окружењу и структурне податке.

**Услови за извлачење подземних вода и ископаног материјала**

Услови које издаје Републичка дирекција за воде у вези са грађевинском технологијом коју Извођачи треба да припреме објашњени су у наредна два става.

Извлачење подземних вода

„Пројекат мора да предвиди техничка решења и технологију испумпавања воде, као и евакуацију подземних вода које ће настати током ископа. Осигурати контролисан доток и евакуацију воде до најближег реципијента како се не би нарушио водни режим пријемника."

Постоји додатни захтев о дозвољеном доњем нивоу станица/шахтова за све објекте који се постављају на геолошкој области IIБ2:

„Станице метроа Железник и Макиш биће смештене у инжењерско-геолошкој области IIБ2. Инжењерско-геолошка својства ових терена изазивају одређена ограничења за урбанизацији простора. Овај регион обухвата природне делове алувијалних равница изнад надморске висине од 72 m. Коришћење ових терена у урбанизацији захтева потпуније дефинисање особина терена у зони самог објекта у зависности од врсте објекта и режима изградње. Због високог нивоа подземних вода, овај део терена је условно повољан терен са већим ограничењима урбанизације. Коришћење ових терена за урбанизацију захтева примену адекватних мера у циљу отклањања негативног утицаја подземних вода. То се постиже подизањем – насипањем терена адекватним материјалом уз правилно сабијање и претходно уклањање хумусног покривача. На делу терена где су присутне повремене мочваре, треба водити рачуна о обимнијим мелиорационим радовима (насипање и збијање). Нивелмане треба поставити тако да се не спуштају испод коте од 72 m, у супротном је обавезна изградња одговарајућег дренажног система."

Одлагање ископаног материјала

„Дефинисати технологију извођења грађевинских радова на ископу материјала, где се мора дефинисати место одлагања вишка материјала. Није дозвољено одлагање овог материјала у водотокове, обале и насипе".

### *3.1.2.4 Технологија грађења површинских конструкција*

*Табела 3-3 Максимални водостај и предложени начини изградње подземних станица*

| Бр. | Површински објекат | Ниво воде (мнв) | Начин изградње |
|---|---|---|---|
| 1 | Станица Железник | 73 | Плитка основа |
| 2 | Станица Макиш | 73 | Плитка основа |
| 3 | Надземни зидови у Макишу | 73 | Плитка основа |
| 4 | Високонапонска станица Беле Воде | 70 | Плитка основа |
| 5 | Високонапонска станица Сајам | 71,5 | Плитка основа |
| 6 | Високонапонска станица Карабурма | 75,5 | Плитка основа |

На површинским станицама (грађевински радови, архитектонско-завршни радови и опрема: MEP, Телекомуникације, HVAC...)

Високонапонске станице HVS 1, HVS 2, and HVS (грађевински радови и опрема) морају бити изграђене благовремено како би се омогућило EMS напајање за шахтове за покретање и демонтажу TBM.

### *3.1.2.5 Технологија изградње подземних станица и окана*

**Подземне станице**

Листа од шеснаест подземних станица са процењеним максималним водостајем и предложеном методологијом изградње дати су у наредној табели.

*Табела 3-4 Максимални водостај и предложени начини изградње подземних станица*

| Бр. | Метро станице | Ниво воде (мнв) | Начин изградње |
|---|---|---|---|
| 3 | Жарково | 70 | Одоздо према горе |
| 4 | Беле Воде | 70 | Одоздо према горе |
| 5 | Трговачка | 118 | Одоздо према горе испод горње плоче |
| 6 | Пожешка | 122 | Одоздо према горе испод горње плоче |
| 7 | Парк Баново Брдо | 114,7 | Одоздо према горе |
| 8 | станица Ада Циганлија | 73,5 | Одоздо према горе |
| 9 | Сајам | 71,5 | Одоздо према горе |
| 10 | Мостар | 70 | Одоздо према горе испод горње плоче |
| 11 | Савски Трг | 67,66 | Л1: Одоздо према горе<br>Л2: Одозго према доле |
| 12 | Трг Републике | 104,15 | Одозго према доле |
| 13 | Скадарлија | 80,2 | Одоздо према горе |
| 14 | Дунав | 74 | Одозго према доле |
| 15 | Панчевачки Мост | 80 | Одоздо према горе |
| 16 | Карабурма | 75,5 | Одоздо према горе |

**Вентилациона и евакуациона окна**

У наставку је приказана листа од једанаест вентилационих и евакуационих шахтова са процењеним максималним нивоом воде и предложеним методама изградње.

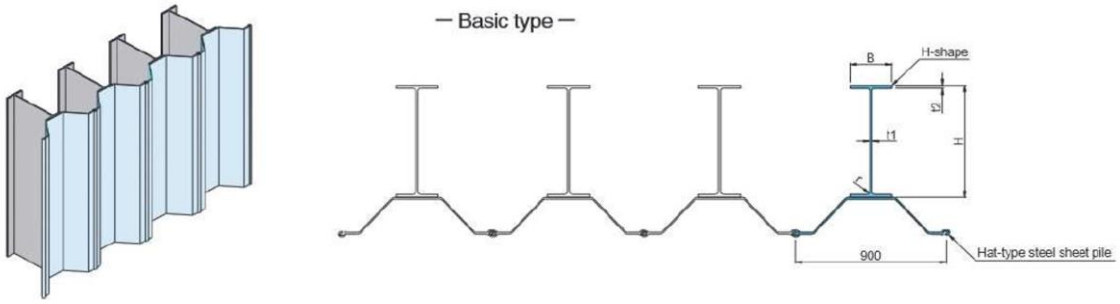
*Табела 3-5 Максимални водостај и предложени начини изградње вентилационих и евакуационих шахтова*

| Бр. | Вентилациона и евакуациона окна | Ниво воде (мнв) | Начин изградње |
|---|---|---|---|
| 1 | Парк Макиш | 70 | Одоздо према горе |
| 2 | Макиш | 78,5 | Одоздо према горе |
| 3 | Требевићка | 117 | Одоздо према горе |
| 4 | Стара шећерана | 74 | Одоздо према горе |
| 5 | Мост на Ади *TBM* демонтажа | 71,65 | Одоздо према горе |
| 6 | Сајам | 71,5 | Одоздо према горе |
| 8 | Савски Трг (Л1/Л2) | 71 | Одоздо према горе |
| 9 | Луке Ћеловића | 68 | Одоздо према горе |
| 10 | Панчевачки Мост | 77 | Одоздо према горе |
| 11 | *TBM launching* Карабурма | 77 | Одоздо према горе |
| 12 | Карабурма | 77 | Одоздо према горе |

**Системи ископа, подршке и учвршћења**

Ларсен талпе

Планирано је да се Ларсен талпе користе приликом ископа за плитки део Макишке деонице отвореног ископа.




*Слика 3.24 Особине пресека Ларсен талпи за основни тип (H=800 mm, B=250 mm, $t_1$=16 mm, $t_2$=25 mm, r=18 mm)*

Предности Ларсен талпи могу се сумирати на следећи начин:

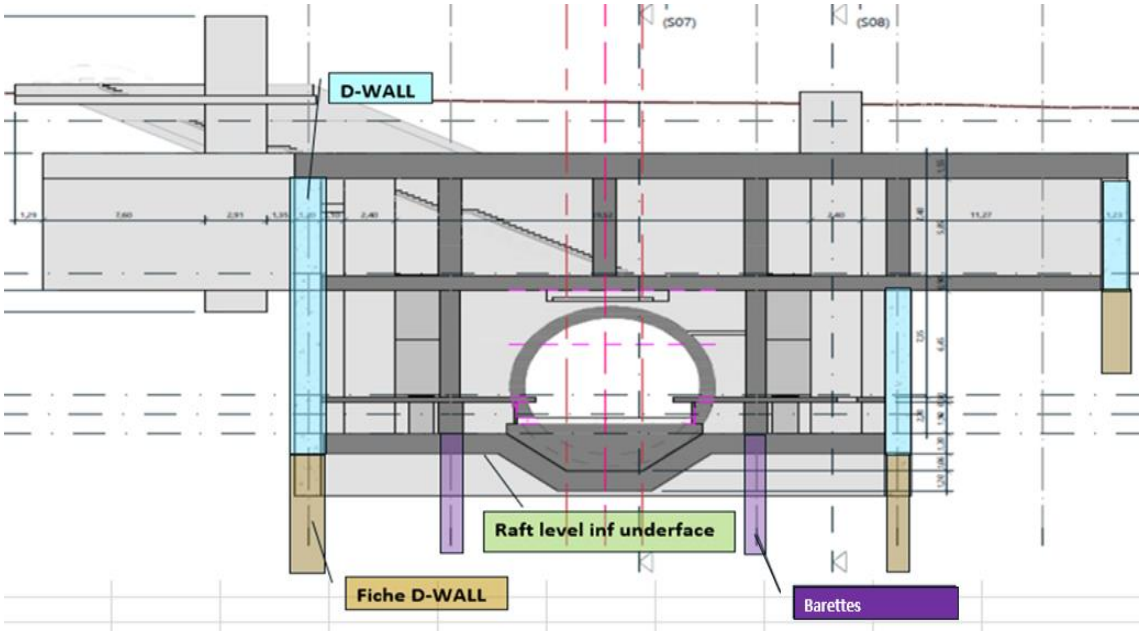
- Изградња је знатно бржа него код армиранобетонских зидова.
- Стални шипови су уски облик конструкције, који се може поставити близу границе локације чиме се максимизира употребљиви простор на локацији.
- Ларсен талпе су погодне за све типове тла.
- Нема потребе да се врши ископ за темеље зидова.
- Нема нарушавања постојећег терена.
- Челичне компоненте су фабричког квалитета за разлику од градилишног квалитета.
- Челични лимови се могу поставити пре других радова.
- Омогућавају тренутну носивост.
- Ларсен талпе се могу користити као зидна завеса за затварање градилишта.

Дијафрагме

Планирано је да се зидови дијафрагме користе приликом ископа дубоког дела Макиш и Карабурма деоница отвореног ископа и приликом радова на отвореном ископу за станице и окна.

Изградња зидова дијафрагме укључује три главне фазе:

1. Формирање уводница које дефинишу предложени облик и локацију зида дијафрагме;
2. Ископ, обично помоћу хватаљки грајфера или хидро-глодалица, у зависности од природе тла које се ископава; одговарајућа течност за бушење, типично бентонитска исплака, користи се за подупирање страна ископа; течност за бушење је такође неопходна за враћање ископаног материјала уназад у обрнутом кружењу, када се користе хидро-глодалице.
3. Изливање армираног бетона; након чишћења јаме, на пример принудном циркулацијом течности за бушење пумпом високог притиска, великог капацитета, уграђује се арматурни кош и бетонирање се одвија од дна навише помоћу цеви за бетонирање, како би се истиснула течност за бушење, која се враћа у привремено складиште за поновну употребу у следећем зиду дијафрагме.




*Слика 3.25 Део станице са шипкама – Д-зид (зид испод земље) и зид дијафрагме изнад*

Сваки стуб ће бити темељен на баретама правоугаоног облика. С обзиром на растојање између стубова и потребну ширину, барета неће бити континуална већ ће имати разводну греду испод перона. Барете су комбиноване са темељном плочом – великом бетонском плочом која носи већи број стубова и зидова.

## 3.2 Опис објекта, планираног производног процеса или активности, њихове технолошке и друге карактеристике

### *3.2.1 Опште претпоставке пројектовања станица*

Општи функционални пројекат за станице и окна представља главне претпоставке које се разматрају за функционални пројекат станица и окна.

Основне информације које су неопходне за дефинисање димензионисања и пројектовања станица су следеће (ова листа није коначна, али је полазна тачка):

- Функционални програм станице: Наводи све просторе и просторије са њиховим карактеристикама потребним за рад метро станице.
- Карактеристике мреже (дужина, ширина и висина возног парка, максимална ширина између ивица перона, капацитет путника, интервал пролаза).
- Прогноза броја путника: даје количину путника у јутарњем и вечерњем вршном часу за сваку станицу (укључујући Л2 и Л3). Вредност протока укључује путнике из воза и оне из града, тачније из других транспортних система (трамвај, аутобус, бицикл итд.).
- Траса и уздужни профил метро линије: они дефинишу локацију станица и њихову дубину, а самим тим и типологије станица.

На пројекат станица утиче велики број фактора. Пројекат станица ће бити у великој мери одређен као одговор на следеће захтеве:

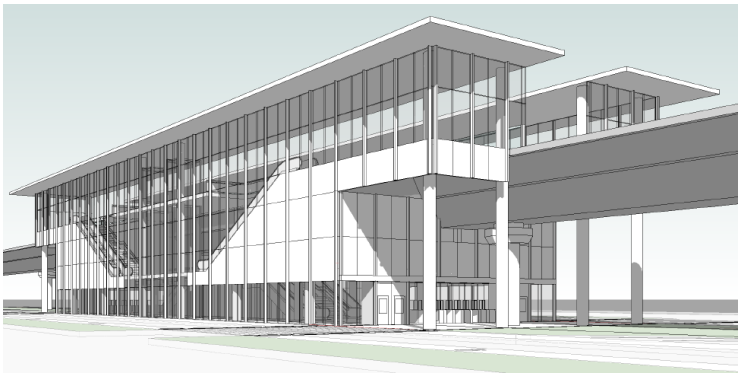
- Оперативни захтеви
- Разматрања животне средине
- Урбано окружење и услови за положај улаза у станицу

- Усклађеност са предложеним и потенцијалним будућим развојним пројектима
- Флексибилан дизајн који ће омогућити станицама да одговоре на специфичне захтеве локације
- Будућа експанзија
- Захтеви за саобраћај, саобраћајнице и пешаке
- Структурни захтеви
- Постојеће комуналне услуге
- Изградња и прекид саобраћаја због градилишта.

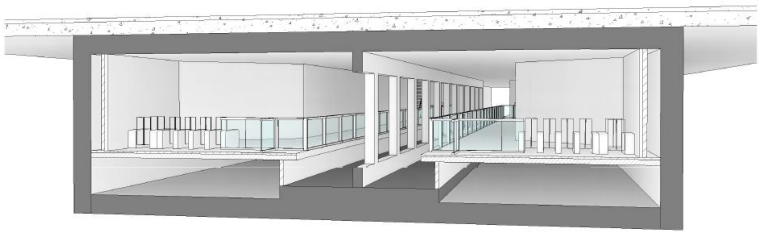
**Типологија и карактеристике станица**

Четири типа станица су развијене током Претходне студије изводљивости, према дубини трасе линије.

**Станице на површини (ознака AG)**



**Плитка подземна станица без мезанина (ознака SU-0M)**

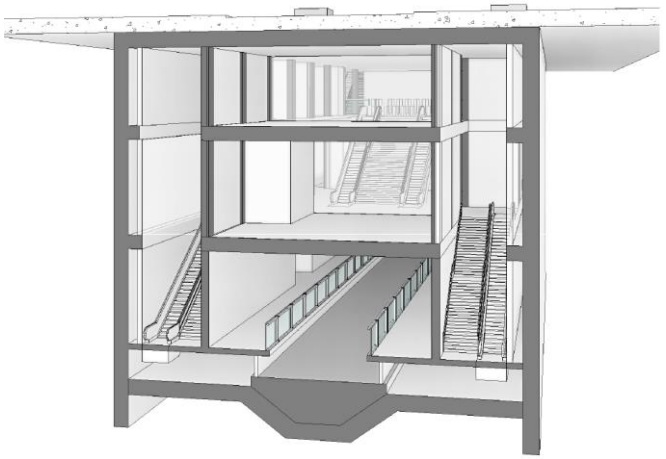


**Плитка подземна станица са једним мезанином (ознака SU-1M)**



**Дубока подземна станица са два мезанина**

**(ознака DU-2M)**



*Слика 3.26 Типологија станица (преузето из Претходне студије изводљивости)*

*Табела 3-6 Карактеристике станица*

| Бр. | Станица | Тип | Дубоки тунел | Отворени ископ | Ниво терена на левој страни (југ или запад), мнв | Ниво терена на средини станице, мнв | Ниво терена на десној страни (север или исток), мнв | Горња ивица шине, мнв | Дубина станице од просечног нивоа терена |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Железник | AG | | | 74-76* | 74-76* | 74-76* | 75,70-76,70 | 1,000 |
| 2 | Макиш | AG | | | 74-76* | 74-76* | 74-76* | 75,70-76,70 | 1,000 |
| 3 | Жарково | SU-0M | | x | 74-76* | 74-76* | 74-76* | 67,950 | -7,050 |
| 4 | Беле воде | SU-1M | | x | 74-76* | 74-76* | 74-76* | 61,512 | -13,688 |
| 5 | Трговачка | DU-2M | x | | 119,530 | 121,050 | 123,620 | 92,778 | -26,760 |
| 6 | Пожешка | DU-2M | x | | 126,170 | 127,880 | 128,120 | 108,160 | -18,010 |
| 7 | Парк Баново брдо | DU-2M | x | | 117,810 | 120,010 | 120,560 | 91,491 | -26,319 |
| 8 | Ада Циганлија | DU-2M | x | | 76,260 | 76,240 | 75,830 | 57,319 | -18,511 |
| 9 | Сајам | DU-2M | x | | 76,090 | 76,060 | 75,990 | 58,203 | -17,787 |
| 10 | Мостар | DU-2M | x | | 76,660 | 77,000 | 77,280 | 59,040 | -17,620 |
| 11 | Савски трг | DU-2M | x | | 75,060 | 75,220 | 75,150 | 58,600 | -16,460 |
| 12 | Трг републике | DU-2M | x | | 111,940 | 111,620 | 109,010 | 79,643 | -29,367 |
| 13 | Скадарлија | DU-2M | x | | 85,090 | 84,570 | 83,410 | 65,640 | -17,770 |
| 14 | Дунав | DU-2M | x | | 82,900 | 83,150 | 83,010 | 60,400 | -22,500 |
| 15 | Панчевачки мост | DU-2M | x | | 84,520 | 85,970 | 87,870 | 63,905 | -20,615 |
| 16 | Карабурма | SU-1M | | x | 79,940 | 80,570 | 80,050 | 66,000 | -13,940 |

*ниво терена дефинисан Планом детаљне регулације дела Макишког поља

**Типични попречни пресек**

Карактеристике линеарног дела пруге, које су димензионисане омотачем возних средстава, део су ограничења која треба узети у обзир при пројектовању станице.

**Главни захтеви**

*Табела 3-7 Опис главних захтева при пројектовању станица*

| | **Опис** |
|---|---|
| **Подземне станице** | Најмање два главна приступа за подземну станицу са покретним степеницама, степеништима и лифтовима када је то могуће. Ако то није могуће, један главни приступ је прихватљив, искључиво ако је предвиђен најмање један додатни излаз у случају опасности. |
| **Све станице** | Једна контролна капија по станици. Решење, са више од једне контролне капије, је прихватљиво само ако једна контролна капија није могућа.<br>Доступно за све врсте путника, укључујући и особе са инвалидитетом.<br>Капацитет перона је пројектован за возове са 4 вагона за линију 1, фазу 2 и линију 2.<br>Ниво услуге „C/D“ (чекање и циркулација путника) у вршном часу. Одређује се специфично са капацитетима возова и њиховом учесталошћу, у зависности од географске локације. |
| **Подземне станице** | Окно за регулисање дотока ваздуха ('DRS') биће обезбеђено за вентилацију тунела у складу са захтевима вентилације. |
| **Преседање** | Путник ће користити јединствену карту за све врсте превоза у граду. То значи да контролне капије нису неопходне када путници прелазе са једне врсте превоза на другу врсту превоза. |
| **Надземне станице** | Све просторије морају бити покривене и заштићене од спољашњих утицаја (киша, врућина, снег итд.).<br>Водонепропусна и херметичка зграда није потребна за пероне. |

**Приступачност**

Метро систем је пројектован тако да омогући коришћење свим људима. Укључујући особе са инвалидитетом, без обзира на њихов инвалидитет.

Одредбе ће узети у обзир особе са инвалидитетом, моторичким, сензорним или когнитивним инвалидитетом, као и старије особе, труднице, особе са колицима, особе са пртљагом итд.

**Опрема за информисање и навођење путника**

Од улаза ка унутрашњости станице, или од нивоа перона до излаза из станице, путник и путници са инвалидитетом ће моћи да се оријентишу уз помоћ опреме за информисање и навођење.

Опрема ће се састојати од:

- Табле са именима станица на улазима у станице
- Табле са називом станице унутар станице
- Информације (панели/звукови/брајево писмо) о услугама у номиналном раду за све врсте путника: Карте за путничке услуге, паркинг за бицикле, комерцијални простор, јавни тоалет, покретне степенице, лифтови, итд.
- Идентификација (панели/звукови/брајево писмо) за јавни намештај: седишта, отпад, итд.
- Навођење (панели/звукови/брајево писмо) за евакуацију у случају пожара

Додатни садржаји за путнике са специфичним инвалидитетом:

- Подна тактилна трака: дуж плоче платформе, доле и горе од сваког степеништа, итд.
- Трака за вођење за слепе путнике
- Противклизна степеништа
- Прилагођени рукохват за особе ниског раста итд.

**Вертикални транспорти**

Лифтови

Станице су пројектоване да буду у складу са овим захтевима:

- Лифтови повезују ниво улице са неплаћеним делом унутрашњих простора станице
- Лифтови повезују плаћене површине унутрашњих простора станице када постоје различити нивои
- Лифтови се постављају у пару, могу бити одвојени или један поред другог

Број покретних степеница и капацитет лифтова одређује се према саобраћају станице и врсти саобраћаја.

Покретне степенице

Станице су дизајниране да буду у складу са овим захтевима:

- Кретање путника је механизовано од нивоа улице до нивоа перона
- Два ескалатора (покретне степенице) најмање повезују један ниво са другим нивоом

Додатно:

- Минимална удаљеност препреке испред покретних степеница: 3 до 5 m у зависности од токова путника и специфичне конфигурације станица
- Минимално растојање између два ескалатора (покретних степеница) или степеница у супротним смеровима (лицем у лице): 8 m
- Угао нагиба: 27,3º.

Број покретних степеница и капацитет се одређују према саобраћају станице и врсти саобраћаја.

Степениште

- У складу са Правилником о техничким стандардима планирања, пројектовања и изградње објеката, предлажу се степенишни стубови димензија 33cm(t)*15cm(h) (са косим стубовима до 27,3°, тако да степеништа одговарају нагибу покретних степеница )
- Висина сваког нивоа је прилагођена да одговара висини стуба од 15 цм (како је горња ивица шине фиксна, адаптација ће се десити на нивоу улице и на чистој висини ходника и нивоа мезанина)
- Сервисне степенице: минимална чиста ширина: 915 mm (укључујући рукохвате < 114 mm)
- Јавне степенице и степенице за хитне случајеве: минимална чиста ширина одређена прорачуном протока путника: 1,40 m, која се може повећати за сваки перон у свакој одређеној станици
- Са сваког краја перона биће једно степениште за случај опасности које води директно до нивоа приземља.

- Што се тиче максималне висине између два подеста, пошто се то не помиње у српском правилнику о техничким стандардима планирања, пројектовања и изградње објеката, степениште ће бити ограничено на 3,50 и 3,75 m, у зависности од специфичних захтева сваке станице.

**Број путника**

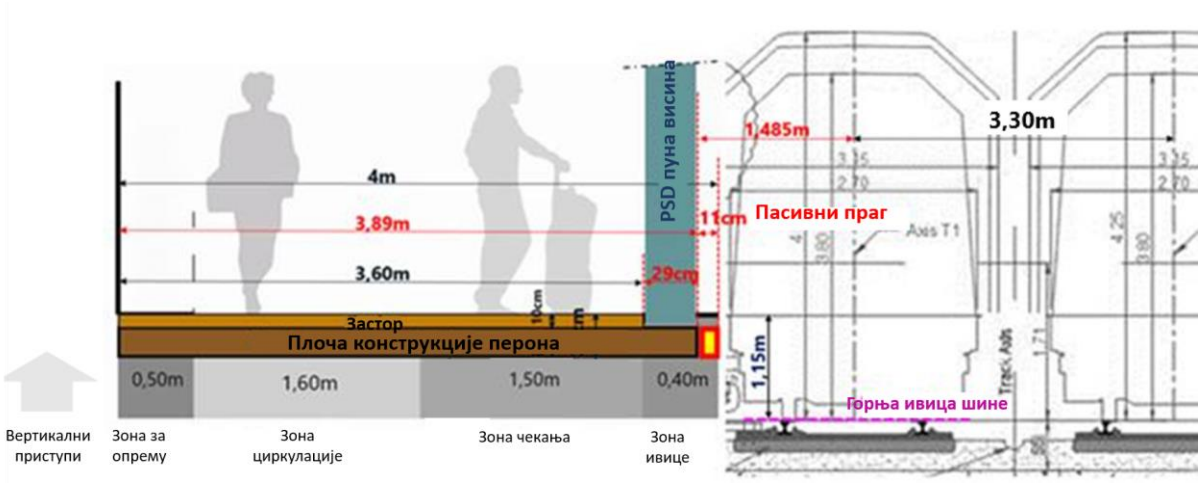
| Л1 - 2033 + | Север - југ | | | Југ - север | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Укрцавање | Искрцавање | Укупно | Укрцавање | Искрцавање | Укупно |
| Железник | 0 | 736 | 800 | 1696 | 0 | 1 700 |
| Макиш | 74 | 339 | 500 | 720 | 37 | 800 |
| Жарково | 93 | 506 | 600 | 1079 | 23 | 1 200 |
| Беле воде | 93 | 507 | 700 | 1079 | 23 | 1 200 |
| Трговачка | 371 | 506 | 900 | 4017 | 412 | 4 500 |
| Пожешка | 189 | 636 | 900 | 1361 | 522 | 1 900 |
| Парк Баново брдо | 179 | 856 | 1 100 | 1195 | 360 | 1 600 |
| Ада Циганлија | 183 | 528 | 800 | 810 | 926 | 1 800 |
| Сајам | 334 | 724 | 1 100 | 871 | 764 | 1 700 |
| Мостар | 233 | 1 327 | 1 600 | 512 | 665 | 1 200 |
| Савски трг | 1 605 | 3 019 | 4 700 | 3298 | 4268 | 7 600 |
| Трг Републике | 1 145 | 4 357 | 5 600 | 1684 | 3792 | 5 500 |
| Скадарлија | 1 001 | 545 | 1 600 | 169 | 1540 | 1 800 |
| Дунав | 890 | 2 024 | 3 000 | 332 | 1679 | 2 100 |
| Панчевачки мост | 343 | 260 | 700 | 113 | 260 | 400 |
| Карабурма | 2 930 | 814 | 3 800 | 903 | 1725 | 2 700 |

**Ширина перона**

Минимална ширина перона је 3,89 m која се састоји од:

- Најмање 50 cm за опрему и простор за седење,
- Најмање 160 cm као површина кретања,
- 150 cm као простор за чекање,
- 29 cm за врата платформе.

Ту је и пасивни праг од 11 cm, постављен уз плочу испод аутоматских перонских врата.



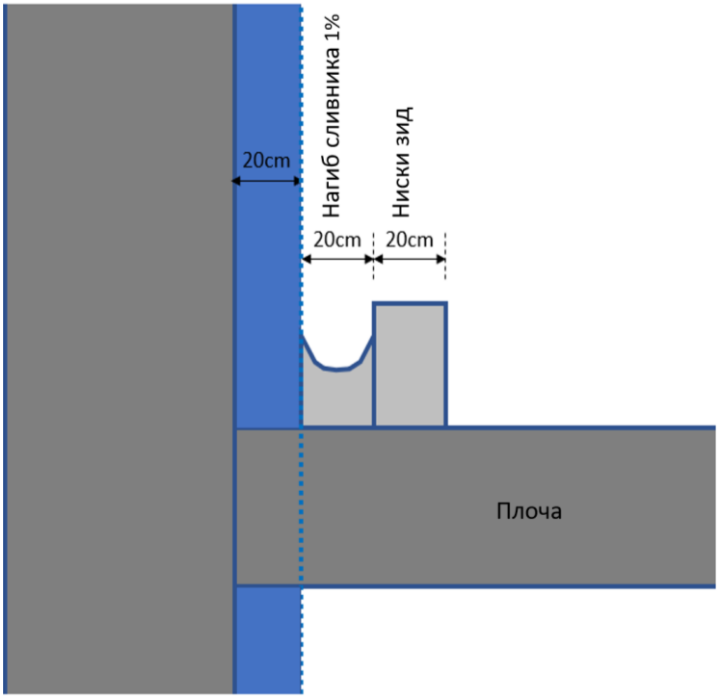

*Слика 3.27 Минимална ширина перона*

- Растојање између оса колосека унутар станица: 3,30 m,
- Растојање између ивице перона и осе колосека: 1.485 m.

**Потпорни зидови**

Станична кутија, која садржи нивое великог хола и перона и друге међунивое, сматра се конструкцијом зидова дијафрагме са конструкцијом вертикалне толеранције од 20 cm. Секундарне кутије (прилази станицама или вентилациона окна) се такође сматрају конструкцијом зидова дијафрагме.

Уз подножје зидова дијафрагме сваког нивоа предвиђен је олук са нагибом за дренажу. Овај систем олука одводи воду до просторије за испуштање воде која се налази у доњем нивоу перона.




*Слика 3.28 Дијафрагма и принцип дренаже*

Унутрашње просторије ће имати специфичан третман када се налазе поред зида дијафрагме. Приступ је следећи:

1. Електричне просторије („TPS, LPS, BAR, SPS“ итд.) не смеју бити у контакту са зидовима дијафрагме због опасности од инфилтрације воде кроз зидове дијафрагме, па се поставља техничка комора или технички ходник, између електричне просторије и зида дијафрагме.

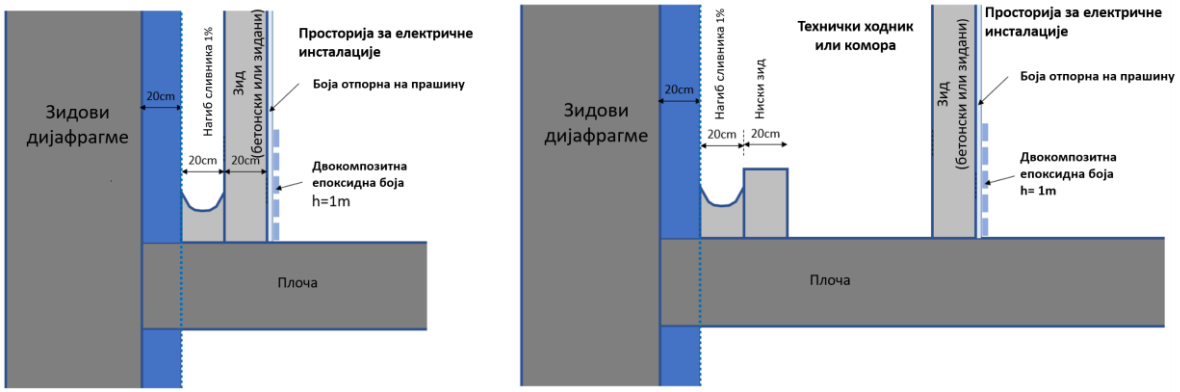
2. Просторије за вентилацију или одвод дима и „HVAC“ систем се могу отворити до зидова дијафрагме. За просторије за вентилацију и одвод дима („TVR, SER“) боље је имати техничку комору или технички ходник који одваја зидове дијафрагме од просторија.

3. Просторије оперативног подручја (канцеларија, просторија за обезбеђење, просторија за хитне интервенције, тоалет и свлачионице, итд.) нису директно уз зид дијафрагме. С обзиром на то да постоје просторије за запослене, препоручљиво је имати техничку комору или технички ходник који одваја просторије од зидова дијафрагме. Ове просторије ће имати специфичне завршне обраде за бољи комфор особља.

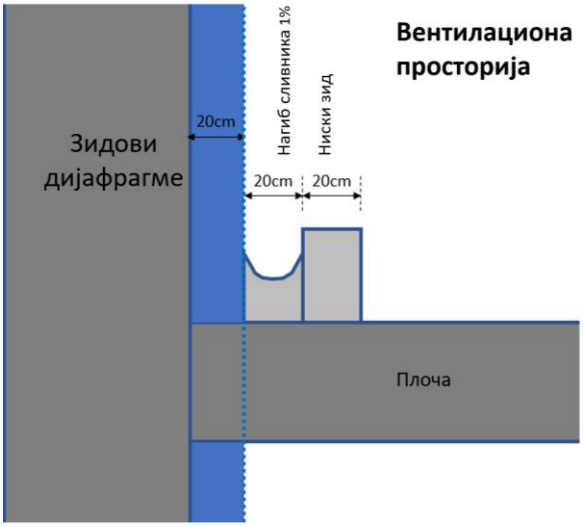
4. За јавне просторе, плаћене и неплаћене површине нивоа великог хола, мезанина и нивоа перона, зидови дијафрагме могу бити:

- видљиве из јавности или,
- скривене зиданим зидовима са завршним обрадама или,
- завршна обрада директно усидрена у зидове дијафрагме или самоносећа када су простори ограничени или,
- одвојен од зида дијафрагме техничким ходником.

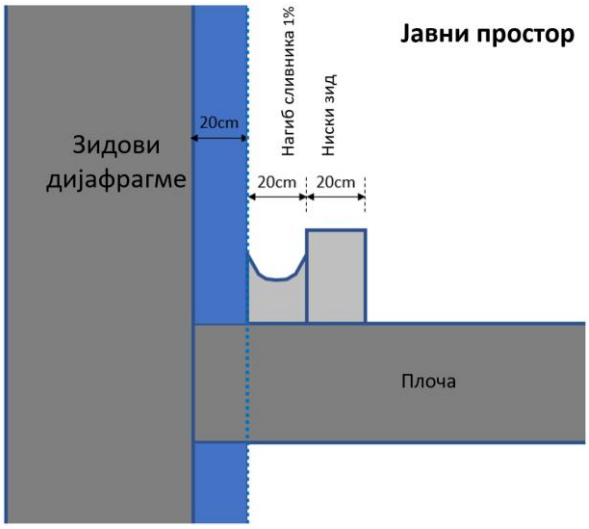
5. За остале просторије нема ограничења у погледу зидова дијафрагме.



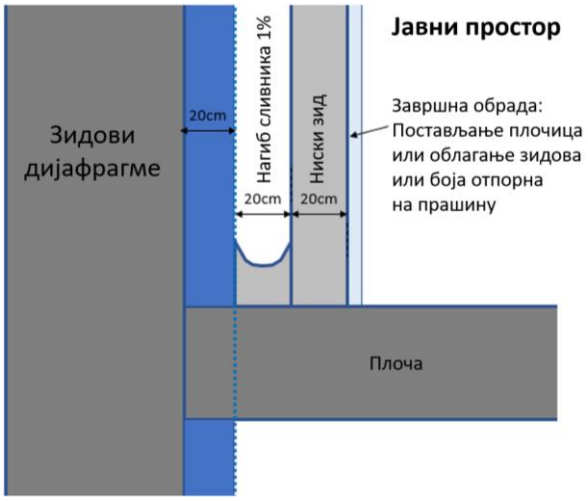

*Слика 3.29 Зид дијафрагме и просторија за елекричне инсталације*



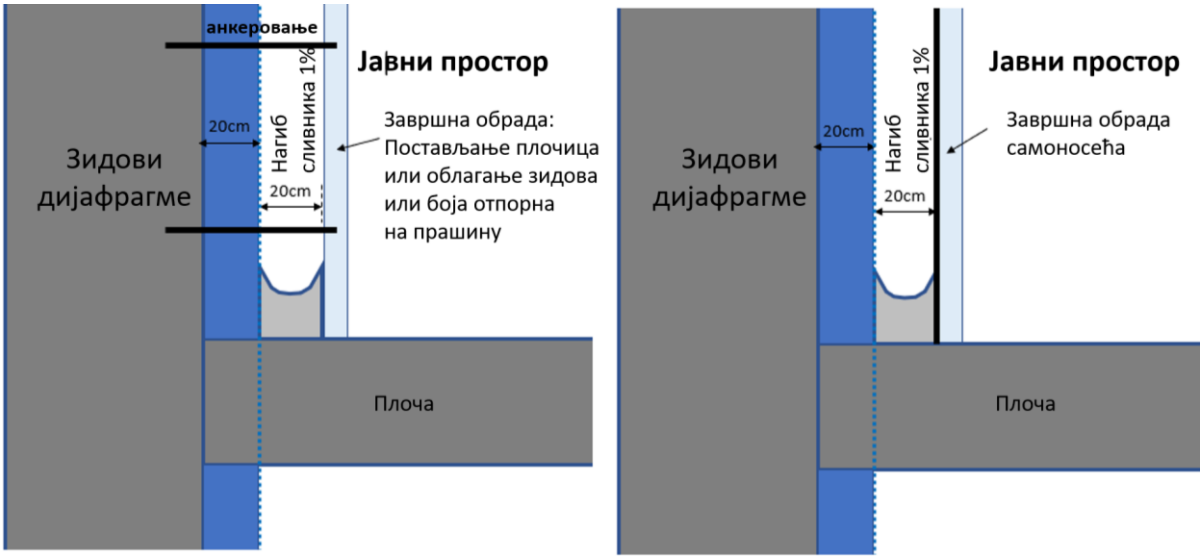

*Слика 3.30 Зид дијафрагме и просторија за вентилацију*



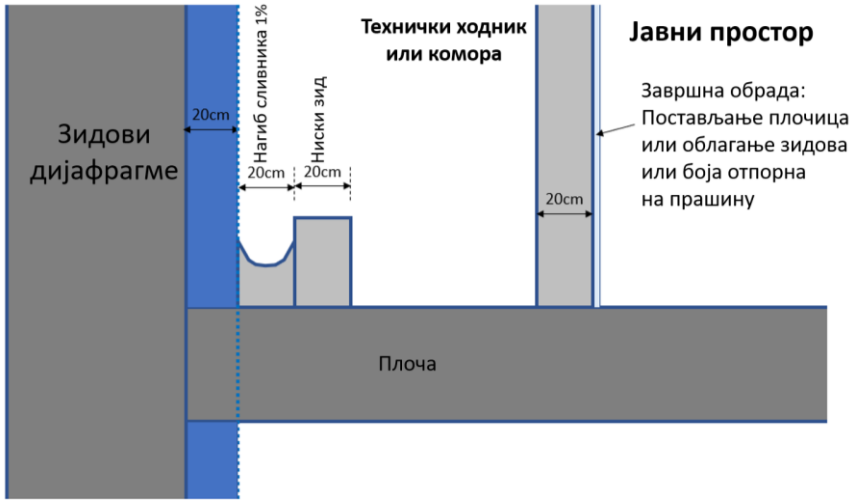

*Слика 3.31 Зид дијафрагме видљив из јавног простора*




*Слика 3.32 Зид дијафрагме сакривен из јавног простора са зиданим зидом + завршном обрадом*




*Слика 3.33 Зид дијафрагме сакривен из јавног простора са завршном обрадом на зиду дијафрагме или самоносећа завршна обрада*




*Слика 3.34 Зид дијафрагме сакривен из јавног простора са техничким ходником или комором*

У просторима где се налазе путници, препоручљиво је да никада не буду видљиви зидови дијафрагме. Боље је имати техничку комору или технички ходник. Зидови који одвајају јавни простор од зидова дијафрагме морају имати архитектонску завршну обраду коју дефинишу архитекти конкурса.

### *3.2.2 Опште претпоставке пројектовања окна*

**Функционални програм окана**

Фукционални програм окана је описан детаљно у наредној табели.

*Табела 3-8 Функционални програм окана*

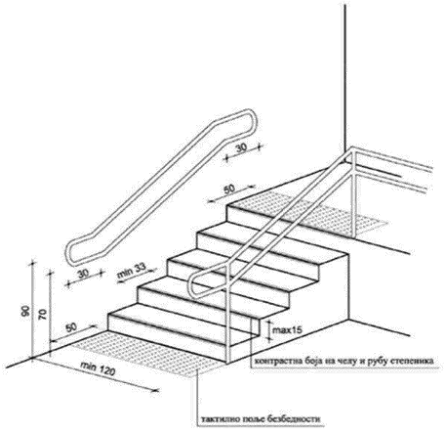
| ОКНА ЛИНИЈЕ 1 ФАЗЕ 1 | | Постојећи или планирани терен | Горња ивица шина (м.н.м.) | Типологија |
|---|---|---|---|---|
| Окно 01 | Макиш парк | 74,66 | 67,45 | Подземна |
| Окно 02 | Макиш | 78,64 | 63,84 | Подземна |
| Окно 03 | Требевићка | 118 | 97,27 | Подземна |
| Окно 04 | Стара шећерана | 79,33 | 62,02 | Подземна |
| Окно 05 | Мост на Ади | 77,49 | 49,84 | Подземна |
| Окно 06 | Сајам | 76 | 53,64 | Подземна |
| Окно 08 | Савски | 76,55 | 55,97 | Подземна |
| Окно 09 | Луке Ћеловића | 76,1 | 58,34 | Подземна |
| Окно 10 | Панчевачки мост | 84,17 | 63,16 | Подземна |
| Окно 11 | Карабурма „TBM launching“ | 90,96 | 62,77 | Подземна |
| Окно 12 | Карабурма | 77,73 | 65,23 | Подземна |

**Типични попречни пресек**

Карактеристике линеарног дела пруге, које су димензионисане омотачем возних средстава, део су ограничења која треба узети у обзир при пројектовању окна.

**Степениште**

- Степенице: 33 cm (l)*15 cm (h) (У вези са Правилником о техничким стандардима планирања, пројектовања и изградње објеката)
- Висина сваког нивоа је прилагођена висини подизача од 15 cm (горња ивица шина је фиксна, прилагођавање нивоа улице)
- Сервисне степенице: минимална чиста ширина: 915 mm (укључујући рукохвате < 114 mm)
- Минимална висина: 2,03 m (2,3 m се узима у обзир за места: степениште, зона међупростора, зона ваздушне коморе)
- Рукохвати 0,30 m на почетку или крају степеништа (у вези са Правилником о техничким стандардима планирања, пројектовања и изградње објеката)




*Слика 3.35 Дизајн степеништа из правилника*

**Растојања и руте**

- Минимална чиста ширина од 1120 mm треба да буде обезбеђена дуж свих перона, ходника и рампи које служе као излаз.
- Приступи излазима морају бити уређени тако да у ходницима нема слепих улица, осим ако није дозвољено и ограничено на наведене дужине.
- Максимална удаљеност до степеништа или приступа излазу мора бити мања од 40 m.
- У техничким просторијама, препоручљиво је поставити други излаз (мердевине) ако у ходнику постоје слепе улице (не прелазе 10 m дужине)

**Прилази, отвори и решетке**

Отвори за мердевине

- Испод 3 m висине, није потребан лећобран (NF-E 85 016)
- Висина <8 m, једне мердевине са лећобраном
- Висина >8 m, 2 мердевине са лећобраном и са степеништем на сваких 6 m (10 m NF ISO EN 14 222 1)

Отвори за носила

У складу са француском регулацијом „ Пропис од 22. новембра 2005. која се односи на безбедност у тунелима градског јавног превоза путника”, ако је окно дубоко између 0 и 15 m, степениште је величине за носила.

Ако је окно дубоко између 15 и 30 m, за окно је потребан отвор опреме који је такође димензионисан за вертикално уношење носила (1x2m).

Различите врсте отвора за окна

За окна постоје различите врсте отвора на површини:

- приступ окну
- вентилационе решетке: обнављање ваздуха и одвод дима
- отвор за опрему

Приступ окну

Приступ окну, са нивоа приземља, може бити мала зграда (висине 3 m) да би имала слободан приступ кад год је то потребно или може бити приступ у нивоу земље постављањем отвора. У другом случају постоји ризик да људи паркирају мотоцикле или аутомобиле изнад прилаза и да се приступ не може користити када је то потребно.

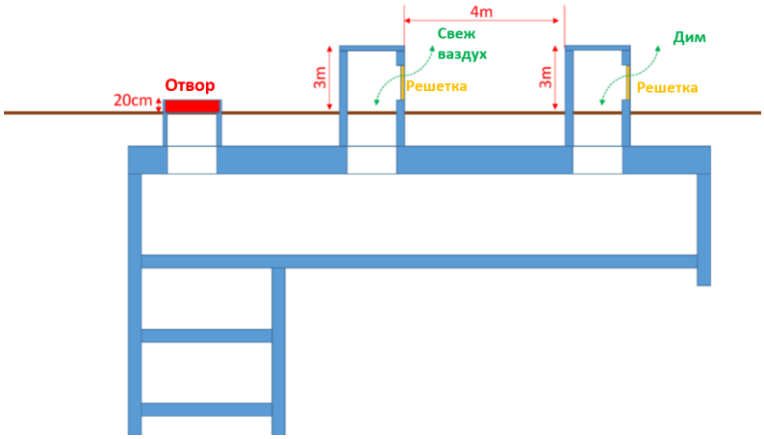
Вентилационе решетке

- Решетке за обнављање ваздуха на површини могу бити на висини од 3 m ради сигурности опреме унутар окна. Ако су решетке на висини, смањује се могућност упада у подземне просторије.
- Мала решетка за одвод дима може бити у нивоу земље
- Велика решетка за одвод дима може бити најмање 3 m висине од нивоа тла како би се избегло да киша уђе у окно и да се избегне деградација опреме унутар окна.

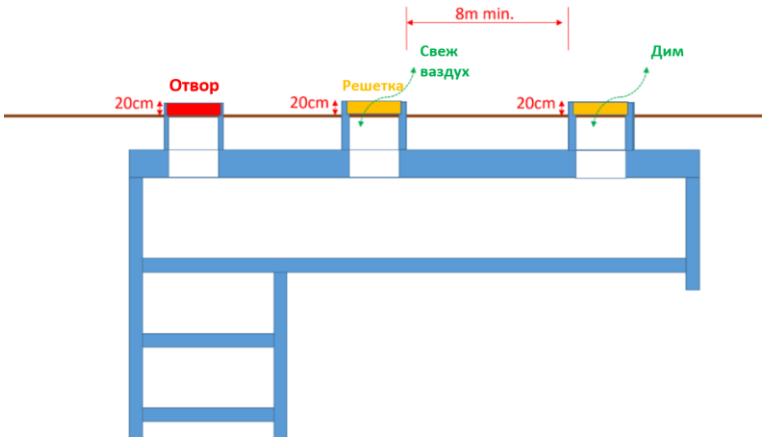
Отвор за опрему

Отвор опреме треба да буде на нивоу тла.

Трошкови одржавања су један од највећих у раду метроа, тако да је препоручљиво имати, што је више могуће изнад објеката за приступ, и решетке/отворе како би се заштитила унутрашња опрема и олакшао технички приступ за одржавање.




*Слика 3.36 Опција 1 - Отвор у нивоу земље и решетке на висини од 3 m*




*Слика 3.37 Опција 2 - Отвори и решетке у нивоу земље*

Као што је горе приказано, растојање између две решетке на нивоу тла мора бити минимално 8 m (раздаљина између решетке за извлачење ваздуха и решетке за довођење ваздуха), док растојање између две решетке унутар малих објеката може бити 4 m.

Могуће је имати све мреже на нивоу земље. Последица је брзо пропадање изазвано кишном водом унутар просторија због мање заштите. Није препоручљиво, али је прихватљиво.

Препорука је да све решетке и отвори буду на висини од 20 cm уместо у нивоу земље, ако је то могуће, због кише, поплава, одржавања итд.

### *3.2.3 Опис појединачних станица и окана*

**Станица Железник**

Локација и диспозиција

Подручје ће се развијати у складу са Планом детаљне регулације дела Макишког поља. Ниво који се сматра котом терена је ниво који ће бити формиран након будућих радова насипа терена и који ће бити на минимално 75 мнм.

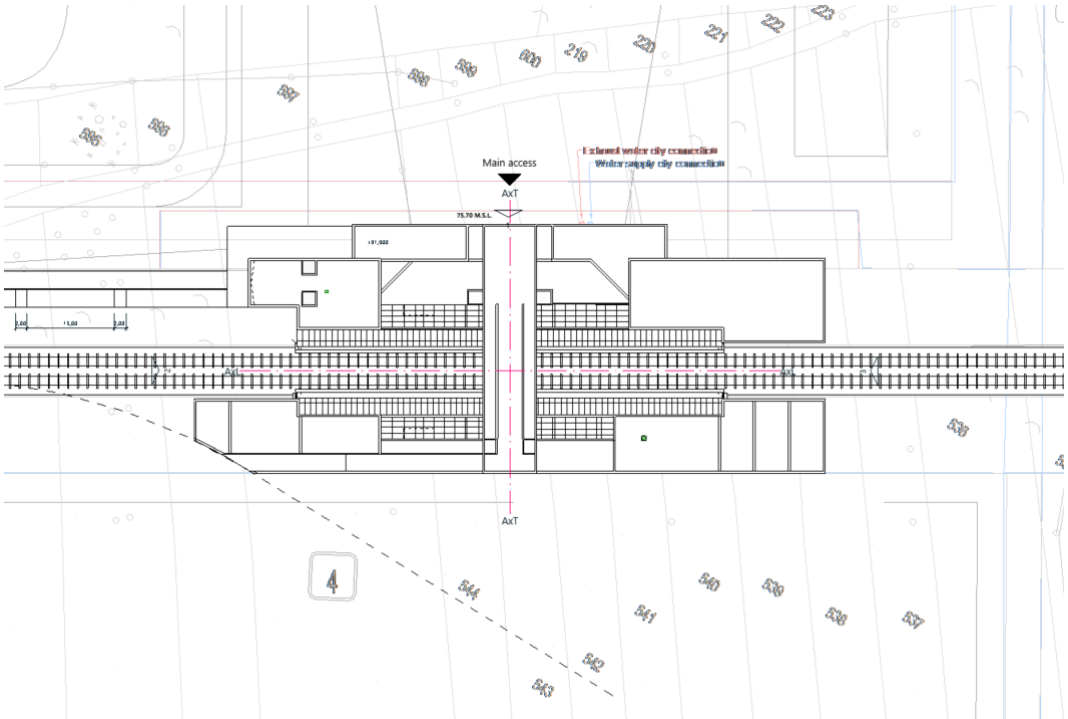
Прилаз станичној згради је смештен на западној страни колосека повезаног са будућом урбаном зоном. За прелазак са једног перона на други, путници ће користити надвожњак планиран изнад станичне зграде.

Зона депоа ће бити смештена источно од станичне зграде.

Због остваривања пешачке везе између административне зграде и станице Железник, пројектована је пешачка пасарела. Пасарела остварује везу првог спрата административне зграде и кровне плоче станице Железник. Пасарела премошћује друмску саобраћајницу и колосеке у Макиш депоу.

Укупна бруто површина станице износи 6599,84 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: МЕТ-6, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.38 Ситуациони план станице Железник*

Функција објекта

Железник је терминална станица метроа Линије 1, фаза 1. Ова станица је надземног типа, где се све оперативне и техничке просторије налазе на нивоу перона и подперона. Шине пролазе кроз станицу и раздвајају је у две зграде, једну на северозападној страни колосека (перон А) и другу на југоисточној страни колосека (перон Б).

Јавни улаз у станичну зграду налази се на северозападу станице. У овом делу зграде налази се већина оперативних просторија и просторија намењених за пружање путничких услуга. Од улаза, путници могу ићи директно до перона А или отићи до перона Б прелазећи преко надвожњаком између платформи покретним степеницама, степеницама или лифтовима. Испод сваког перона предвиђен је ниво подперона на коме ће бити смештене техничке просторије и опрема. Два степеништа на сваком перону налазе се испод јавног степеништа како би повезали ниво перона са нивоом подперона.

**Станица Макиш**

Локација и диспозиција

Уређење овог подручја вршиће се у складу са Планом детаљне регулације Макиша.

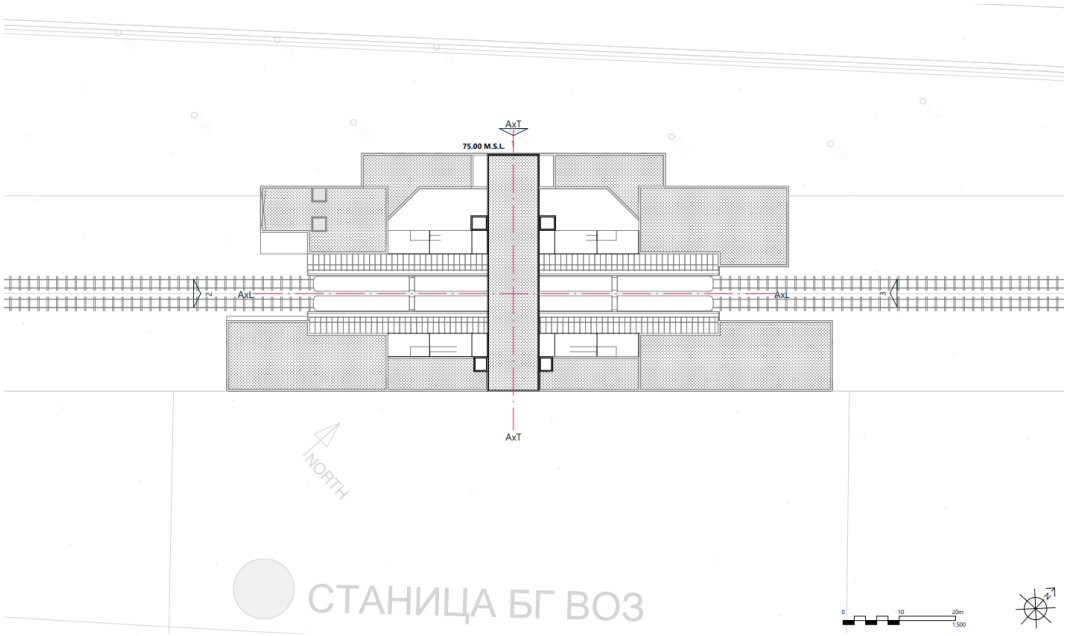
Ниво који се сматра приземним нивоом биће новоизграђен након завршетка будућих радова насипа терена и налазиће се на коти од минимално 75 мнм.

Улаз у станичну зграду предвиђен је на северо-западној страни станице и представљаће везу с будућим урбаним подручјуем. На источној страни станична зграда ће прекривати перон који води према северу као и већину техничких просторија.

Ради лакшег приступа будућој станици БГ Воза предвиђено је продужење унутрашњег станичног надвожњака који служи за прелазак са једног перона и то према истоку, као веза са са овом станицом. Надвожњак се продужава до саме фасаде станице метроа, чиме ће се омогућити његов будући продужетак према будућој станици БГ Воза, која ће се налазити источно од зграде станице метроа.

Укупна бруто површина станице износи 6762,93 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: МЕТ-1, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.39 Ситуациони план станице Макиш*

Фунцкија објекта

Станица Макиш је надземног типа, где се све оперативне и техничке просторије налазе на нивоу перона и подперона. Шине пролазе кроз станицу и раздвајају је у две зграде, једну на северозападној страни колосека (перон А) и другу на југоисточној страни колосека (перон Б).

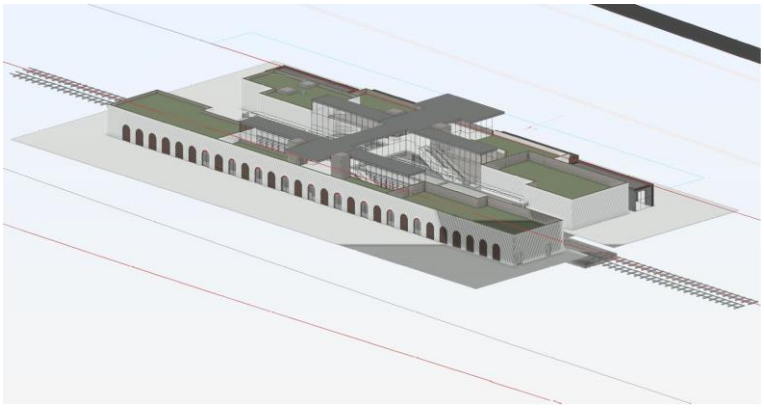
Јавни улаз у станичну зграду налази се на северозападу станице. У овом делу зграде налази се већина оперативних просторија и просторија намењених за пружање путничких услуга.

Од улаза, путници могу ићи директно до перона А или отићи до перона Б прелазећи преко надвожњаком између платформи покретним степеницама, степеницама или лифтовима. Јавни излази налазе се на оба краја перона А и Б, као и кроз контролне капије главног јавног улаза.

Техничким просторијама се приступа како са спољне стране, тако и из унутрашњег простора станице. У већину техничких просторија се приступа из техничког ходника који се налази на југоисточној страни станице. Из овог ходника запослени имају приступ већини техничких просторија, као и приступ перону Б.

Испод сваког перона предвиђен је ниво подперона на коме ће бити смештене техничке просторије и опрема.

Два степеништа на сваком перону налазе се испод јавног степеништа како би повезали ниво перона са нивоом подперона.



*Слика 3.40 Изглед будуће станице Макиш у аксонометријској пројекцији*

**Станица Жарково**

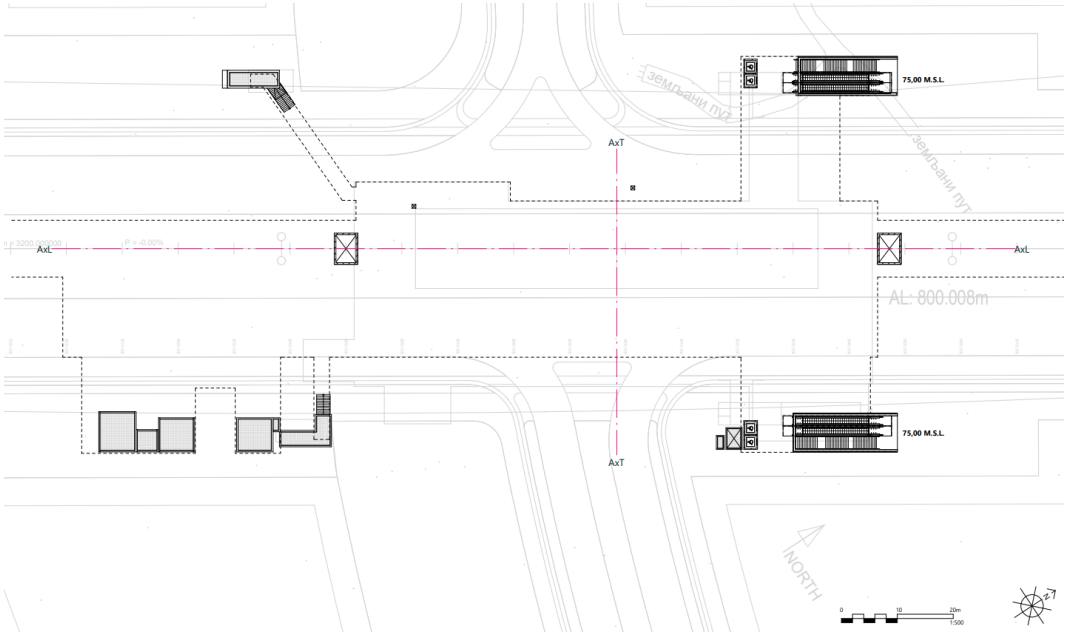
Локација и диспозиција

Уређење овог подручја вршиће се у складу са Планом детаљне регулације Макиша. Сврха овог плана је развој новог урбаног подручја у Београду, које ће имати вишеструку функцију са стамбеним објектима и градским службама. Метро представља основну инфраструктуру, која ће ово подручје учинити атрактивнијим.

Ниво који се сматра приземним нивоом биће ново изграђен након завршетка будућих радова на насипању и налазиће се на коти од 75 мнм. Улази у станичну зграду предвиђени су на северу станичног објекта, а степенице за хитне случајеве, технички отвори и решетке претежно ће бити постављени у јужном делу станичног објекта.

Укупна бруто површина станице износи 7488,54 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: САО-22, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.41 Ситуациони план станице Жарково*

Функција објекта

Станица Жарково је подземна плитка станица.

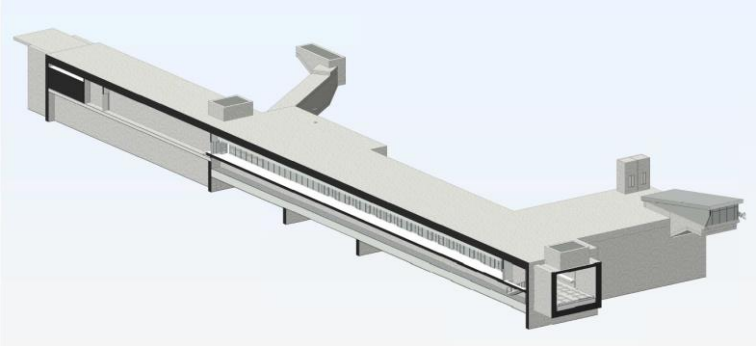
У приземљу се налазе два јавна улаза, који ће се налазити у северном делу станице, по један са сваке стране планиране улице.

Путници ће директно стићи до нивоа перона са оба улаза. На сваком улазу постављена је једна линија контролних капија која одваја неплаћено и плаћено подручје.

Излази у случају опасности ће се налазити на супротном крају контролних капија за све пероне.

Главни улази за путнике ће се такође користити као приступ за рад и одржавање. Предвиђено је да технички ходници опслужују већину техничких просторија, као и да се тиме избегне укрштање са протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је ниво подперона, где ће се налазити техничке просторије. Са оба перона обезбеђена су два приступа овом нивоу. На северној страни се налазе два степеништа која ће се налазити у техничкој просторији недоступној јавности, док се на јужној страни налази једно степениште у техничкој просторији, као и отвор у другој техничкој просторији, која ће такође бити неприступачна. за јавност. Овај ниво ће се користити и за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.42 Изглед будуће станице Жарково у аксонометријској пројекцији*

**Станица Беле Воде**

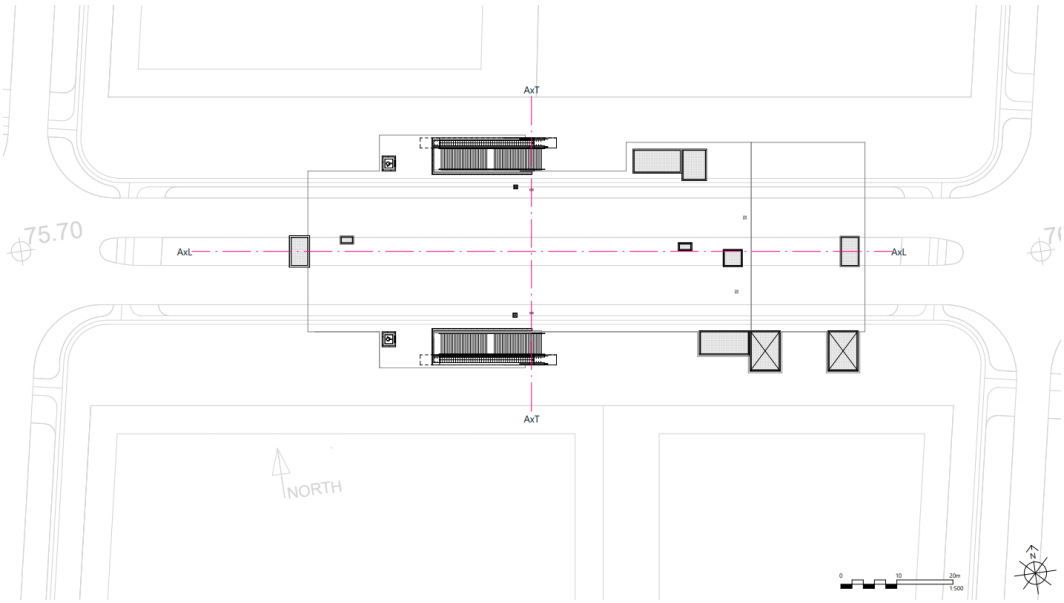
Локација и диспозиција

Уређење овог подручја вршиће се у складу с Планом детаљне регулације Макиша.

Ниво који се сматра приземним нивоом биће ново изграђен након завршетка будућих радова на насипању. Будућом урбанизацијом подручја Макиша ниво тла ће бити уздигнут у односу на постојећи. Коте тла у зони станице крећу се у распону од 75,70 мнм до 76,40 мнм посматрајући од запада ка истоку.

Улаз у станичну зграду предвиђен је у западном делу станичног објекта, а степенице за хитне случајеве, технички отвори и решетке биће постављени у источном делу станичног објекта.

Укупна бруто површина станице износи 9357,47 $m^2$. Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: САО-32, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.43 Ситуациони план станице Беле Воде*

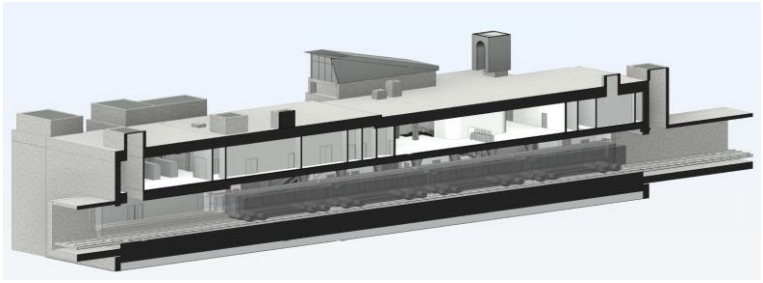
Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на будући ниво тла, станица Беле воде је пројектована као плитка станица са једним мезанином.Предвиђена су два јавна улаза у приземљу, који ће се налазити у западном делу станице.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се на нивоу великог хола у близини оба улаза. Техничке просторије ће претежно бити смештене на нивоу великог хола и на нивоу перона. Јавни излази у хитним случајевима предвиђени су на нивоу перона, и то на источном крају свих перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија, а и како би се избегло укрштање са протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво подперона на коме ће бити смештене две техничке просторије и опрема (јама за покретне степенице и јама за лифт). Обезбеђена су два приступа овом нивоу са оба перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.44 Изглед будуће станице Беле Воде у аксонометријској пројекцији*

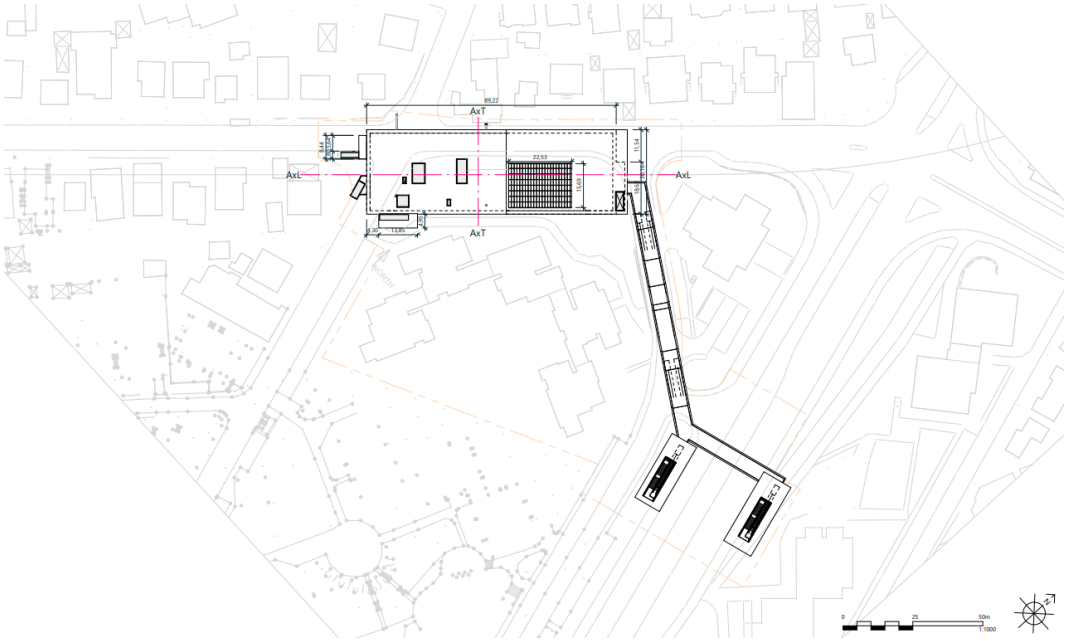
**Станица Трговачка**

Локација и диспозиција

Ниво терена заснован је на постојећој топографији терена. Главни улаз у станичну зграду предвиђен је у северном делу станичног објекта, док ће степенице за хитне случајеве, технички отвори и решетке претежно бити смештени у јужном делу станичног објекта. Споредни прилази предвиђени су за приступ путника из правца Трговачке улице.

Главни улаз у станицу и известан број вентилационих решетки налазиће се на постојећем паркингу који припада стамбеним зградама и чије уклањање је планирано. Осим тога, секундарни прилаз на источној страни Трговачке улице планиран је у постојећој аутобуској ниши и на колском прилазу паркингу који припада стамбеним зградама. Предвиђено је измештање аутобуске нише као и адаптација прилаза паркингу у складу с потребама будућих прилаза станици.

Укупна бруто површина станице износи 10974,10 $m^2$. Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: СА-4, СА-5, СА-6, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.



*Слика 3.45 Ситуациони план станице Трговачка*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, станица Трговачка је пројектована као дубока станица са два мезанина.

Предвиђена су три јавна улаза на приземном нивоу. Главни улаз ће се налазити у северном делу, директно изнад станичног објекта, а други и трећи прилаз на обе стране Трговачке улице.

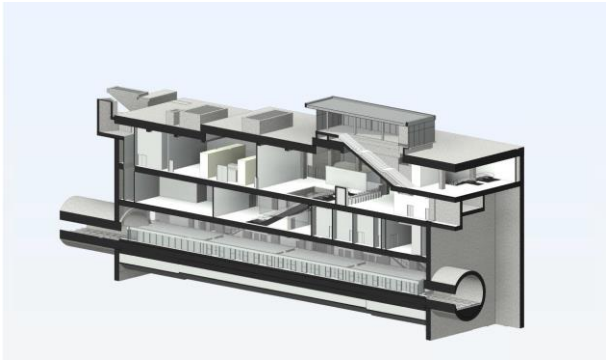
Путници ће са главног улаза директно стизати до нивоа великог хола, док ће путници с других улаза пролазити кроз дугачак подземни ходник повезан са нивоом великог хола. На овом првом подземном нивоу путници ће пролазити кроз линију контролних капија и приступати степеницама, покретним степеницама и лифтовима, који ће опслуживати све пероне.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се на нивоу великог хола у близини улаза. Техничке просторије ће претежно бити распоређене између нивоа великог хола, мезанина и нивоа перона.

Степениште за хитне случајеве је предвиђено на западном крају свих перона, поред јавних степеница и покретних степеница. У случају потребе за евакуацијом путника с перона помоћу степеница и покретних степеница, предвиђена је безбедна зона на нивоу мезанина директно изнад нивоа перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија, а и како би се избегло укрштање са протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво подперона на коме ће бити смештене техничке просторије и опрема. Обезбеђена су два приступа овом нивоу са оба перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.46 Изглед будуће станице Трговачка у аксонометријској пројекцији*

**Станица Пожешка**

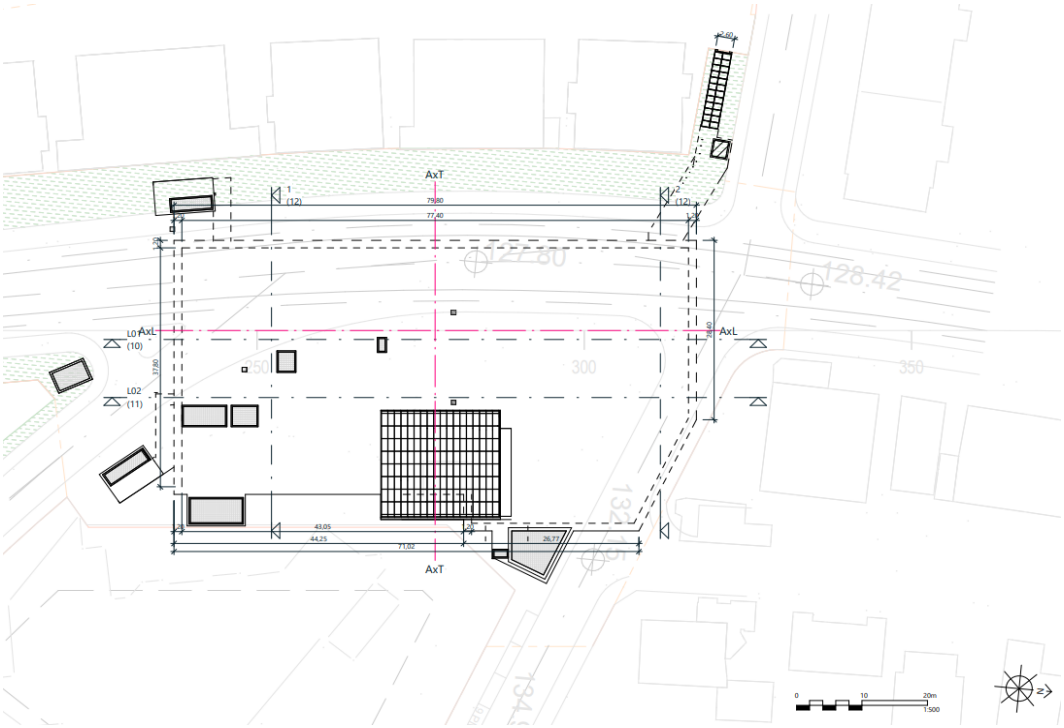
Локација и диспозиција

Развој овог подручја поднет је у Плану детаљне регулације Београдског Батаљона и Плану генералне регулације шинских система у Београду. Ефекат ће бити стварање новог комерцијалног објекта на парцели источно од станице и редизајн јавног простора око ње. Ниво терена заснован је на постојећој топографији.

Улаз у станичну зграду налази се источно од станице, а секундарни прилаз се налази на северозападу делу, поред Пожешке улице. Степеништа за хитне случајеве и технички отвори и решетке углавном се налазе у јужном делу станице.

Укупна бруто површина станице износи 8833,54 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: СА-9 и САП-8 дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.47 Ситуациони план станице Пожешка*

Функција објекта

С обзиром на то да је горња ивица шине у вези са постојећим нивоом тла, станица Пожешка је пројектована као плитка станица са једним мезанином.

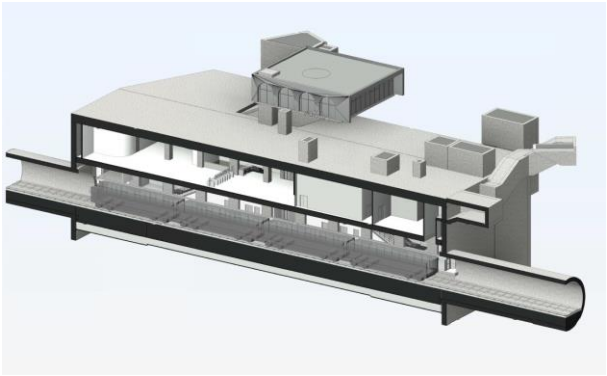
Постоје два јавна улаза са нивоа земље, који се налазе северно од подземне станице.

Са сваког улаза, путници ће ићи директно до нивоа великог хола, где ће пролазити кроз контролну капију да би приступили степеницама, покретним степеницама или лифтовима који опслужују одређени перон.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазе се на нивоу великог хола, близу улаза. Техничке просторије се углавном налазе на нивоу великог хола, као и на нивоу перона. Излази у случају опасности се налазе на јужном крају сваког перона.

Прилази за оперативно подручје и одржавање је заједнички са главним улазима за путнике. Технички ходници су позиционирани са циљем да опслужују већину техничких просторија и избегну укрштање токова са јавношћу.

Испод сваког перона постоји подперон, који омогућава имплементацију техничких просторија. Постоје два прилаза са сваког перона до овог нивоа: једно степениште које се налази у техничкој просторији испод јавног степеништа и решетка који се налази у техничкој просторији, такође недоступна за јавност. Овај ниво ће се такође користити за постављање каблова, цеви, вентилационих канала који повезују тунел са другим нивоима станице.



*Слика 3.48 Изглед будуће станице Пожешка у аксонометријској пројекцији*

**Станица Парк Баново брдо**

Локација и диспозиција

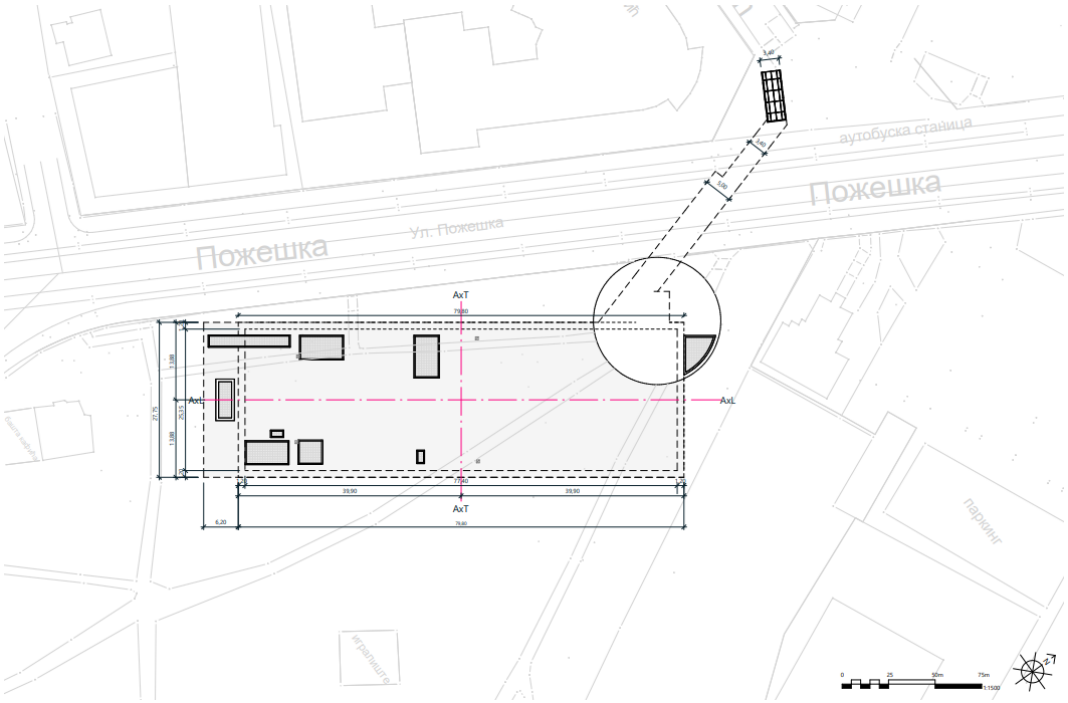
Парцела у североисточном делу станице обухваћена је Планом детаљне регулације подручја између улица Пожешке и Боре Марковића и парка. Ова нова парцела садржаће вишенаменске објекте за становање и комерцијалне активности, стамбене зграде, комерцијалне објекте и отворене просторе као што су то пешачки пролаз и зелена површина.

Предвиђени приземни ниво заснован је на постојећој топографији терена.

Улаз у станичну зграду налази се у северном делу станице, а споредни прилази на раскрсници улица Надежде Петровић и Пожешке. Степенице за хитне случајеве, као и технички отвори и решетке претежно ће се налазити у јужном делу станице.

Укупна бруто површина станице износи 9110.94 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: ЗП1-2; СА-10; ЗП3-4, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.49 Ситуациони план станице Парк Баново брдо*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, станица Парк Баново брдо је пројектована као дубока станица с два мезанина.

Предвиђена су два јавна улаза на приземном нивоу. Главни улаз А налазиће се изнад станичног објекта, а други улаз Б је предвиђен на западној страни Пожешке улице и са станичним објектом ће бити повезан подземним ходником. Оба улаза биће смештена у северном делу станице.

Путници ће с оба улаза директно стизати до нивоа великог хола. На овом првом подземном нивоу путници ће пролазити кроз линију контролних капија и приступати степеницама, покретним степеницама или лифтовима, који ће опслуживати прелазни мезанин. Са овог прелазног нивоа путници ће се помоћу других степеница или покретних степеница спуштати до перона.

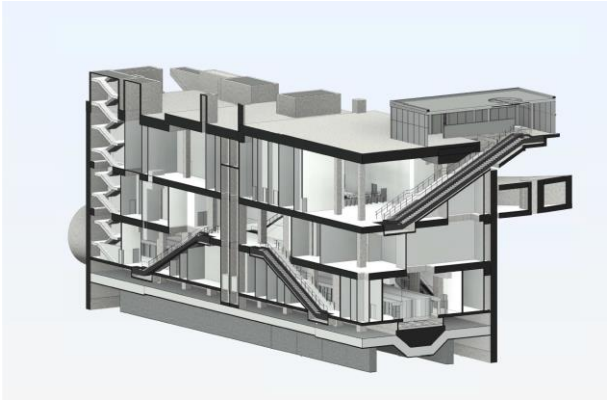
Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се на нивоу великог хола у близини улаза. Техничке просторије ће бити распоређене на нивоу великог хола, мезанина и перона.

Јавни излази у хитним случајевима предвиђени су на јужном крају свих перона. У случају потребе за евакуацијом путника с перона помоћу јавних степеница и покретних степеница, предвиђена је безбедна зона у мезанину директно изнад нивоа перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија а и како би се избегло укрштање с протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво подперона на коме ће бити смештена техничка Просторија за црпљење воде (WER) и опрема (погонска јама за покретне степенице и погонска јама за лифт). Обезбеђена су два приступа овом нивоу с оба

перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.50 Изглед будуће станице Парк Баново Брдо у аксонометријској пројекцији*

**Станица Ада Циганлија**

Локација и диспозиција

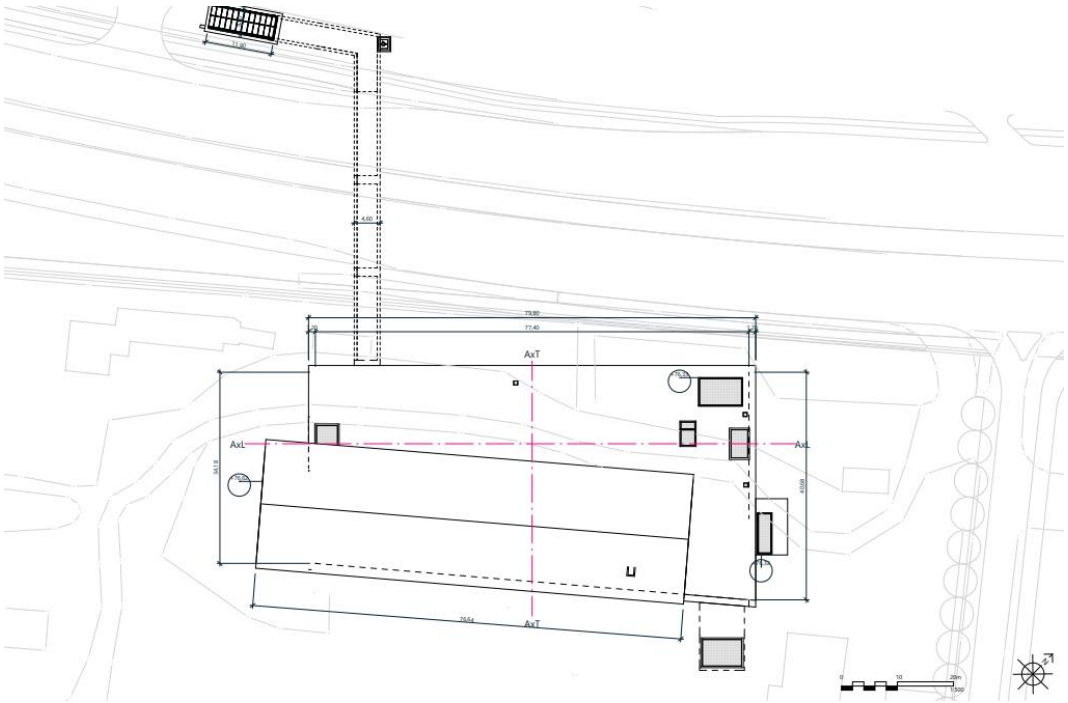
Ово подручје обухваћено је Планом детаљне регулације Аде Циганлије и Планом детаљне регулације Старе шећеране.

Предвиђени приземни ниво заснован је на постојећој топографији. Главни улаз у станицу налазиће се на јужном делу станице (улаз А), док ће се улаз Б налазити на западној страни. Степенице за хитне случајеве, као и технички отвори и решетке претежно ће се налазити у северном и источном делу станице.

Нова зграда изнад станице имаће исту основу и димензије као и постојећи објекат. Главни улаз у станицу смештен је на приземном нивоу нове зграде. Споредни улаз предвиђен је на другој страни Радничке улице поред станице.

Укупна бруто површина станице износи 9360,68 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: МЕТ-7; СА-11, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.



*Слика 3.51 Ситуациони план станице Ада Циганлија*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, ова станица је пројектована као плитка станица с једним мезанином.

Предвиђена су два јавна улаза на приземном нивоу, која ће водити до главног хола, а налазиће се у југозападном делу станице.

Нова зграда на површини и изнад подземног станичног објекта намењена је за функционисање метроа. У приземљу ће бити смештене следеће просторије: главни улаз у станицу, Подстаница за напајање електро вуче ('TPS'), Решетка за извлачење ваздуха при продукцији грејања и хађења ('HCG-E') и додатни садржаји као што су то паркинг за бицикле и ресторан. Приступ горе поменутом техничком подручју предвиђен је са супротне стране јавног улаза.

Путници ће са оба улаза директно стизати до великог хола, где ће пролазити кроз линију контролних капија и приступати степеницама, покретним степеницама или лифтовима, који ће опслуживати све пероне.

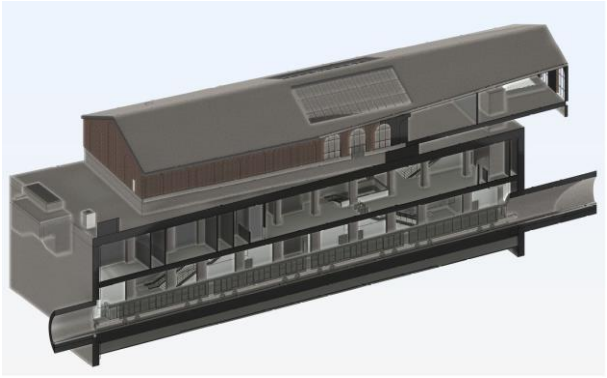
Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се на нивоу великог хола у близини улаза. Техничке просторије ће претежно бити смештене на нивоу великог хола и на нивоу перона.

Излази у случају опасности предвиђени су на североисточном крају свих перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија, а и како би се избегло укрштање с протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво техничког ходника на коме ће бити смештене техничке просторије и опрема (погонске јаме за покретне степенице и лифт). Обезбеђена су два приступа овом нивоу са оба перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође

користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.52 Изглед будуће станице Ада Циганлија у аксонометријској пројекцији*

**Станица Сајам**

Локација и диспозиција

Ова станица наставља се на Београд на води, који има за циљ развој нове средине дуж обале реке Саве образовањем новог централног градског подручја са стамбеним, пословним, комерцијалним и културним садржајима. Станица ће се налазити у непосредној близини основне школе и комерцијалне зоне.

Предвиђена је и нова линија БГ Воза која ће у великој мери унапредити интермодалну везу ове станице.

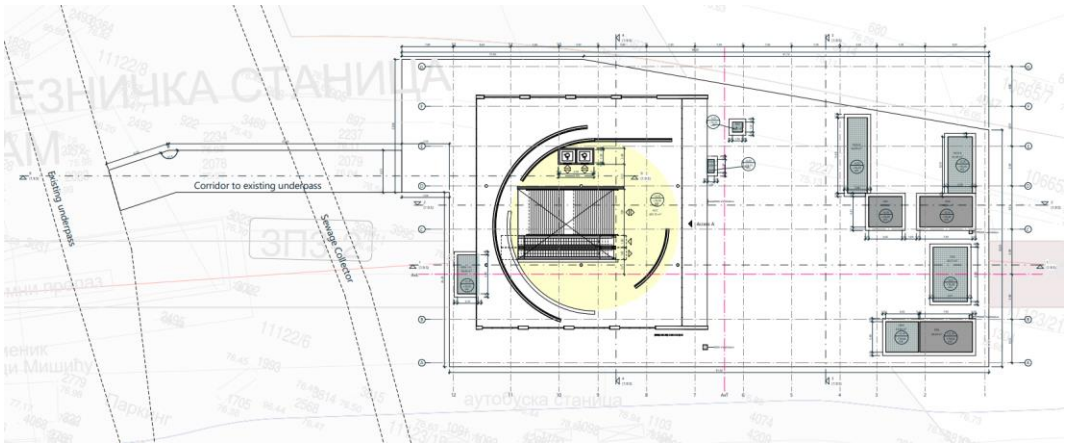
Осим тога, предвиђен је и продужетак надвожњака у правцу североистка као веза станице с објектом павиљона. Димензије продужетка надвожњака још нису дефинисане.

Предвиђени приземни ниво заснован је на постојећој топографији терена.

Улази у станичну зграду налазиће се у западном делу станице, а степенице за хитне случајеве, као и технички отвори и решетке претежно ће се налазити у источном делу станице.

Укупна бруто површина станице износи 9540,30 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: ЗП3-2 и СА-13, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.53 Ситуациони план станице Сајам*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, станица Сајам је пројектована као плитка станица с једним мезанином.

Предвиђен је један главни јавни улаз изнад станице као и један прилаз кроз нови подземни ходник који ће бити повезан с постојећим подвожњаком који води према сајамском комплексу и другој страни главног булевара.

Са главног улаза на коти +76,45 мнм путници ће се степеницама или покретним степеницама спуштати на прилазни хол на коти +70,45 мнм, а затим ће другим степеницама и покретним степеницама стизати до нивоа великог хола на коти +66,85 мнм. Путници ће се лифтовима директно спуштати са приземног нивоа до неплаћеног подручја великог хола. Ходник од споредног улаза водиће директно до неплаћеног подручја великог хола.

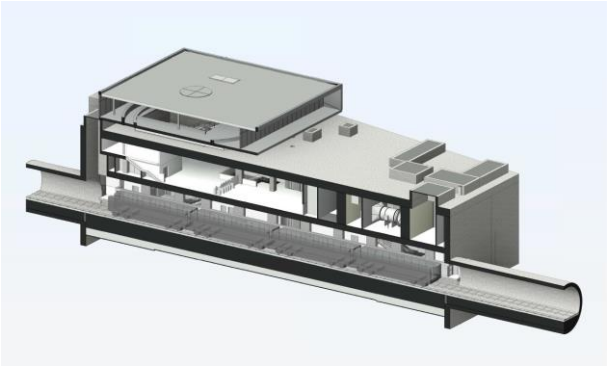
Путници ће затим пролазити кроз линију контролних капија и приступати степеницама, покретним степеницама или лифтовима, који ће опслуживати све пероне.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се у неплаћеном подручју великог хола поред улаза. Техничке просторије ће претежно бити распоређене на нивоу великог хола и на нивоу перона.

Јавни излази предвиђени су на источном крају свих перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија, а и како би се избегло укрштање са протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво подперона на коме ће бити смештене техничке просторије и опрема. Обезбеђена су два приступа овом нивоу с оба перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.54 Изглед будуће станице Сајам у аксонометријској пројекцији*

**Станица Мостар**

Локација и диспозиција

Станица ће служити подручју Београда на Води, где се налази ново насеље уз реку Саву, које представља нови централни округ за град са стамбеним, пословним, комерцијалним и културним објектима.

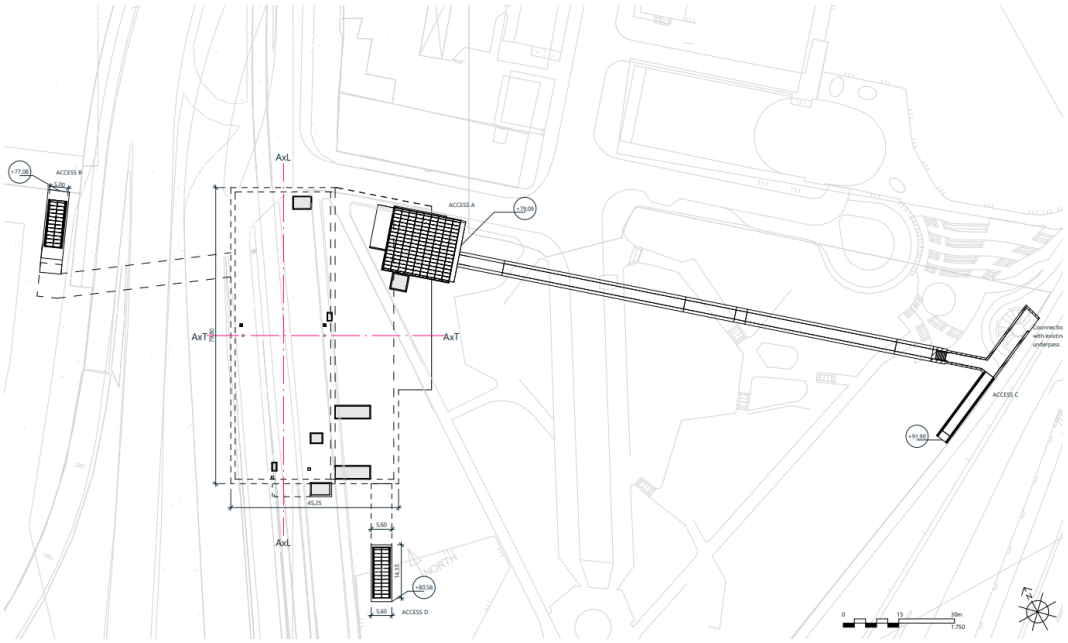
Станица се такође налази у близини новопројектованог урбаног блока у коме се гради нови стамбено-пословни комплекс. У складу са овим пројектом, парк изнад станице недавно је обновљен.

Ниво приземља заснива се на постојећој топографији терена.

Станица Мостар има четири улаза. Два од њих се налазе северно од станице, трећи се налази источно (веза је остварена путем ходника), а четврти јужно. Техничка врата и решетке се углавном налазе јужно од станице.

Укупна бруто површина станице износи 9501,66 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: СА-14; ЗП1-4; Ј9-18, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.



*Слика 3.55 Ситуациони план станице Мостар*

Функција објекта

С обзиром на то да је горња ивица шине у вези са постојећим нивоом тла, ова станица је пројектована као плитка станица са једним мезанином.

Са главног улаза на коти +79,09 мнм, путници ће путем степеница или покретних степеница стићи директно на ниво великог хола, на коти +67,54 мнм. Путници који иду лифтом стићи ће директно са нивоа прилазног хола до неплаћеног дела нивоа великог хола. Други прилаз је са истока као дугачки подвожњак који повезује станицу са улицом Кнеза Милоша. Трећи прилаз повезује станицу са подручјем Београда на Води, на западу, док је четврти прилаз окренут јужно од станице, као подземни ходник који се налази паралелно са техничким просторијама.

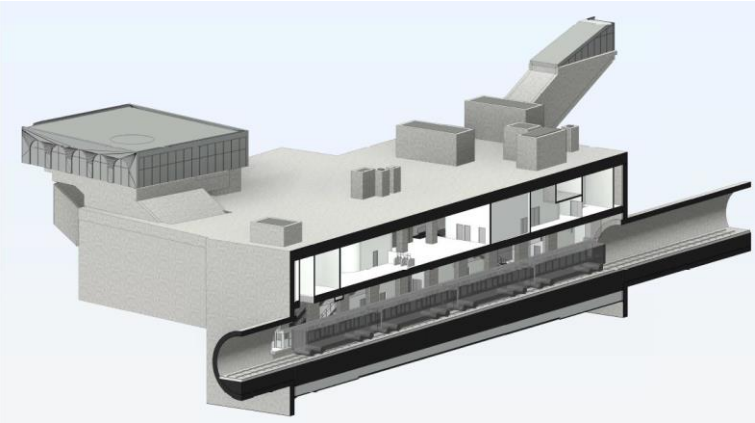
Са неплаћеног нивоа великог хола, путници ће проћи кроз линију контролних капија како би приступили степеницама, покретним степеницама и лифтовима који опслужују сваки ниво перона.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазе се у неплаћеном делу нивоа великог хола, поред улаза. Техничке просторије су распоређене на нивоу великог хола и на нивоу перона.

Излази у случају опасности се налазе на јужном крају сваке платформе.

Прилази за оперативно подручје и одржавање је заједнички са главним улазима за путнике. Технички ходници су позиционирани са циљем да опслужују већину техничких просторија, без укрштања са јавним токовима.

Испод сваког перона постоји ниво подперона, који омогућава имплементацију техничких просторија и опреме (погонске јаме за покретне степенице и лифтове). Са сваког перона до овог нивоа постоје два приступа: једно степениште које се налази у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвор који се налази у техничкој просторији, такође недоступан за јавност. Овај ниво ће се такође користити за постављање каблова, цеви, вентилационих канала који повезују тунел са различитим нивоима станице.



*Слика 3.56 Изглед будуће станице Мостар у аксонометријској пројекцији*

**Станица Савски трг**

Локација и диспозиција

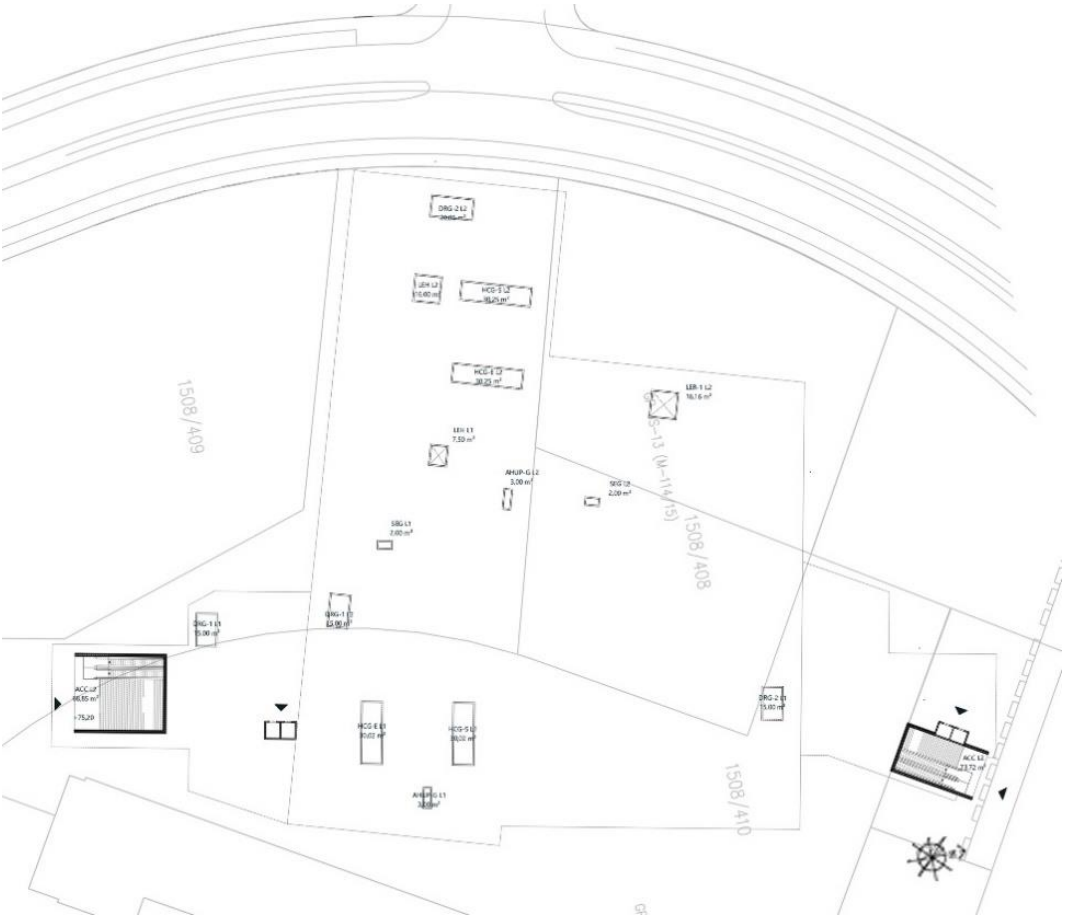
Станица ће служити подручју Београда на Води, где се налази ново насеље уз реку Саву, које представља нови централни округ за град са стамбеним, пословним, комерцијалним и културним објектима. Станица ће бити окружена будућим музејом, стамбеним блоковима и основном школом.

Ниво који се сматра приземним нивоом биће новоизграђен након завршетка будућих радова насипа терена и налазиће се на коти од +76,00 мнм.

Станица Савски трг "L1" и "L2" има два улаза за целу станицу. Први улаз А се налази северно, а други улаз Б јужно од локације станице. Технички отвори и решетке налазе се на слободним површинама које нису изграђене или се сматрају да неће бити изграђене током времена.

Укупна бруто површина станице износи 28135,40 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: J9-19; J9-20; САО-44, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.57 Ситуациони план станице Савски трг*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, станица Савски трг је пројектована као плитка станица с једним мезанином.

Станицу Савски трг чине две међусобно повезане станице: станица “L1" и станица “L2".

“L1" је пројектован као плитка станица са једним мезанином где је горња ивица шине на дубини од 15 м. “L2" је пројектован као дубока станица са једним мезанином, са горњом ивицом шине на дубини од 27 метара.

Планирана су два улаза на коти од +76,45 мнм, на нивоу приземља. Један улаз ће се налазити северно у близини Карађорђеве улице, а други улаз ће се налазити на југу код постојеће старе локомотиве. Оба улаза воде у неплаћени подземни простор који омогућава приступ са једне стране станици “L2", а са друге стране станици “L1".

За станицу “L1", из неплаћеног дела нивоа великог хола, путници ће проћи кроз линију контролних капија како би приступили степеницама, покретним степеницама и лифтовима који опслужују сваки перон.

За станицу “L2", из неплаћеног дела нивоа великог хола, путници ће проћи кроз линију контролних капија како би приступили вертикалној комуникацији, чиме им је омогућено спуштање на пероне. Након доласка на ниво мезанина, путници ће се затим распоредити као и обично између оба перона кроз вертикалне елементе циркулације постављене дуж оба перона.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазе се у неплаћеном делу нивоа великог хола, поред улаза и поред хола који повезује обе станице. Техничке просторије су распоређене на нивоу великог хола и на нивоу перона за "L1", а на нивоу ходника, перона и мезанина за "L2".

Излази у случају опасности се налазе на јужном крају сваког перона "L1", и на источном крају сваког перона "L2".

Приступ за оперативне просторије и одржавање је заједнички са главним улазима за путнике. Технички ходници се успостављају са циљем да опслужују већину техничких просторија и избегну укрштање токова са јавношћу.

Испод сваког перона постоји ниво подперона, који омогућава имплементацију техничких просторија и опреме. Са сваког перона до овог нивоа постоје два приступа: једно степениште које се налази у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвор који се налази у техничкој просторији, такође недоступан за јавност. Овај ниво ће се такође користити за постављање каблова, цеви, вентилационих канала који повезују тунел са различитим нивоима станице.

**Станица Трг Републике**

Локација и диспозиција

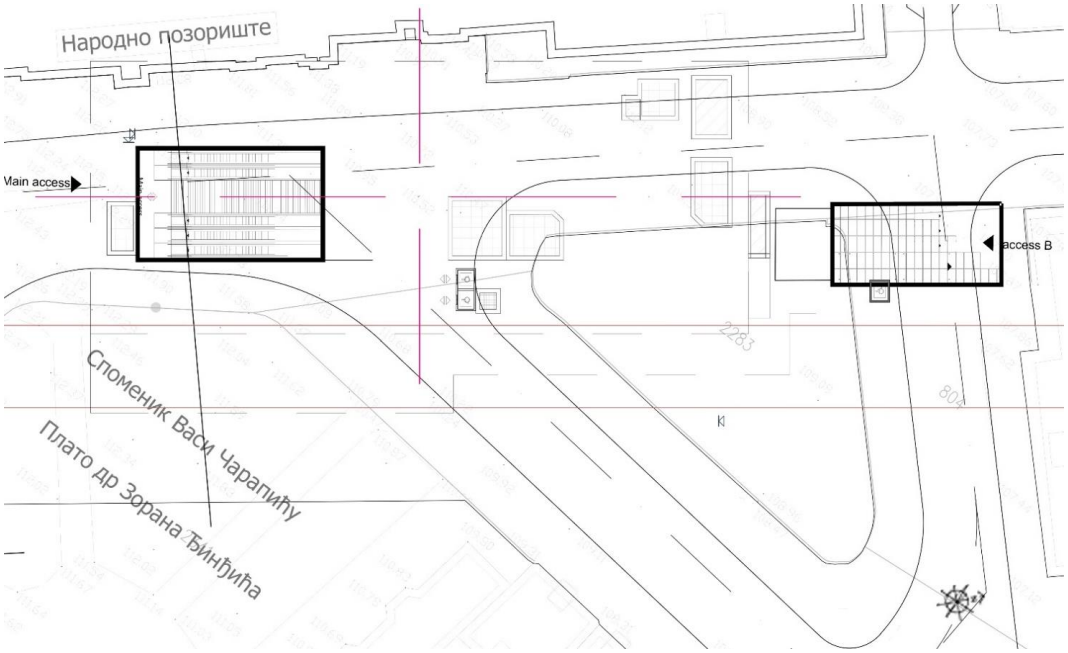
Град Београд планира изградњу новог јавног објекта на Тргу Зорана Ђинђића, као и претварање дела Француске улице у наставку Трга Зорана Ђинђића у пешачку зону. Овај план још увек није усвојен и нема никаквих назнака у вези с датумом његове реализације.

Предвиђени приземни ниво заснован је на постојећој топографији терена.

Један улаз у станичну зграду налазиће се у југозападном делу станице, док се други јавни улаз, степенице за хитне случајеве, као и технички отвори и решетке претежно ће се налазити у североисточном делу станице.

Укупна бруто површина станице износи 14735,01 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: САП-1; САП-2; СА-16; СА-17; САП-3; САП-4; САП-5; СА-18; ЗП2-22; Ј9-21, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.58 Ситуациони план станице Трг Републике*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, станица Трг Републике је пројектована као дубока станица с три мезанина.

Предвиђена су два јавна улаза у станицу.

Путници ће са свих улаза стизати до великог хола, где ће пролазити кроз линију контролних капија и приступати степеницама, покретним степеницама или лифтовима, који ће директно повезивати ниво великог хола с мезанином изнад перона. Са овог другог прелазног мезанина степеницама и покретним степеницама смештеним на обе стране мезанина силазиће се до свих перона.

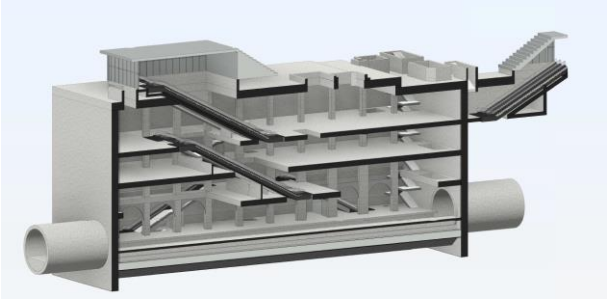
Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се на нивоу великог хола поред улаза. Техничке просторије ће претежно бити распоређене на нивоу великог хола, првог прелазног мезанина и перона.

Излази у случају опасности предвиђени су на северо-источном крају свих перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија, а и како би се избегло укрштање с протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво подперона на коме ће бити смештена техничка просторија и опрема. Обезбеђена су два приступа овом нивоу са оба перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.

Други прелазни мезанин је делимичан тако да оставља двоструку висину изнад већине перона. У циљу раздвајања простора перона од простора колосека предвиђено је постављање специјалног покривача изнад колосека. Он ће свакако прекривати колосеке, али не и бочне просторе како је то предложено за остале станице.



*Слика 3.59 Изглед будуће станице Трг Републике у аксонометријској пројекцији*

**Станица Скадарлија**

НАПОМЕНА: Станица Скадарлија је део линије 1 Београдског метро метроа. Међутим, због кашњења пројекта Бајлонијеве пијаце (пројекат који није у надлежности компаније Egis која пројектује Београдски метро и ЈКП Београдски метро и воз), који повезаног са пројектом метро станице, одложена је процедура везана за Идејно решење и прибављање локацијских услова за овај објекат и Идејни пројекат.

У наставку је дат опис планиране станице Скадарлија.

Станица Скадарлија је пројектована као плитка станица са једним међуспратом, састоји се од приземног (прилаз метро станици) и три подземна нивоа (два су намењена као јавни простор, просторије за рад и особље, техничке просторије и простори и један за техничке просторије), укупна бруто површина објекта је 8.261,80 m².

Висина сваког подземног нивоа се одређује и прилагођава технолошким потребама у погледу светлих висина у различитим одељењима (просторијама). Висина прилаза згради биће у складу са ПГР за железнички систем.

Планирана су два јавна улаза у станицу у приземљу, која ће се налазити у југозападном делу станице. Један улаз је планиран директно изнад станичне зграде, а други у западном делу Улице Цара Душана. Главни улази за путнике ће се такође користити као приступ за рад и одржавање.

Испод сваке платформе предвиђен је ниво техничког коридора, где ће се налазити техничке просторије (одвод воде, резервоар за прскалице и просторија за пумпање воде) и опрема (ескалатор и лифт јама). Са обе платформе обезбеђена су два прилаза овом нивоу помоћу једног степеништа које се налази у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступан јавности. Овај ниво ће се користити и за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.

**Станица Дунав**

Локација и диспозиција

У складу с плановима Аде Хује и Линијског парка, станица код Цвијићеве улице налазиће се испод парка.

Ово подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Аде Хује, који има за циљ оживљавање подручја Аде Хује и образовање средине с атрактивним стамбеним, комерцијалним и рекреативним садржајима на обали Дунава.

План детаљне регулације Линијског парка има за циљ оживљавање напуштеног железничког земљишта које се пружа од Панчевачког моста до ушћа Саве у Дунав, дуж

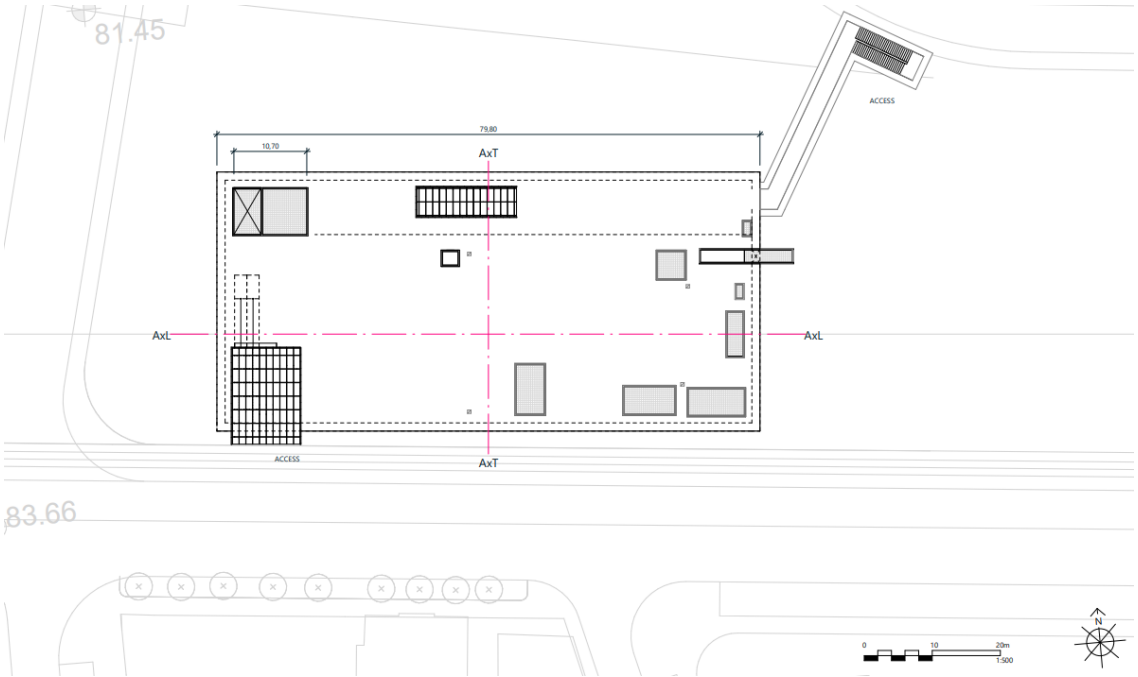
Калемегданског парка и поред Бетон Хале, како би оно постало атрактивна пешачка и бициклистичка зона поред реке.

Предвиђени приземни ниво заснован је на постојећој топографији терена.

Улази у станичну зграду налазиће се у западном делу станице, а степенице за хитне случајеве, као и технички отвори и решетке претежно ће се налазити у источном делу станице.

Укупна бруто површина станице износи 10575,08 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: ЗП1-6.1; ЗП1-6; СА-21; С-20; С-19; СА-37, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.60 Ситуациони план станице Дунав*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, станица Дунав је пројектована као дубока станица са два мезанина.

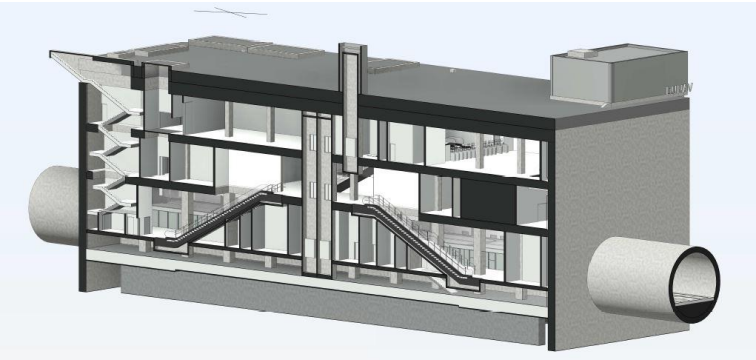
Предвиђена су три јавна улаза у станицу са приземног нивоа. Главни улаз А налазиће се у западном делу станице, а спордени улаз Б у северном делу изнад станице, док ће се трећи улаз Ц налазити у североисточном делу и са станицом ће бити повезан подземним ходником.

Путници ће са свих улаза стизати до великог хола, где ће пролазити кроз линију контролних капија и приступати степеницама, покретним степеницама или лифтовима, који ће водити до прелазног мезанина. Са овог прелазног нивоа путници ће степеницама, покретним степеницама или лифтовима силазити до свих перона.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се на нивоу великог хола поред улаза. Техничке просторије ће бити распоређене на нивоу великог хола, мезанина и перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија, а и како би се избегло укрштање са протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво техничког ходника на коме ће бити смештена техничка просторија (Просторија за црпљење воде) и опрема (погонске јаме за покретне степенице и лифтове). Обезбеђена су два приступа овом нивоу с оба перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, који ће такође бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.61 Изглед будуће станице Дунав у аксонометријској пројекцији*

**Станица Панчевачки мост**

Локација и диспозиција

У складу с плановима Аде Хује и Линијског парка, станица код Цвијићеве улице налазиће се испод источног обода Линијског парка.

Ово подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Аде Хује, који има за циљ оживљавање подручја Аде Хује и образовање средине с атрактивним стамбеним, комерцијалним и рекреативним садржајима на обали Дунава.

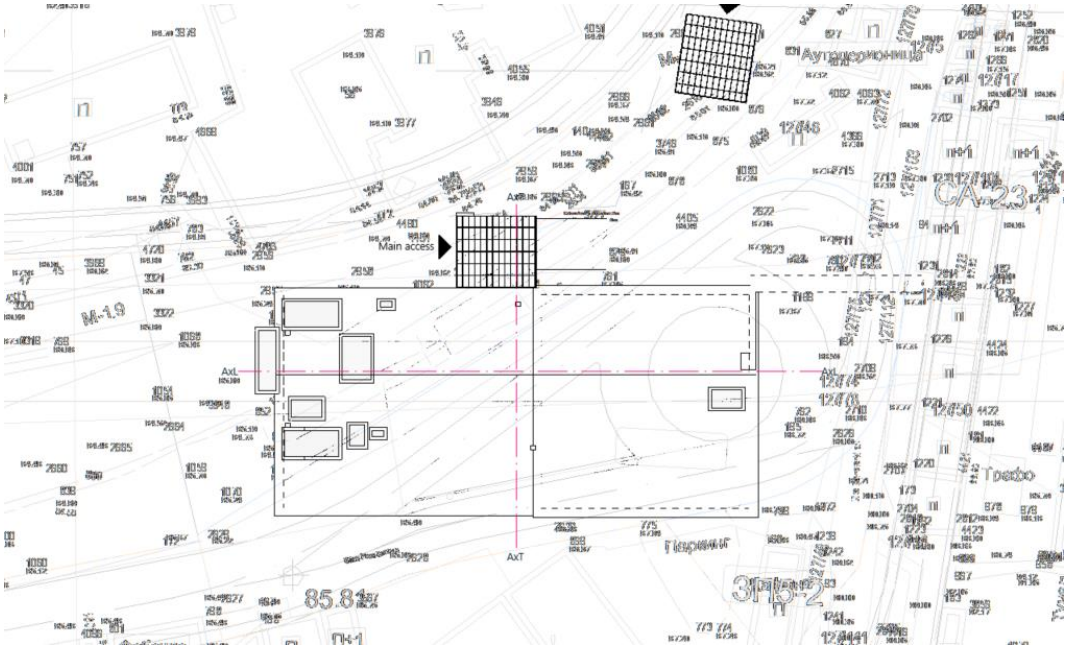
План детаљне регулације Линијског парка има за циљ оживљавање напуштеног железничког земљишта које се пружа од Панчевачког моста до ушћа Саве у Дунав, дуж Калемегданског парка и поред Бетон Хале, како би оно постало атрактивна пешачка и бициклистичка зона поред реке.

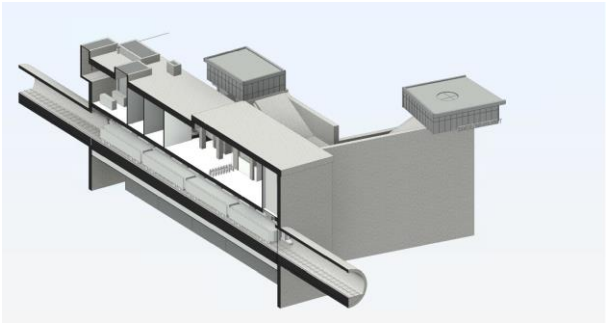
Предвиђени приземни ниво заснован је на постојећој топографији терена.

Главни улаз (улаз А) у станичну зграду налазиће се у северном делу станице, секундарни улаз (улаз Б) ће се налазити у североисточном делу. Степенице за излазе у случају опасности, технички отвори и решетке углавном ће се налазити у западном делу станице.

Укупна бруто површина станице износи 9452,41 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: ЗП1-7; ЗП5-2; СА-22; СА-23, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.


Main access
Ax1
Ax2
Ax3
Ax4
Ax5
Ax6
Ax7
Ax8
Ax9
Ax10
Ax11
Ax12
Ax13
Ax14
Ax15
Ax16
Ax17
Ax18
Ax19
Ax20
Ax21
Ax22
Ax23
Ax24
Ax25
Ax26
Ax27
Ax28
Ax29
Ax30
Ax31
Ax32
Ax33
Ax34
Ax35
Ax36
Ax37
Ax38
Ax39
Ax40



*Слика 3.63 Изглед будуће станице Панчевачки мост у аксонометријској пројекцији*

**Станица Карабурма**

Локација и диспозиција

Ово подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Аде Хује, који има за циљ оживљавање подручја Аде Хује и образовање средине са атрактивним стамбеним, комерцијалним и рекреативним садржајима на обали Дунава. Предвиђено је ново подручје са комерцијалним и урбаним садржајима у близини зелених површина и инфраструктурних зона.

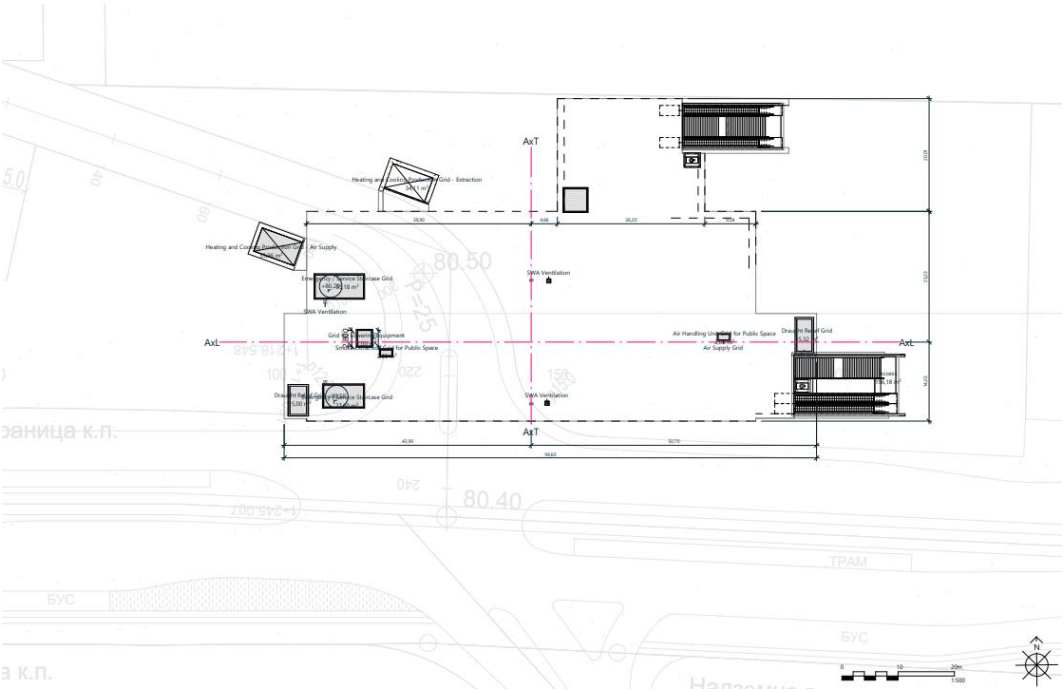
Планиран је и продужетак линије БГ Воза до Карабурме, што ће представљати снажну интеракцију са пројектом станице метроа, имајући у виду значај обезбеђивања добре интермодалне везе. Осим тога, планирана је и нова трамвајска линија у Вишњичкој улици.

Ниво приземља заснован је на постојећој топографији.

Улази у станичну зграду налазиће се у источном делу станице, а степенице за хитне случајеве, као и технички отвори и решетке претежно ће се налазити у западном делу станице.

Укупна бруто површина станице износи 8699,62 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинским парцелама: СА-29, СА-30, ЗП2-4, ЗП2-5, дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.64 Ситуациони план станице Карабурма*

Функција објекта

Имајући у виду горњу ивицу шина у односу на постојећи ниво тла, станица Карабурма је пројектована као плитка станица с једним мезанином.

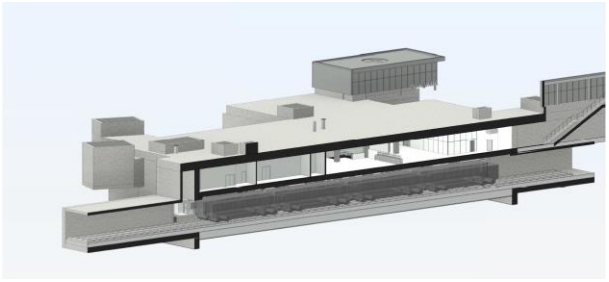
Предвиђена су два јавна улаза у станицу с приземног нивоа. Улази ће се налазити у источном делу станице, од којих ће један водити из будућег трга у близини трамвајске линије и будућег парка, а други ће се налазити поред будуће станице БГ Воза.

Путници ће с оба улаза стизати до великог хола. Оба улаза директно ће водити до подземног неплаћеног подручја на нивоу великог хола. На овом првом подземном нивоу путници ће пролазити кроз линију контролних капија и приступати степеницама, покретним степеницама или лифтовима, који ће опслуживати све пероне.

Главне просторије за оперативне и путничке услуге налазиће се на нивоу великог хола поред улаза. Техничке просторије ће бити смештене на нивоу великог хола и перона.

Главни улази за путнике користиће се и као приступ за рад и одржавање. Технички ходници предвиђени су ради опслуживања већине техничких просторија, чиме се избегава укрштање са протоком путника.

Испод сваког перона предвиђен је и ниво подперона на коме ће бити смештене техничке просторије (просторија за црпљење воде, просторија за пумпе за воду за спринклере, резервоар за воду за спринклере) и опрема (погонске јаме за покретне степенице и лифт). Обезбеђена су два приступа овом нивоу са оба перона и то помоћу једног степеништа смештеног у техничкој просторији испод јавног степеништа и отвора у техничкој просторији, сви улази на овај ниво ће бити недоступни за јавност. Овај ниво ће се такође користити за полагање каблова, цеви и вентилационих канала који повезују тунел и различите нивое станице.



*Слика 3.65 Изглед будуће станице Карабурма у аксонометријској пројекцији*

**Окно 01 Макиш парк**

Локација и диспозиција

Окно ће бити смештено испод парка у близини будуће главне саобраћајнице у оквиру уређења Макиша. Ова саобраћајница са 2 x 3 траке повезиваће центар града с будућим аутопутем А1 и представљаће окосницу овог новог подручја. Са обе стране саобраћајнице предвиђена је по једна бициклистичка стаза ширине 1,50 m, као и зелени коридор дуж тротоара и разделно острво са зеленилом.

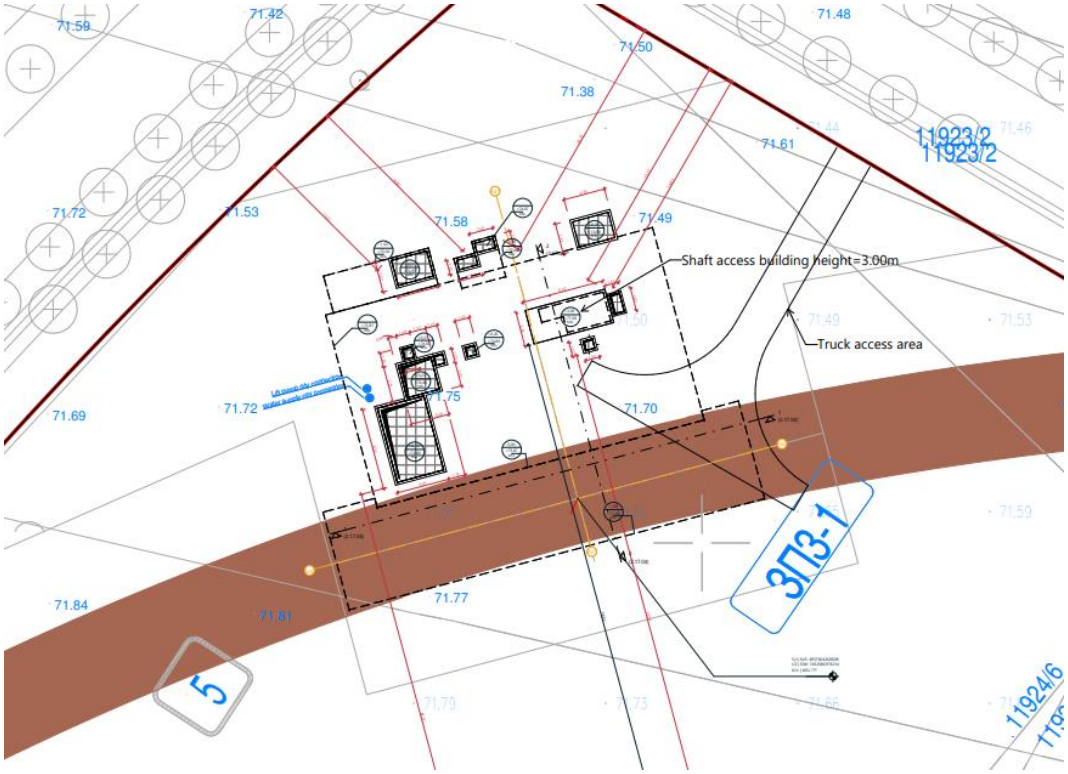
Окно ће се налазити испод парка који ће окруживати вишенаменски садржаји, институција културе и основна школа.

Уређење овог подручја вршиће се у складу с Планом детаљне регулације Макиша. Сврха овог плана је развој новог урбаног подручја у Београду, које ће имати вишеструку функцију са стамбеним објектима и градским службама. Метро представља основну инфраструктуру, која ће ово подручје учинити атрактивнијим.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини налазиће се на будућој зеленој површини која је планирана у Макишком пољу. Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из најближе улице. Предвиђена је и нова трака за камионе с окретницом од улице до зоне поред улаза у окно.

Укупна бруто површина окна износи 872,09 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: ЗП3-1, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.



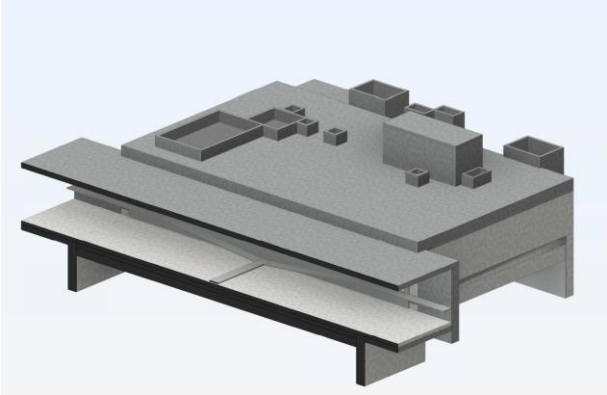

*Слика 3.66* Ситуациони план окна 01 Макиш Парк

Функција објекта

Окно је пројектовано као плитка конструкција која ће се састојати од усеченог проширења и свода тунела. Горња ивица шина налазиће се на дубини од око 7,20 m испод предвиђеног нивоа тла.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу изнад нивоа колосека.

Стаза у источном тунелу биће повезана са стазом у западном тунелу помоћу рампи, које ће водити до нивоа колосека како би се олакшао прелазак колосека. Наравно, прелаз преко колосека захтева прекид напајања.



*Слика 3.67 Изглед будућег окна 01 Макиш парк у аксонометријској пројекцији*

**Окно 02 Макиш**

Локација и диспозиција

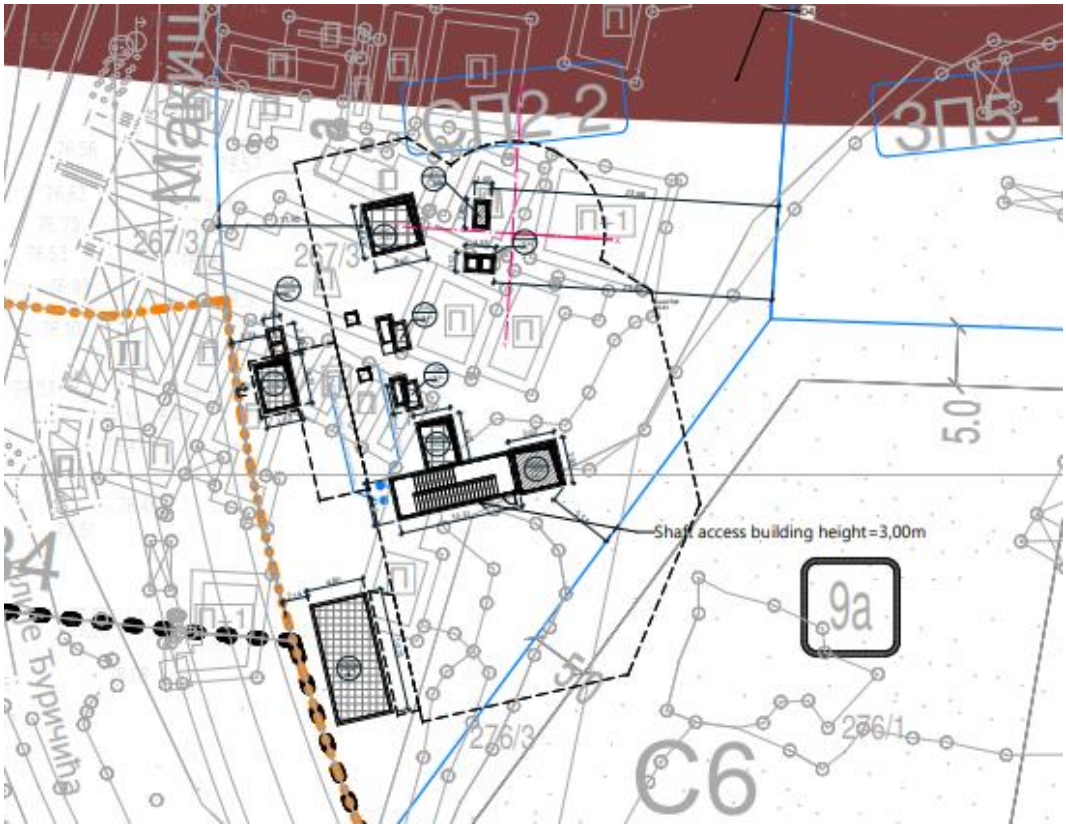
Окно се налази у близини будућег урбаног подручја Макиша, које ће се развијати према Плану детаљне регулације Макиша.

Будућа Макишка улица граничиће се са западним делом окна.

Улаз у окно, као и све решетке и отвори на површини који припадају окну налазиће се у оквиру постојеће зелене површине. Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из Макишке улице.

Укупна бруто површина окна износи 1507,97 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: СП2-2, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.

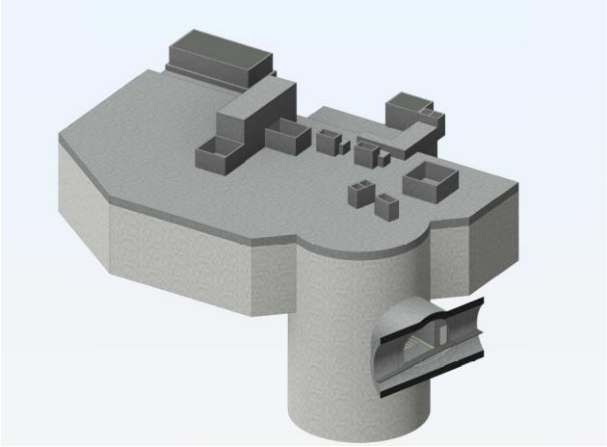



*Слика 3.68 Ситуациони план окна 02 Макиш*

Функција објекта

Према садашњем предлогу, окно 02 Макиш састојаће се од 2 подземна нивоа, при чему ће први подземни ниво бити дужине 48 m и ширине 27 m, а доњи ниво ће бити кружна конструкција унутрашњег пречника 12,56 m. Огранак другог подземног нивоа повезиваће окно с тунелом.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу, а у кружном окну су пре свега предвиђене степенице, отвори за вентилацију тунела и одвод дима, отвор за уношење опреме и ходник.



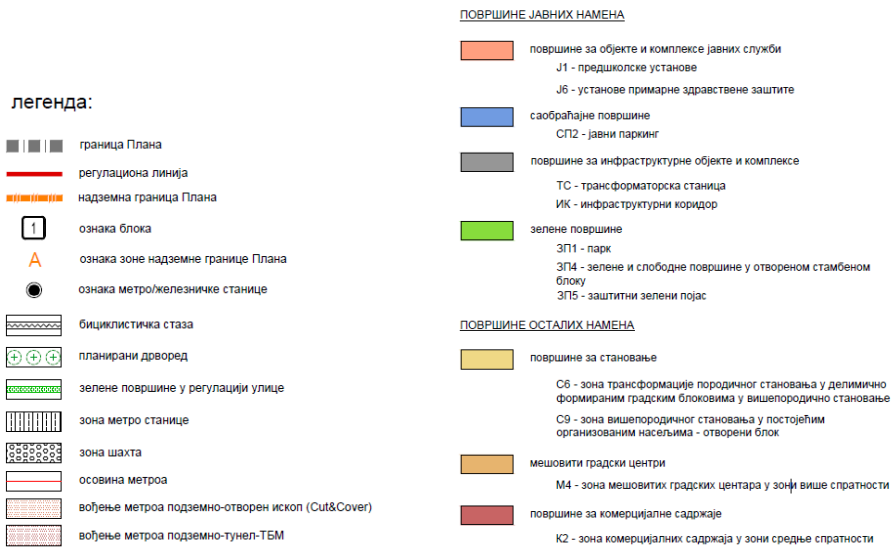
*Слика 3.69 Изглед будућег окна 02 Макиш у аксонометријској пројекцији*

Окно 02 је пројектовано према ПГР-у Шинских система. Предметна област се налази на западној падини Јулиног брда, као што је приказано на следећим пресецима. Стога ће бити потребни радови на ископу како би се тренутна топографија прилагодила платформи која је неопходна за фазу изградње.

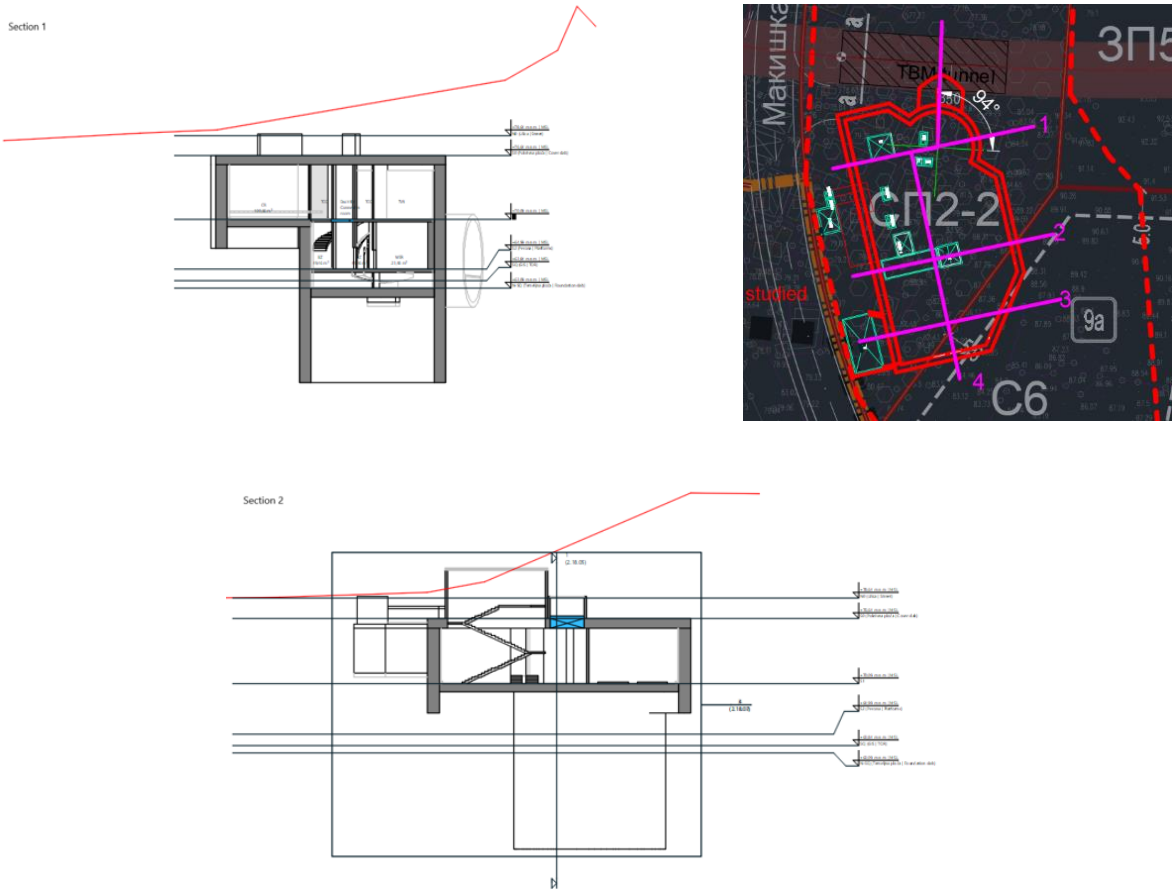
Ископом ће бити обухваћена цела површина градилишта (око 3.000 $m^2$). Према ПГР-у Шинских система, висина платформе ће бити 79 мнв, односно око 2.000 $m^2$ ће морати да се ископа до овог нивоа. Преостала површина биће искоришћена за стварање косине (нагиб 3/2) која безбедно повезује платформу са горњим делом постојећег брда. Дизајн косине ће морати да се детаљно проучи како би се обезбедила стабилност и избегла клизишта.

Очекује се да ће укупна запремина процењена за ископ земље бити мања од 20.000 $m^3$.






*Слика 3.70 Извод из ПГР Шински система*




*Слика 3.71 Пресеци окна 02*

**Окно 03 Требевићка**

Локација и диспозиција

Окно ће се налазити испод парка, а окруживаће га полицијска станица на истоку, аутобуска и трамвајска окретница на северу и напуштена зграда с друге стране

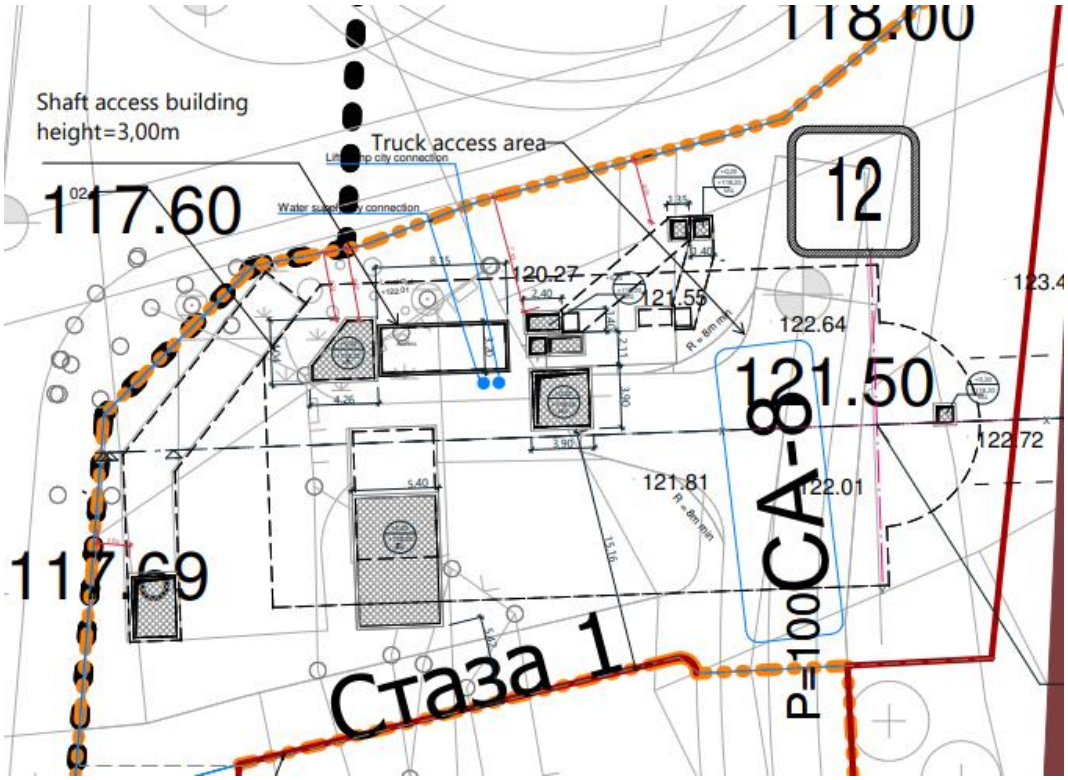
Пожешке улице. У питању је стамбено предграђе Баново брдо с неколико магацина на северозападу.

Ово подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Сунчане долине, који има за циљ оживљавање ове локације изградњом стамбених и комерцијалних објеката. Према овом плану зона окна остаће зелена површина.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини налазиће се у оквиру зелене површине. Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из околне улице.

Укупна бруто површина окна износи 1215,02 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: СА-8, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.

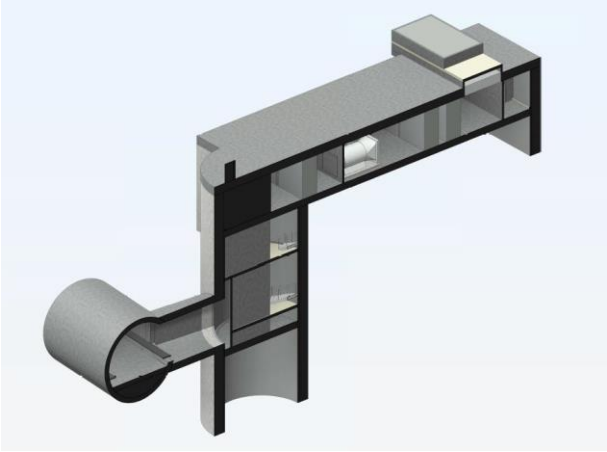



*Слика 3.72 Ситуациони план окна 03 Требевићка*

Функција објекта

Северно од парцеле ће се налазити окно 03 Требевићка. Садржаће 3 подземна нивоа, при чему ће први подземни ниво бити дугачак 38,50 m и широк 20,10 m, а доњи ниво ће бити кружна конструкција унутрашњег пречника 10,00 m. Огранак трећег подземног нивоа повезиваће окно са тунелом.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу, а у кружном делу окна се налазе степенице, отвори за тунелску вентилацију и одвод дима, отвор за уношење опреме и ходник.



*Слика 3.73 Изглед будућег окна 03 Требевићка у аксонометријској пројекцији*

**Окно 04 Стара шећерана**

Локација и диспозиција

Окно је предвиђено у бившем индустријском подручју велике културне вредности јер се налази у оквиру Старе шећеране. Стога морфологија терена одговара морфологији старог полунапуштеног индустријског комплекса. Две ниске зграде које се сада налазе на месту окна биће срушене.

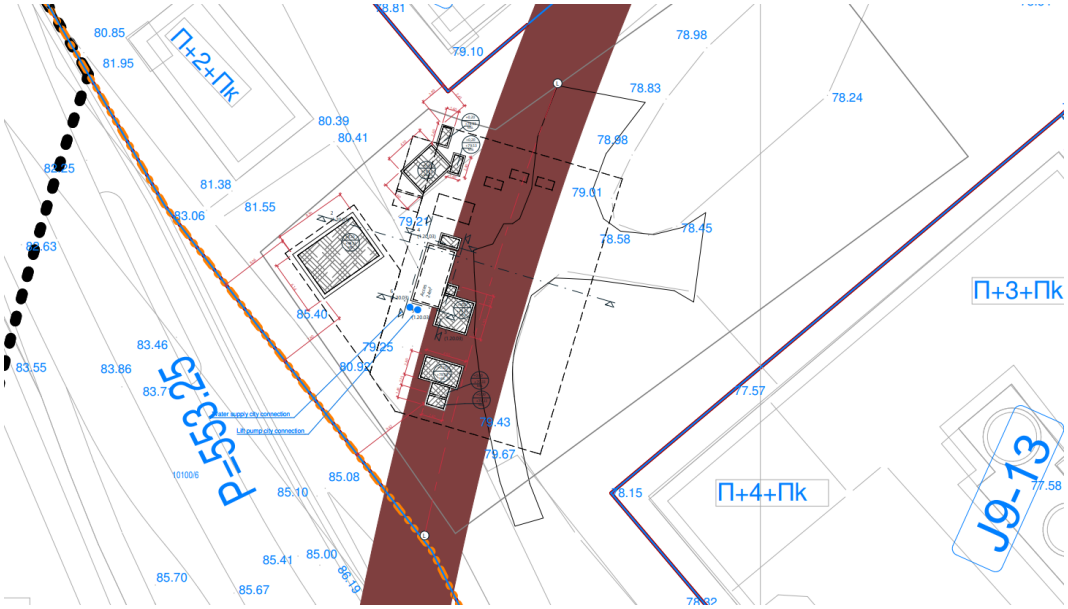
Ово подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Старе шећеране, који предвиђа претварање индустријског комплекса у објекат културе са зеленим површинама.

Окно 04 Стара шећерана ће се налазити на историјски значајном локалитету Старе шећеране. На састанку са представницима Завода за заштиту споменика културе одржаном 3. марта 2021. године напоменуто је да улаз, решетке и отворе овог окна треба предвидети у јужном делу ове локације.

Завод за заштиту споменика културе потврдио је да ће постојећи објекти у западном делу ове локације бити срушени тако да ће се улаз, решетке и отвори окна налазити у тој зони, а не на другим зеленим површинама на овој локацији. Стога ће постојеће улице и зелена површина, осим горе поменуте, бити очуване у постојећем стању након почетка радова на изградњи окна.

Укупна бруто површина окна износи 1686,07 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: ЗП1-3, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.



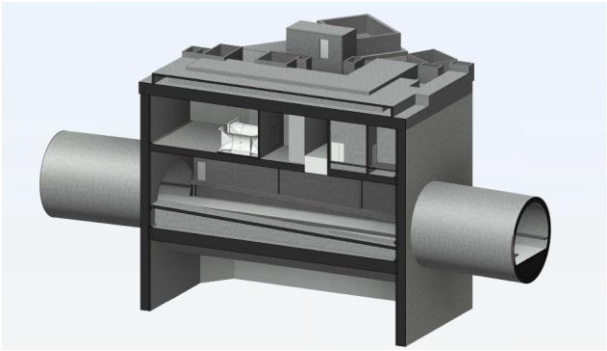

*Слика 3.74Ситуациони план окна 04 Стара шећерана*

Функција објекта

Окно је пројектовано као конструкција облика паралелопипеда смештена на оси тунела. Састојаће се од 2 подземна нивоа. Горња ивица шина налазиће се на дубини од око 17,30 m испод просечног нивоа тла.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу изнад нивоа колосека.

Стаза у источном тунелу биће повезана са стазом у западном тунелу помоћу пењалица постављеним на обе стазе с обе стране тунела. На горњој ивици шина предвиђена је равна површина за прелазак с једне стазе на другу, прелаз преко колосека захтева прекид напајања.



*Слика 3.75 Изглед будућег окна 04 Стара шећерана у аксонометријској пројекцији*

**Окно 05 Мост на Ади**

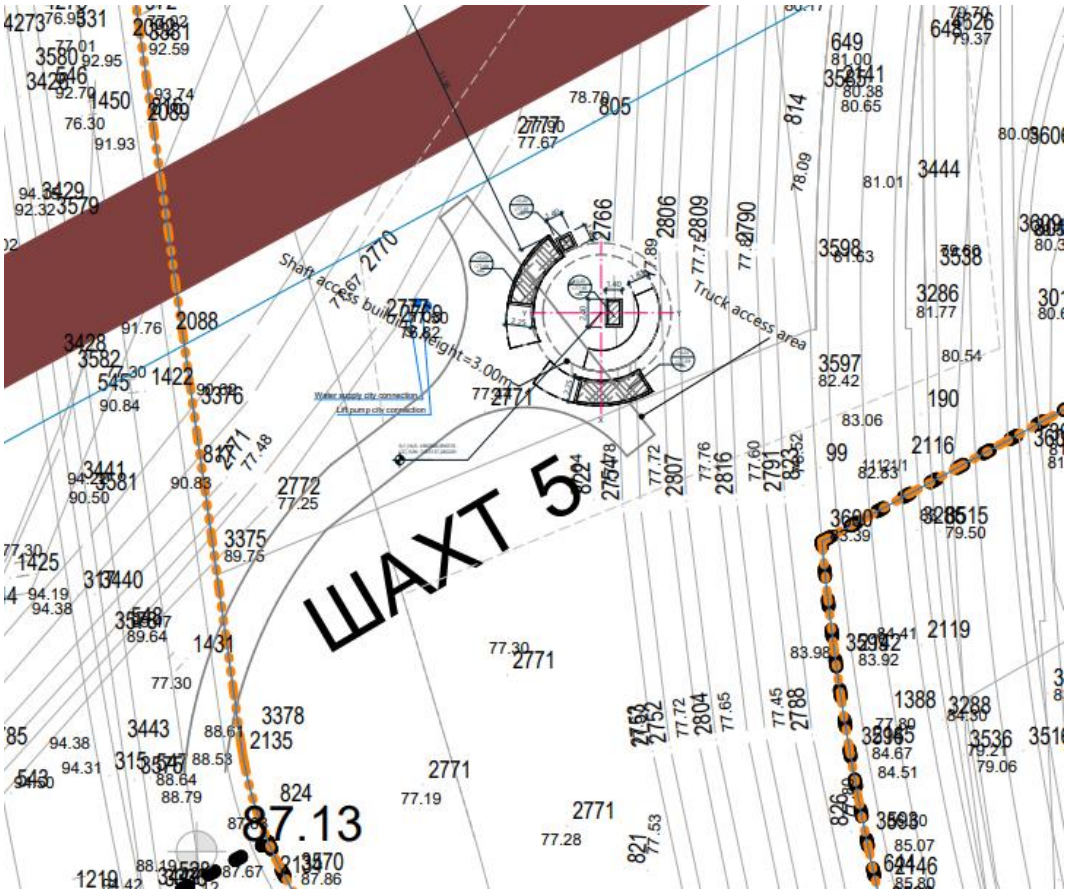
Локација и диспозиција

Окно ће се налазити у оквиру зелене површине испод моста на Ади. Овај мост представља петљу две магистралне саобраћајнице, Обреновачког друма и булевара Војводе Мишића, а налази се у близини Топчидерске реке. Ово подручје нема пуно посетилаца с обзиром на то да се налази испод инфраструктурног чвора и да није лако приступачно.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини налазиће се у оквиру зелене површине окружене аутопутевима. Приступ ватрогасних возила заснива се на претпоставци и биће разрешен у следећој фази.

Укупна бруто површина окна износи 661,46 $m^2$.

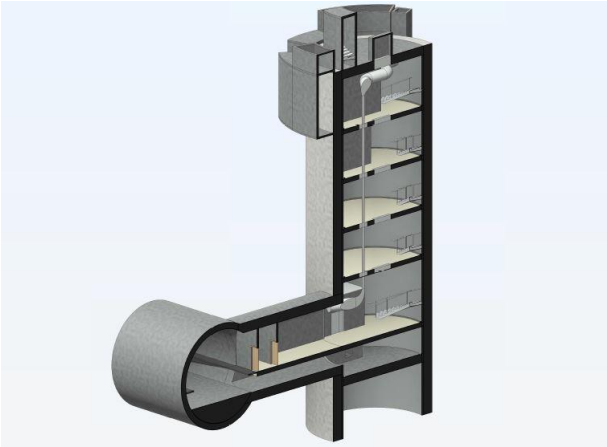
Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: СА-12, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.76 Ситуациони план окна 05 Мост на Ади*

Функција објекта

Окно 05 Мост на Ади представља кружну конструкцију унутрашњег пречника 10 m и са горњом ивицом шина на дубини од око 27,65 m испод просечног нивоа тла. Састојаће се од 5 подземних нивоа. Огранак 5. подземног нивоа повезиваће окно с тунелом. Главне техничке просторије биће смештене на првом, другом и последњем нивоу. У кружном окну ће се пре свега налазити степенице, отвор за уношење опреме и ходник. У овом окну нису предвиђени вентилација и одвод дима јер према Смерницама за безбедност NFPA 130 које су коришћене приликом пројектовања, удаљеност између станица Ада Циганлија и Сајам је већа од 2 x 672 метара што захтева изградњу два окна. За вентилацију и одвод дима предвиђено је окно 6, док се окно 5 користи само за евакуацију.



*Слика 3.77Изглед будућег окна 05 Мост на Ади у аксонометријској пројекцији*

**Окно 06 Сајам**

Локација и диспозиција

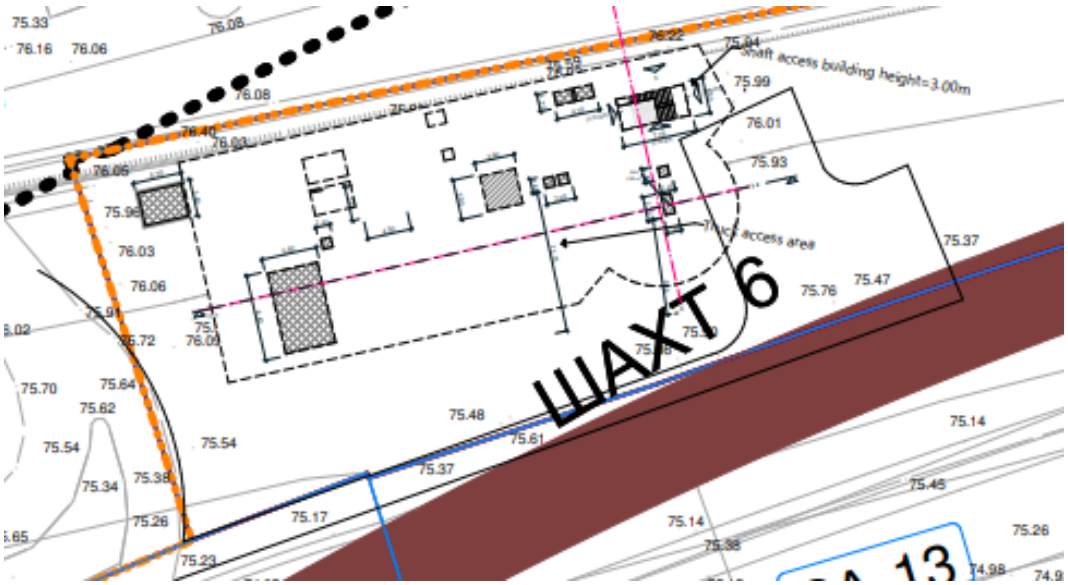
Окно ће се налазити испред Београдског сајма, између булевара Војводе Мишића и напуштеног железничког земљишта испред Сајма. Тренутно се на месту окна налази једна кућица.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини налазиће се у оквиру зелене површине окружене аутопутевима и улицама. Лак приступ ватрогасних и службених возила омогућен је из околних улица.

Предвиђено је рушење кућице како би се омогућило извођење и експлоатација окна.

Укупна бруто површина окна износи 1869,95 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: СП2-3, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.

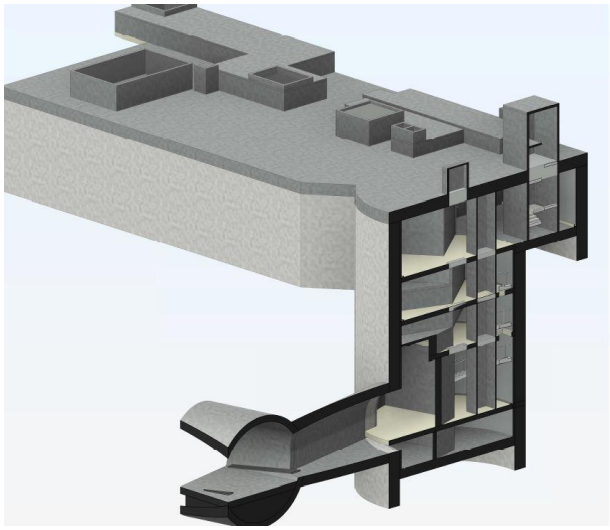



*Слика 3.78* Ситуациони план окна 06 Сајам

Функција објекта

Окно је пројектовано као конструкција у облику паралелепипеда која се налази на оси тунела. Састоји се од 4 подземна нивоа. Горња ивица шина биће на дубини од око 21,50 m испод просечног нивоа тла.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу изнад нивоа колосека. Стаза у источном тунелу биће повезана са стазом у западном тунелу помоћу пењалица постављених на обе стазе са обе стране тунела. На горњој ивици шина је предвиђена равна површина за прелазак са једног колосека на други, прелазак преко колосека захтева прекид напајања.



*Слика 3.79 Изглед будућег окна 06 Сајам у аксонометријској пројекцији*

**Окно 08 Савски**

Локација и диспозиција

Окно ће се налазити испод будућег кружног тока на раскрсници главних саобраћајница Савске и Вишеградске улице и будуће улице Николаја Кравцова.

Зону окна карактерише присуство пословних и стамбених објеката у источном делу Савске улице и подручје између Савске улице и реке Саве које се тренутно преуређује. Тренутно се у јужном делу ове зоне налази паркинг, а у северном бивше индустријско подручје.

Окно ће се налазити у оквирима пројекта Београда на води, који има за циљ развој нове средине дуж обале реке Саве образовањем новог централног градског подручја са стамбеним, пословним, комерцијалним и културним садржајима. Блокови у непосредној близни окна представљаће стамбене зоне.

Трамвајске линије 3 и 13 предвиђене су у Савској улици.

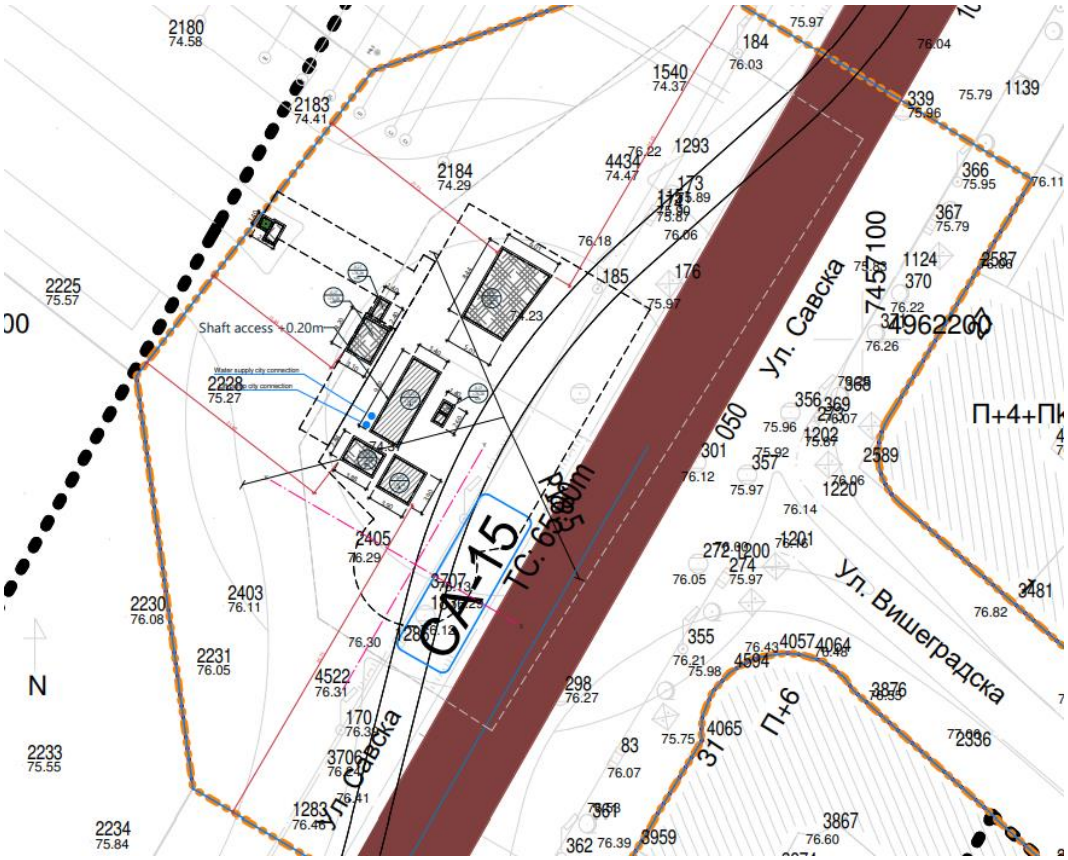
Студија интеграције окна у оквиру Идејног пројекта заснива се на новом урбанистичком пројекту Београд на води. Будући профил улица, тротоара и зелених површина може се видети на плану регулације достављеном од стране Урбанистичког завода 4. јуна 2021. године: „10. Регулационо-нивелациони план - I фаза прве линије метро система“.

Стога се предлаже да се улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини налазе на кружном току у Савској улици, а две мање решетке на разделном острву западне

саобраћајнице, у складу са најновијим Планом генералне регулације шинских система у Београду достављеном од стране Урбанистичког завода 4. јуна 2021. године. Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из Савске улице.

Укупна бруто површина окна износи 1284,45 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: СА-15, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.

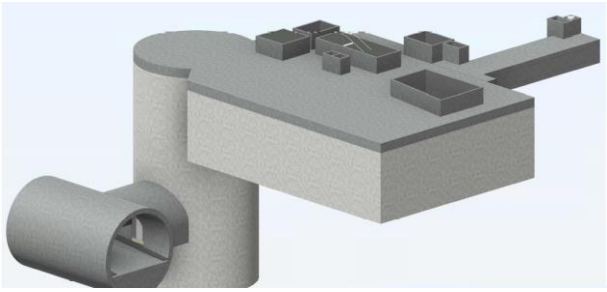



*Слика 3.80Ситуациони план окна 08 Савски*

Функција објекта

Окно ће се састојати од три подземна нивоа са горњом ивицом шина на дубини од око 20,20 m испод просечног нивоа тла. Први подземни ниво биће дужине 30,91 m и ширине 21,73 m, а доња два нивоа ће бити смештена у кружној конструкцији унутрашњег пречника 10 m. Огранак трећег подземног нивоа повезиваће окно са тунелом.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу, а у кружном окну су пре свега предвиђене степенице, отвори за вентилацију тунела и одвод дима, отвор за уношење опреме и ходник.



*Слика 3.81 Изглед будућег окна 08 Савски у аксонометријској пројекцији*

**Окно 09 Луке Ћеловића**

Локација и диспозиција

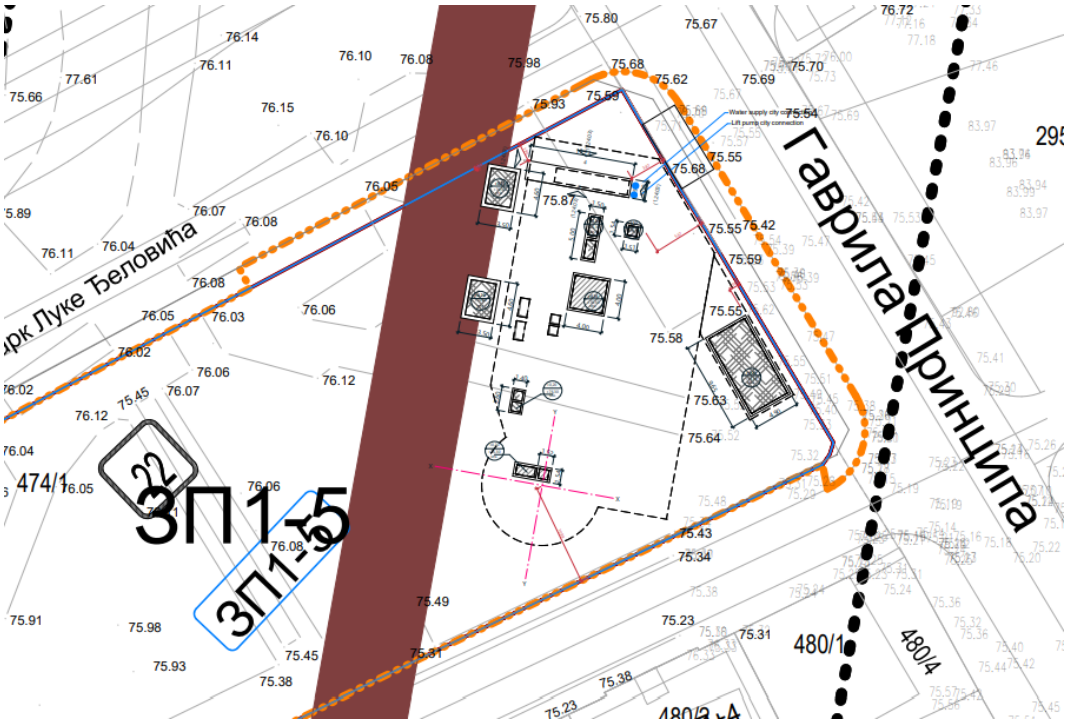
Окно ће се налазити испод парка Луке Ћеловића испред Економског факултета, у близини основне школе. Ова четврт по имену Савамала је део историјског центра града.

Парк је дефинисан Планом детаљне регулације тунелске везе Савске и Дунавске падине. Планирано је његово преуређење у складу с Идејним решењем уређења, опремања и озелењавања партера и парковских површина.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини налазиће се у парку, у складу с најновијим Планом генералне регулације шинских система у Београду достављеном од стране Урбанистичког завода 4. јуна 2021. године. Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из околне улице.

Укупна бруто површина окна износи 1090,70 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: ЗП1-5, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.

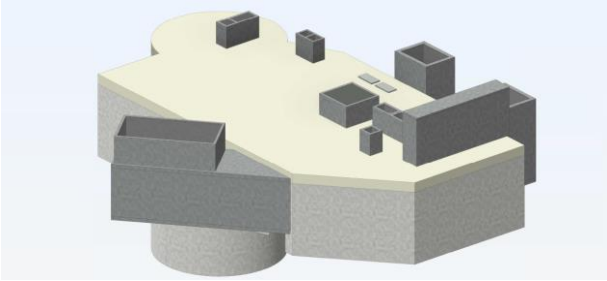



*Слика 3.82 Ситуациони план окна 09 Луке Ћеловића*

Функција објекта

Окно ће се састојати од 2 подземна нивоа, при чему ће први подземни ниво бити дужине 37.60 m и ширине 20,90 m, а доњи ниво ће бити кружна конструкција унутрашњег пречника 10 m. Горња ивица шина налазиће се на дубини од око 17,80 m испод просечног нивоа тла. Огранак доњег нивоа повезиваће окно са тунелом.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу, а у кружном окну су пре свега предвиђене степенице, отвори за вентилацију тунела и одвод дима, отвор за уношење опреме и ходник.



*Слика 3.83 Изглед будућег окна 09 Луке Ћеловића у аксонометријској пројекцији*

**Окно 10 Панчевачки мост**

Локација и диспозиција

Окно ће се налазити на бившем индустријском земљишту у Вишњичкој улици, у близини Панчевачког моста и у средишту напуштеног железничког земљишта. У непосредној близини окна налази се неколико складишта.

У складу с плановима Аде Хује и Линијског парка, окно 10 Панчевачки мост ће лежати испод парка.

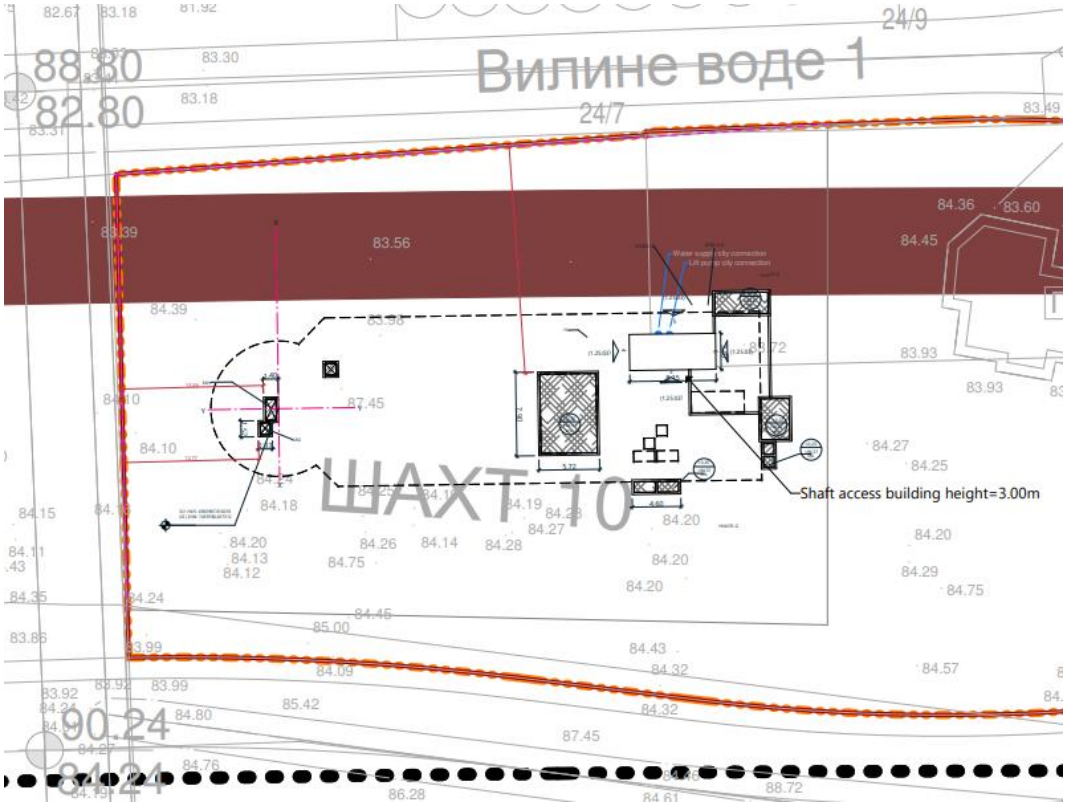
Ово подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Аде Хује, који има за циљ оживљавање подручја Аде Хује и образовање средине с атрактивним стамбеним, комерцијалним и рекреативним садржајима на обали Дунава.

План детаљне регулације Линијског парка, који је тренутно у изради, има за циљ оживљавање напуштеног железничког земљишта које се пружа од Панчевачког моста до ушћа Саве у Дунав, дуж Калемегданског парка и поред Бетон Хале, како би оно постало атрактивна пешачка и бициклистичка зона поред реке.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини налазиће се у оквиру зелене површине у Линијском парку, који је дефинисан најновијим Планом генералне регулације шинских система у Београду достављеном од стране Урбанистичког завода 4. јуна 2021. године. Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из околне улице.

Укупна бруто површина окна износи 1171,93 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели: ЗП1-7, дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.

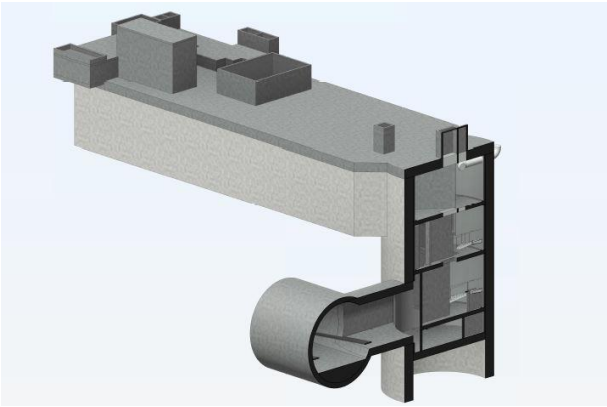



*Слика 3.84 Ситуациони план окна 10 Панчевачки мост*

Функција објекта

Окно ће се састојати од 3 подземна нивоа са горњом ивицом шина на дубини од око 20 m испод просечног нивоа тла. Први подземни ниво биће дужине 52 m и ширине 15.90 m, а доња два нивоа ће бити смештена у кружној конструкцији унутрашњег пречника 10 m. Огранак трећег подземног нивоа повезиваће окно с тунелом.

Главне техничке просторије биће смештене на првом подземном нивоу, а у кружном окну су пре свега предвиђене степенице, отвори за вентилацију тунела и одвод дима, отвор за уношење опреме и ходник.



*Слика 3.85 Изглед будућег окна 10 Панчевачки мост у аксонометријској пројекцији*

**Окно 11 Карабурма „TBM launching“**

Локација и диспозиција

Окно ће се налазити на бившем индустијском земљишту западно од Панчевачког моста. Већи део околних објеката, од којих су неки напуштени, је индустријског карактера, а неки објекти су нелегална насеља.

Ово подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Аде Хује, који има за циљ оживљавање подручја Аде Хује и образовање средине с атрактивним стамбеним, комерцијалним и рекреативним садржајима на обали Дунава. Он предвиђа ново подручје са комерцијалним и урбаним садржајима и ветеринарским објектом непосредно поред окна. Према предлогу Плана генералне регулације шинских система у Београду, окно ће бити смештено између дома здравља, комерцијалне зоне и парка, непосредно уз улицу.

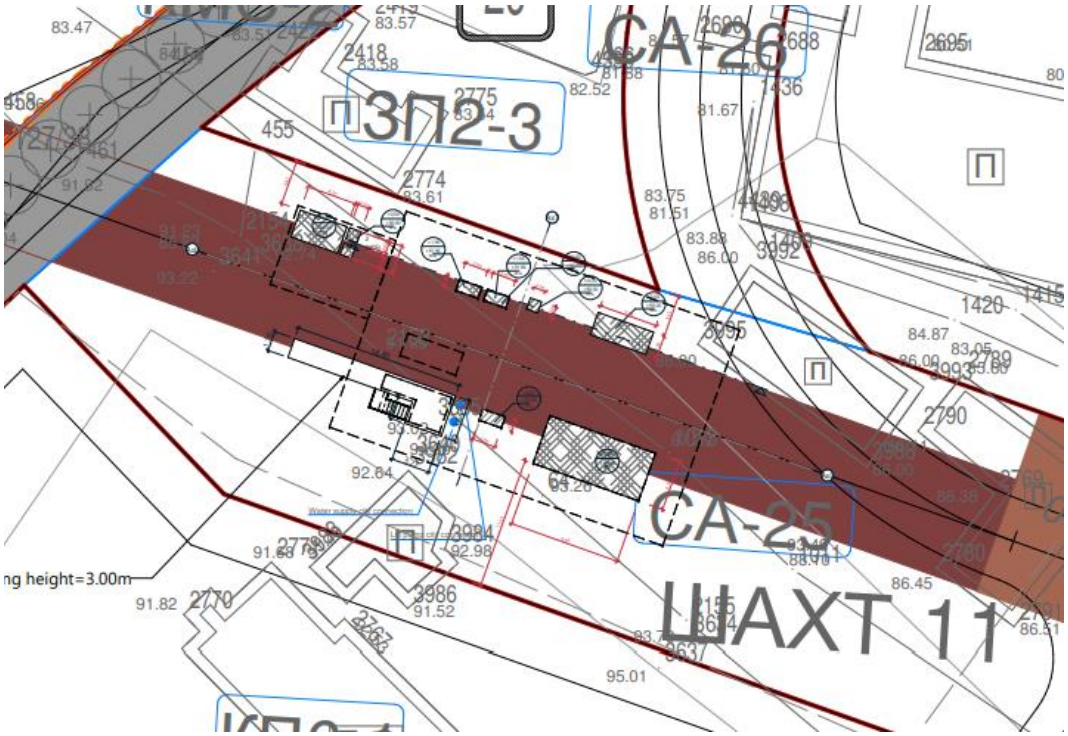
Осим тога, ово подручје обухваћено је и предлогом плана продужетка постојеће линије БГ Воза од Вуковог споменика до Карабурме, тако да ће се окно налазити у близини будућих линија воза.

Студија интеграције окна у оквиру Идејног пројекта заснива се на новом урбанистичком пројекту. Будући профил улица, тротоара и зелених површина може се видети на плану регулације достављеном од стране Урбанистичког завода 4. јуна 2021. године: „10. Регулационо-нивелациони план - I фаза прве линије метро система“.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини ће се налазити на слободној површини. Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из планираних околних улица.

Укупна бруто површина окна износи 1872.27 $m^2$.

Предметна изградња планирана је на грађевинској парцели СА-25 дефинисана Планом генералне регулације шинских система у Београду.

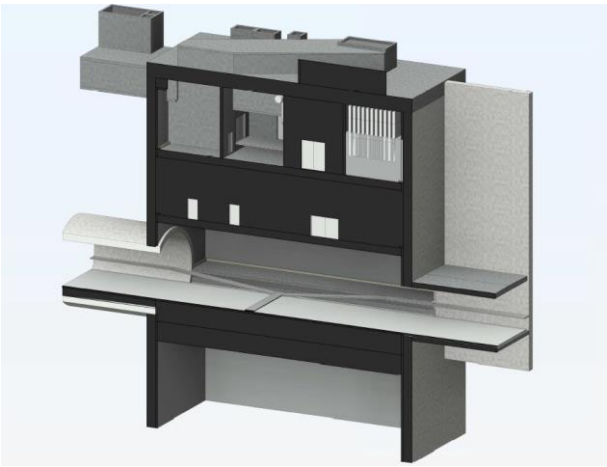



*Слика 3.86 Ситуациони план окна 11 Карабурма „TBM launching“*

Функција објекта

Окно је пројектовано као конструкција облика паралелопипеда смештена на оси тунела. Састојаће се од 3 подземна нивоа. Горња ивица шина налазиће се на дубини од око 27.50 m испод просечног нивоа тла.

Главне техничке просторије биће смештене на првом и другом подземном нивоу изнад нивоа колосека. Стаза у северном тунелу биће повезана са стазом у јужном тунелу помоћу пењалица постављеним на обе стазе с обе стране тунела. На врху шина предвиђена је равна површина за прелазак с једне стазе на другу, прелаз преко колосека захтева прекид напајања.



*Слика 3.87 Изглед будућег окна 11 Карабурма TBM у аксонометријској пројекцији*

**Окно 12 Карабурма**

Локација и диспозиција

Окно ће се налазити на подручју Карабурме, у Вишњичкој улици, испод бензинске пумпе. У окружењу се налази неколико продавница компјутера и намештаја, као и канцеларије и напуштени индустријски објекти или нелегални објекти. У јужном делу улице налази се тржни центар.

Улаз у окно, као и све решетке или отвори на површини предвиђени су у зони старе бензинске пумпе (постојеће стање). Међутим, студија интеграције окна у оквиру Идејног пројекта не заснива се на постојећем стању већ на новом урбанистичком пројекту, који се може видети на плану регулације достављеном од стране Урбанистичког завода 4. јуна 2021. године: „10. Регулационо-нивелациони план - I фаза прве линије метро система“.

Приступ ватрогасних и службених возила биће омогућен из Вишњичке улице.

Укупна бруто површина окна износи 1356,69 $m^2$.

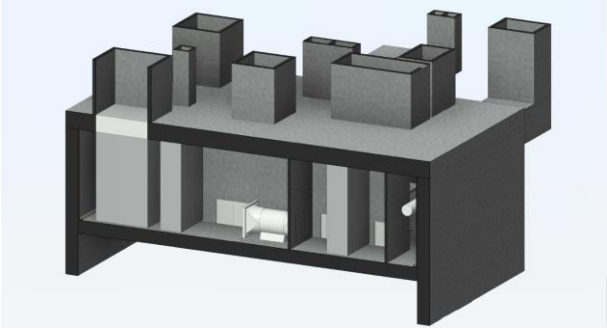
Предметна изградња планирана је на катастарским парцелама: СП2-5, СА-32, СП2-4 дефинисане Планом генералне регулације шинских система у Београду.




*Слика 3.88 Ситуациони план окна 12 Карабурма*

Функција објекта

Окно је пројектовано као плитка конструкција са горњом ивицом шина на дубини од око 12,50 m испод просечног нивоа тла. Конструкција ће бити дужине око 35,00 m и ширине око 34,20 m и имаће само један подземни ниво. Све функционалне просторије биће смештене на овом подземном нивоу, на северној страни колосека. Стаза у јужном тунелу биће повезана са стазом у северном тунелу помоћу рампи, које ће водити до нивоа колосека како би се олакшао прелазак колосека. Наравно, прелаз преко колосека захтева прекид напајања.



*Слика 3.89 Изглед будућег окна 12 Карабурма у аксонометријској пројекцији*

## *3.2.4 Хидротехничке инсталације*

**I Хидротехничке инсталације у станицама**

**1. Унутрашње водоводне инсталације**

Довод санитарне воде: Снабдевање водом се врши из јавног водовода, до Просторије за хидротехничке прикључке (прикључак минималног пречника DN50 mm). Свака станица је прикључена на општу мрежу хладне воде помоћу регулационо/мерног уређаја инсталираног у техничкој просторији који садржи изолационе вентиле, хватач нечистоће са обилазним водом, неповратни вентил, водомер и редуцир притиска.

Од регулационо/мерног уређаја, развод санитарне воде има три засебне мреже, опремљене водомером, изолационим вентилима и неповратним вентилом, као што следи:

- Станична санитарна вода за станичне санитарне уређаје
- Техничка вода за техничке потребе
- Санитарна вода за локале/продавнице.

Посебан водоводни прикључак на дистрибутивну мрежу градског водовода је предвиђен и за резервоар воде за спринклер систем. Према захтевима NFPA, цев мора да буде довољно велика да се резервоар напуни за највише 8 часова, минималног пречника DN50 mm. Регулационо/мерни уређај инсталиран у техничкој просторији је опремљен изолационим вентилима, хватачем нечистоћа са обилазним водом, неповратним вентилом, водомером и редуциром притиска.

Сви водомери у пројекту се очитавају у ЦСНУ.

Будући да се опрема налази под земљом, притисак у градском водоводу би требало да буде довољан и нису предвиђене бустер пумпе за одржавање минималног преосталог притиска на точећим местима (расположиви притисак са градске мреже треба да провери извођач радова).

Разводни цевовод хладне воде

Разводни цевовод хладне воде ће се водити кроз ходнике у спуштеним плафонима или у техничким просторима, до санитарних уређаја и опреме. Све узлазне цеви су опремљене изолационим вентилима и дренажним вентилима у подножју узлазних цеви, амортизером са изолационим вентилом на врху сваке вертикале, изолационим вентилом на сваком прикључном месту огранака.

Сваки блок ће бити изолован приступачним изолационим вентилима инсталираним на нивоу који опслужују. Неповратни вентил против загађења је предвиђен низводно од сваког вентила. Редуцир притиска је такође предвиђен по потреби, с обзиром на границе притиска воде захтеване националним прописима. Вентили и фазонски комади морају да буду приступачни, са приступним панелима ако се налазе у спуштеном плафону.

Да би се спречило смрзавање, цеви изложене температурама испод 4 °C су опремљене системом електричног пратећег грејања. Овај систем се састоји од саморегулишућих изолованих грејних каблова (са језгром од угљеничних влакана и полимера). У ЦСНУ се активира аларм приликом стартовања или квара.

Техничке просторије система грејања, хлађења и вентилације (HVAC), техничке просторије водоводних и канализационих инсталација и спринклер система, и просторије за одлагање смећа имају прикључке за црева DN20mm за потребе

одржавања, где се вода доводи из разводног цевовода техничке воде. HVAC просторије имају и довод воде за техничке потребе, опремљен заштитником повратног тока и изолационим вентилом.

За потребе чишћења и одржавања: сваки перон је опремљен најмање једним прикључком за црево (DN20mm), који се напаја из разводног цевовода техничке воде. Прикључак за црево има металну заштиту од удара. Прикључак за црево се инсталира најмање 80cm изнад пода.

Локали/продавнице имају најмање једну доводну цев DN25 mm са водомером и изолационим вентилом.

За главни развод, цеви се производе у заштитној цеви CPVC, са одговарајућим фитинзима. Развод унутар санитарних блокова је од бакарних цеви. Цеви у санитарним просторијама неће бити видљиве. Све водоводне цеви су изоловане изолацијом од флексибилног еластомера минималне дебљине 9mm.

Разводни цевовод топле воде

Предвиђен је довод воде за санитарне уређаје у тоалетима. За локале/продавнице: у случају потребе за топлом водом, припрему топле воде обезбеђује власник локала.

Припрема топле воде је локалног типа, у електричним бојлерима. Предвиђен је најмање по један бојлер по сваком санитарном блоку. Бојлер се налази у ниши тоалета или спуштеном плафону, минимални потребан капацитет бојлера је 30 литара, а минимална снага 2 kW. Топла вода се припрема на 60°C. За спречавање опекотина: термостатски мешни вентил се инсталира пре санитарних уређаја да би се осигурала максимална температура топле воде од 43°C.

**2. Одвођење отпадних и фекалних вода**

Све отпадне воде из санитарних уређаја (тоалети/локали) и подних сливника се одводе санитарном канализацијом. Систем ће такође да враћа кондензат из HVAC опреме.

Примењени систем је сепаратан: засебно отпадне воде а засебно фекалне; прикључак је дозвољен испод нивоа последњег прикљученог уређаја.

Колико је то могуће, отпадне воде ће се одводити гравитационо ка јавној мрежи. Мреже из којих није могућ гравитациони ток се празне у препумпне станице које се налазе у просторији за третман отпадних вода. Повратни ток из муљних пумпи отиче у јавну канализацију.

**3. Одвођење атмосферских и процедних вода**

Атмосферска канализација

Одвођење вода са разних кровова, тераса, довода/одвода ваздуха за HVAC систем, врши се кроз олучне вертикале. Колико год је могуће, теку гравитационо ка јавној канализационој мрежи. Предвиђено је најмање два атмосферска одвода по једном затвореном простору.

Мреже у којима није могуће одвођење гравитацијом се празне у сабирну јаму (заједничку и за процедне воде) која се налази на нивоу подперона. Повратни ток из муљних пумпи отиче у јавне канализационе мреже.

Одвођење процедних вода

Процедне воде долазе из зидова који производе малу количину воде на површини. Сливници се налазе у подножју зидова на сваком нивоу, за прикупљање ових

процедних вода. Сливници су у благом паду ка доводу. Процедна вода се испушта у сабирну јаму која се налази на нивоу подперона у просторији за црпљење воде.

**4. Препумпне станице за отпадне и фекалне воде и процедне и атмосферске воде**

Отпадне и фекалне воде

Препумпна станица је предвиђена за отпадне и фекалне воде. Ова препумпна станица се налази у просторији за третман отпадних вода и префабрикованог је типа укључујући један полиетиленски резервоар, два пумпе (ван резервоара), и управљачки панел.

Препумпна станица има најмање две пумпе. Свака пумпа је димензионисана за прихватање укупне запремине дотока, тако да друга пумпа може да се сматра у потпуности резервном. Да би се постигло равномерно време рада, пумпе се смењују аутоматски. Управљање и надзор над системом се врши директно помоћу наменског управљачког панела који омогућавају заустављање пумпи (низак ниво), старт прве пумпе, старт друге пумпе (висок ниво) и алармни режим (врло висок ниво). Аларм се активира са управљачког панела и јавља у ЦСНУ у наредним случајевима:

- Неуспешан старт пумпе. Ако је стартовање радне пумпе неуспешно, резервна пумпа се аутоматски покреће,
- Отказ пумпе током нормалног рада.
- Аларм високог нивоа воде.

Потисни вод од муљних пумпи се празни у јавне канализационе мреже. Потисни цевовод је од поцинкованих цеви и опремљен изолационим вентилом и неповратним вентилом.

Капацитет фекалне канализације у станици Железник је 20 l/s, док је у осталим станицама 8 l/s.

Процедне и атмосферске воде

Препумпна станица која се налази на нивоу подперона је предвиђена за атмосферску и процедну воду. Препумпна станица ће да прерађује:

- Испуст из подних сливника у техничким просторијама и на перонима (ако не може да га прихвати препумпна станица за отпадне воде),
- Процедну воду из станице,
- Процедну воду из тунела уколико имају пад ка станици,
- Атмосферску воду која не може да се одведе гравитационим током до јавних мрежа,
- Воду од испитивања унутрашње хидрантске мреже.

Препумпна станица се састоји од две потопиве пумпе у бетонској јами. Јама се налази на нивоу подперона и испод њега, да би се омогућило гравитационо одвођење процедне воде са нивоа подперона. Предвиђен је прилаз пумпама за потребе одржавања, укључујући уклањање пумпи и пратећих елемената.

Препумпне пумпе су планиране на исти начин и са истом функцијом као у случају изнад описаних фекалних и отпадних вода.

**II Хидротехничке инсталације у окнима**

Водовод и развод хладне воде

Вода је обезбеђена унутар окана за техничке потребе и потребе одржавања. Снабдевање водом се врши из јавног водовода (прикључак DN32 mm) до водомера који се налази у просторији опреме за грејање, хлађење и вентилацију (HVAC). Свако окно је прикључено на општу мрежу хладне воде помоћу регулационо/мерног уређаја инсталираног у техничкој просторији, опремљеног изолационим вентилима, хватачем нечистоће са обилазним водом, непорвратним вентилом и водомером и редуциром притиска. Разводни цевовод хладне воде ће се водити кроз техничке просторе, до опреме која се напаја. Да би се спречило смрзавање, цеви изложене температурама испод 4°C су опремљене системом електричног пратећег грејања, као у случају развода хладне воде у станицама.

Процедне воде

Процедне воде долазе из зидова који производе малу количину воде на површини. Сливници се налазе у подножју зидова на сваком нивоу, за прикупљање ових процедних вода. Сливници су у благом паду ка доводу који се налази најмање на сваких 20m. Процедна вода се испушта у сабирну јаму која се налази на нивоу подперона у просторији за црпљење воде.

Одвођење атмосферских вода

Одвођење вода са разних кровова, тераса, довода/одвода ваздуха за HVAC систем, врши се кроз олучне вертикале. Колико год је могуће, теку гравитационо ка јавној канализационој мрежи. Предвиђено је најмање два атмосферска одвода по једном затвореном простору.

Мреже у којима није могуће одвођење гравитацијом се празне у сабирну јаму (заједничку и за процедне воде) која се налази на нивоу подперона. Повратни ток из мулњих пумпи отиче у јавне канализационе мреже.

Препумпна станица за процедне/атмосферске воде

Препумпна станица у окнима планиране су на исти начин као у станицама, што је описано изнад.

**Димензионисање јама за прихват атмосферских и процедних вода**

Јама у станицама и окнима су димензионисане за прихват протока атмосферске воде током 20 минута при максималној запремини између:

- Најмање 5 сати процедне воде из станице и тунела, да би се омогућила интервенција на одржавању по потреби или
- Запремине за испитивања унутрашње хидрантске мреже (10 мин), као додатак процедним водама из станице и тунела за времена испитивања (10 мин).

Димензије јама су израчунате на основу следећених улазних података:

- површина решетке
- површина зидова
- дужина тунела (растојање између станица и окана)
- протоци:
  - атмосферске воде: 0,05 l/s/$m^2$,
  - процедне воде у станици: 0,5 l/dan/$m^2$,

- процедне воде у тунелу: 0,5 l/s/km,
- испитивање унутрашње хидрантске мреже: 1895 l/min.

На основу израчунате запремине јаме за обе конфигурацијем, усвојена је већа, доносно она која одговара конфигурацији 2. У наредно табели приказане су запремине сабирне јаме, капацитети пумпи, максимално радно време за пражњење јаме, минимална запремина пуњења јаме по дану (само процедне воде) и време пражњења сабирне јаме са мин. 2 старта по дану по пумпи за сваку станицу и свако окно.

*Табела 3-9 Запремина сабирне јаме, капацитети пумпи и време пражњења – станице и окна*

| | **Запремина (l)** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Станица / Окно** | **Конф. 1** | **Конф. 2** | **Разматрана запремина за јаму ($m^3$)** | **Разматрани капацитет пумпи (l/s)** | **Макс. радно време за пражњење јаме (мин.)** | **Минимална запремина пуњења јаме по дану (само процедне воде) (l)** | **Време пражњења сабирне јаме са мин. 2 старта по дану по пумпи (укупно 4) (мин.)** |
| Железник | 23 100 | 42 050 | 42,1 | 20,00 | 36 | 0 | 0,00 |
| Макиш | 23 100 | 42 050 | 42,1 | 20,00 | 36 | 0 | 0,00 |
| Жарково | 9 365 | 27 962 | 28,0 | 8,00 | 62 | 1 750 | 0,91 |
| Беле воде | 20 953 | 28 348 | 28,3 | 9,00 | 58 | 57 373 | 26,56 |
| Трговачка | 19 691 | 28 306 | 28,3 | 9,00 | 58 | 51 316 | 23,76 |
| Пожешка | 9 469 | 27 966 | 28,0 | 8,00 | 62 | 2 250 | 1,17 |
| Парк „Баново брдо“ | 15 488 | 28 166 | 28,2 | 8,00 | 60 | 31 142 | 16,22 |
| Ада Циганлија | 18 577 | 28 269 | 28,3 | 9,00 | 59 | 45 968 | 21,28 |
| Сајам | 13,876 | 28 113 | 28,1 | 8,00 | 60 | 23 418 | 12,20 |
| Мостар | 11 359 | 28 029 | 28,0 | 8,00 | 61 | 11 322 | 5,90 |
| Савски трг | 9 469 | 27 966 | 28,0 | 8,00 | 62 | 2 250 | 1,17 |
| Трг републике | 9 573 | 27 969 | 28,0 | 8,00 | 62 | 2 750 | 1,43 |
| Скадарлија | 13 778 | 28 109 | 28,1 | 8,00 | 60 | 22 937 | 11,95 |
| Дунав | 21 923 | 28 381 | 28,4 | 9,00 | 58 | 62 030 | 28,72 |
| Панчевачки мост | 9 469 | 27 966 | 28,0 | 8,00 | 62 | 2 250 | 1,17 |
| Карабурма | 9 469 | 27 966 | 28,0 | 8,00 | 62 | 2 250 | 1,17 |
| Ниска тачка 00 | 6 696 | 19 173 | 19,2 | 8,0 | 40 | 32 141 | 16,74 |
| Ниска тачка 01 | 6 097 | 19 153 | 19,2 | 8,00 | 40 | 29 268 | 15,24 |
| Окно 01 | 1,320 | 20 154 | 20,2 | 2,00 | 168 | 575 | 1,20 |
| Окно 02 | 1 320 | 20 154 | 20,2 | 2,00 | 168 | 575 | 1,20 |
| Окно 03 | 1 320 | 20 154 | 20,2 | 2,00 | 168 | 575 | 1,20 |
| Окно 04 | 1 367 | 20 156 | 20,2 | 2,00 | 168 | 800 | 1,67 |
| Окно 05 | 16 797 | 20 670 | 20,7 | 10,00 | 34 | 74 867 | 31,19 |
| Окно 06 | 1 419 | 20 157 | 20,2 | 2,00 | 168 | 1 050 | 2,19 |
| Окно 08 | 9 762 | 20 435 | 20,4 | 2,00 | 170 | 41 096 | 85,62 |
| Окно 09 | 9 980 | 20 443 | 20,4 | 6,00 | 57 | 42 142 | 29,27 |
| Окно 10 | 1 419 | 20 157 | 20,2 | 2,00 | 168 | 1 050 | 2,19 |
| Окно 11 | 9 975 | 20 443 | 20,4 | 6,00 | 57 | 42 122 | 29,25 |
| Окно 12 | 4 751 | 20 268 | 20,3 | 3,00 | 113 | 17 043 | 23,67 |

**III Одводњавање надземног дела трасе**

Надземни део метроа је планиран у дужини од око 2070 метара. Одводњавање са пројектовног дела је предвиђено системом кишних решетки дуж трасе. На одређеним местима путем излива вода се пребацује у спољну кишну канализација до евакуационих објеката.

Прицип одводњавања се састоји од следећих елемената:

- Монолитне каналске решетке су постављене на три места дуж целе трасе (десна и лева ивица унутрашњег попречног профила и у средини између колосека Т1 и Т2)
- На одређеном растојању предвиђене су ревизије са испутима ка спољној мрежи
- Обзиром да је кишна канализација постављена ван профила метро линије са обе стране, предвиђено је да се средњна каналска мрежа наизменично укључује у леви тј. десни колектор.
- Евакуација кишне воде са каналске мреже је предвиђен канализационим цевима ДН160 и ДН200, СН8

Како надземни део канала прелази преко два планирана колектора (Колектор 3 и Колектор 4) који су тренутно у фази пројектовања (није предмет документације за Метро), искоришћени су као реципијенти за прихват површинског одводњавања површинске деонице метро линије. Да би се извршило прикључење у Колекторе 3 и 4 иза сепаратора, а пре колектора је постављен каскадни шахт за укључење у горњој зони бетонског канала.

Укупна каналска мрежа се састоји од 6200 метара монолитних канала са решетком, око 300 метара сливничких веза са спољном кишном канализацијом, четири сепаратора капацитета Q=20/200 l/s и око 4000 метара каналске мреже пречника ДН315 и ДН400.

Обзиром да цело Макишко поље припада трећој зони санитарне заштите, пре уливања кишне воде са трасе метроа, постављени су подземни сепаратори лаких нафтних деривата као мера безбедности од загађења. Пројектом је предвиђено укупно 4 сепаратора капацитета 20/200 за 4 пројектована излива. Решење је усклађено са општим условима ЈКП БВК, Техничким прописима Београдске канализације и техничким условима извођења радова.

**IV Хидротехничке инсталације метро линије на деоници отвореног ископа и бочни колосек**

Водовод

Довод воде је предвиђен у оквиру споредног колосека који се налази између окна 11 Карабурма TBM launching. Водоснабдевање се врши из јавног водовода са једне стране споредног колосека од окна 11 Карабурма TBM launching и са друге стране споредног колосека од станице Карабурма. Окно и станица су прикључени на општу мрежу хладне воде помоћу регулационо/мерног уређаја инсталираног у техничкој просторији који садржи изолационе вентиле, хватач нечистоће са обилазним водом, неповратни вентил, водомер и редуцир притиска.

### *3.2.5 Електроенергетске инсталације*

Сврха система напајања је:

(а) да обезбеди напајање вуче за фазу 1 линије 1 метроа,

(б) да обезбеди нисконапонско напајање за тунеле, окна и станице фазе 1 линије 1 метроа.

Систем напајања обухвата:

- 3 високонапонске подстанице за смањење напона са 110kV на 35kV,
- 35kV средњенапонску мрежу отвореног прстена,
- 54 нисконапонске подстанице које ће напајати тунел, станице и окна,
- 9 електро-вучних подстаница које ће струјом вуче напајати возове дуж линије.

**1. Високонапонска постројења (ВНП)**

Три високонапонске подстанице (трафо станице) назначене снаге 40MVA налазе се на локацијама Беле воде, Сајам и Карабурма и служе за напајање фазе 1 (и фазе 2) линије 1 метроа.

Електромрежа Србије (ЕМС) напаја средњенапонску мрежу преко ове три ВН подстанице. Високонапонске подстанице представљају чворове којима се повезују далеководи (ВН мрежа) и дистрибутивне подстанице (СН мрежа) за мрежу београдског метроа.

Задатак ВН подстаница је да:

- смање напонски ниво са 110 kV на 35 kV,
- обезбеде заштиту 35 kV електро-мреже,
- заштите 110 kV мрежу у случају квара, одвајањем ВН подстанице од ЕМС 110 kV мреже „узводно“ од места квара,
- обезбеде ЕМС-у и Оперативном контролном центру метроа све неопходне податке и мерења који су потребни за рад и мерење електричне енергије.

У редовном раду, проток снага линије 1 метроа је избалансиран између три ВНП. Тај баланс узима у обзир будућу изградњу фазе 2 линије 1 метроа и будућу изградњу линије 2 метроа. Предвиђено је да ВНП на Сајму напаја такође и будућу линију 2 метроа, а ВНП на Карабурми напаја и будући продужетак линије 1 метроа. Стога би ВНП Сајам и ВНП Карабурма, у раним фазама изградње београдског метроа, биле оптерећене мање него што би то дозвољавала њихова назначена снага, јер не би напајале потрошаче из продужетка линије 1 и неке секције из линије 2 у раним фазама свог радног века.

У случају губитка једног трансформатора у свакој ВНП омогућен је редован рад линије метроа, као и рад у хитним случајевима.

У случају губитка два трансформатора у једној те истој ВНП омогућен је редован рад линије метроа, као и рад у хитним случајевима.

У објекту ВНП-а постоји расположив резервни простор за будуће проширење.

На наредној мапи приказана је локација планираних трафо станица.




*Слика 3.90 Положај трафо станица*

НАПОМЕНА: Трафо станице Карабурма и Сајам су део обима радова на изградњи линије 1 фазе 1 Београдског метроа. Међутим, због специфичних административних и планских процедура, идејна решења и прибављање локацијских услова за ове објекте су одложени. Због тога садржај овог ИДП укључује само електроенергетски пројекат који се односи на ове објекте.

Трафо станица Беле Воде

Подручје трафо-станице високог напона Беле Воде налази се у близини трафо-станице Београд II, на парцели ТС-1 из плана генералне регулације шинских система.

На земљишном постројењу биће подигнут објекат Електромреже Србије (ЕМС) у коме се налази постројење. На земљишту ТС-1 биће подигнут објекат у коме се налазе енергетски трансформатори и 35 kV техничке просторије.

Трафо станица је обухвата једноспратну зграду бруто површине 628,37 $m^2$ у приземљу и 163,35 $m^2$ на првом спрату и технички подрум од 593,18 $m^2$. Пројектован је у систему армирано-бетонских зидова, стубова, греда, темеља и плоча, са испуном од зидова од блок опеке.

Висина објекта, која је одређена и прилагођена технолошким потребама, износи 10,50 m од нивоа терена поред објекта. Ниво пода у згради је у равни са нивоом испред зграде. Кров је раван са минималним нагибом за одвод воде са крова. Кров првог спрата је „зелени“ кров површине 148,23 $m^2$. Простори за трансформаторе су површине 183,40 $m^2$. Ограђени су ватроотпорним зидовима са 3 стране, а на врху се налази лагани, отворени кров.

У објекту је предвиђен простор за смештај трансформатора и средњенапонског постројења за напајање средњенапонске мреже метро система. У објекту ће бити смештена и опрема за управљање и мониторинг, простор за складиштење, просторије

за потребе особља, помоћна нисконапонска опрема и противпожарни систем. Приступ је омогућен кроз капију с јавне саобраћајнице.

**2. Средњенапонска мрежа**

Мрежа напајања електричном енергијом за фазу 1 линије 1 београдског метроа снабдева се са три 110 kV високонапонске подстанице.

Отворени прстенови средњег напона врше дистрибуцију 35 kV напона ка:

- Подстаницама за осветљење и напајање (ПОН)
- Електровучним подстаницама (ЕВП)
- Подручју депоа

**3. Нисконапонски систем – производња и дистрибуција нн у станицама, окнима и тунелима**

Задатак система ниског напона је:

- смањење 35kV напона на:
  - ниво напона од 400/230Vac
  - помоћне трајне напонске нивое
- обезбеђивање заштите НН мреже и потрошача
- заштита 35kV мреже у случају квара, одвајањем ПОН-а од 35kV мреже „узводно“ од места квара
- достављање ОКЦ-у свих релевантних података и мерења потребних за рад и мерење електричне енергије.

Средњенапонска мрежа је пројектована тако да задовољи потребе за напајањем будуће проширене метро мреже и да лако испуни захтеве накнадног развоја пројекта.

НН систем у станицама и окнима напаја:

- помоћно напајање потребно за рад општег система напајања:
  - НН помоћне опреме разводне апаратуре 35kV мреже која се налази у ПОН и окнима
  - НН помоћне опреме вучног постројења 1500Vdc која се налази у ЕВП (и делом у ПОН када је реч о трансформаторском воду ЕВП-а)
- остале подсистеме метроа, укључујући, али не ограничавајући се на:
  - сигнализацију
  - аутоматску контролу возова / контролу возова засновану на комуникацијама (CBTC)
  - телекомуникације
  - скретнице
  - систем за аутоматску наплату карата
  - систем разгласа
  - систем информисања путника
  - контрола и надзор приступа
  - видео надзор
  - заштитне капије на перонима
  - TETRA систем
  - дистрибуцију времена
- Инсталације у станицама, окну и тунелу, за општу употребу, или за функционисање транспортног система, укључујући, али не ограничавајући се на, следеће:
  - осветљење и мале електричне утичнице

  - нужно осветљење у станицама и окнима
  - електричне утичнице велике снаге за реаговање у хитним случајевима и одржавање
  - примарне клима коморе (PAHU) и пумпе
  - системе грејања, хлађења и климатизације (HVAC) за техничке просторије
  - систем покретних степеница
  - лифтове
  - вентилаторе за одимљавање и системе за сузбијање пожара
  - окна за подешавање влажности ваздуха
  - пумпе за одводњавање и дренажу
  - рекламне дисплеје
  - позивне станице за хитне случајеве (blue light stations) на станичним перонима, у техничким просторијама напајања вуче и у ваздушним коморама окна.
- У тунелу
  - нужно осветљење
  - додатна ојачана расвета за просторе посебне намене (гарирање, скретнице…)
  - електричне утичнице велике снаге
  - позивне станице за хитне случајеве.

Систем струје вуче

Систем напајања струје вуче испуњава захтеве европских стандарда и српских прописа који се односе на стабилна железничка постројења.

Систем напајања струје вуче је у складу са стандардима EN 50163 и EN 50388 у погледу граница напона за струју вуче 1500 Vdc. Излазни напон без оптерећења је подесив.

### *3.2.6 Телекомуникационе и сигналне инсталације*

У номиналној ситуацији, саобраћај на главној линији (укључујући и споредне колосеке и подручје за гарирање) обавља се у аутоматском режиму (GoA4).

Систем сигнализације и ATC омогућава кретање у оба смера (од Железника ка Карабурми и супротно) током активности одржавања, као и током рада у деградираним ситуацијама/режимима.

Номинална услуга линије 1, фаза 1, је услуга Железник – Карабурма, од једног до другог краја линије. Међутим, биће могућа и делимична услуга, како би се појачала понуда на најоптерећенијој деоници.

У случају активности на одржавању или блокаде колосека, линија 1 би се поделила на независне деонице како би се пружиле привремене делимичне услуге коришћењем скретничких веза дуж линије. Зависно од локације и природе блокаде, пружала би се једна привремена делимична услуга или две компатибилне привремене делимичне услуге.

Опште карактеристике

Систем сигнализације и ATC је пројектован тако да омогући стабилан интервал слеђења између две композиције путничког воза са четири вагона од 90 секунди или боље. Поменути интервал слеђења важи за целу линију укључујући уређаје за промену

смера на терминалима, са временом задржавања у станици (од заустављања воза на перону до покретања воза) од 25 секунди.

Перформансе увођења и повлачења су сразмерне напред описаном интервалу слеђења.

Систем сигнализације и АТС узима у обзир номиналну брзину вожње од 80 km/h на главној линији.

Путнички воз има следећи режим вожње:

- Аутоматски режим (АМ): овај режим се састоји од потпуно непоседнутог саобраћања воза, без машиновође - возача, и биће једини режим који се примењује осим ако не дође до ванредних околности. Овај режим је доступан на читавој линији, укључујући споредне колосеке и подручја за гарирање и на депоу, осим за радионицу за одржавање;
- Ручни режими:
    - Контролисани ручни режим (CMM). Овај режим се користи кад не може да се користи аутоматски режим (на пример, квар или ограничење рада). У том режиму, возом би могао да управља оператер воза под надзором система АТР,
    - Ограничени ручни режим (RMM). Услед неких кварова система АТС, претходни режими могу постати недоступни. У ограниченом ручном режиму, возом може да управља оператер воза под одговорношћу особља. АТР ограничава брзину на 15 km/h,
    - Слободни ручни режим (FMM). Када је АТС потпуно у квару, овај режим омогућава управљање возом под одговорношћу особља. У том случају, возна средства обезбеђују ограничење брзине на 15 km/h или 3 km/h за операцију прања.

Систем сигнализације и АТС дозвољава да се метро мрежа прошири, као минимум увођењем следећег:

- Додатни возови (путнички возови и возила за одржавање, величина возног парка дугорочних путничких возова одговара броју возова који је потребан да би се обезбедио саобраћај са потребним дуготрајним интервалом слеђења након проширења до Миријева),
- Будуће продужење Линије 1 до Миријева,
- Будуће проширење мреже (будуће Линије 2 и 3 и њихове евентуалне везе са Линијом 1): Систем сигнализације и АТС ће омогућити возовима будућих Линија 2 и 3 да пролазе кроз Линију 1 до депоа Макиш током саобраћања ван времена вршног саобраћаја.
- Будуће проширење возних средстава са воза са три вагона на воз са четири вагона.

Виталне функције система сигнализације и АТС ће достићи SIL4 према стандардима Cenelec EN 50 126, EN 50 128 и EN 50 129.

Систем сигнализације и АТС су у складу са Безбедносним циљевима дефинисаним у Прелиминарној анализи опасности.

Систем сигнализације и АТС су у складу са расподелом и доделом циљева поузданости, доступности и одржавања који су дефинисани у Извештају о додели RAM.

Територија аутоматског рада Београдског метроа обухвата два главна подручја:

- Цела линија (укључујући споредни колосек и подручје за гарирање),
- Депо Макиш (осим колосека унутар зграде непокретног постројења, зграде за ремонт и зграде за инспекцију) и три главне линије / прикључне линије депоа.

Унутар територије аутоматске вожње, систем сигнализације и АТС сигурно локализује сваки путнички воз са великом прецизношћу. Ова детекција високе прецизности користи високо прецизну локализацију коју обезбеђује АТС контролер.

Међутим, ако воз не може да пружи своју високо прецизну локализацију (воз са АТС контролером који не функционише или воз који није опремљен да обезбеди високо прецизну локализацију), систем сигнализације и АТС не може да осигура следеће функције које се заснивају на високо прецизној детекцији:

- Аутоматска детекција воза који улази на или излази са територије аутоматске вожње,
- Праћење воза кад се вози ручно унутар територије аутоматске вожње,
- Откривање недозвољеног кретања овог воза.

Да би се осигурало безбедно кретање возова унутар територије аутоматске вожње и смањио утицај на саобраћај када АТС контролер у возу престане да ради, систем сигнализације и АТС такође има систем ниске прецизности за детекцију возова како би се детектовали возови који не могу да пруже своју високу прецизност локализације. Бројач осовина је решење које се препоручује за систем ниске прецизности за детекцију возова. Овај систем ниске прецизности за детекцију возова обезбеђује најмање следеће:

- Аутоматска детекцију било ког воза који улази на или напушта територију аутоматске вожње,
- Аутоматско праћење/локализација свих путничких возова (чак и када је АТС контролер у возилу нефункционалан) и свих возила за одржавање на читавој територији аутоматске вожње. Прецизност локализације је минимално: станица, међустаница, вентилациони део тунела, зона скретнице/скретничке везе

Путнички возови имају два неконтролисана ручна режима вожње: RMM и FMM. У овим режимима, возом би могао да управља оператер воза под одговорношћу особља, а према режиму вожње; ограничење брзине обезбеђује или АТС контролер у возном средству (у RMM режиму) или возна средства (у FMM режиму).

Возилима за одржавање такође ће се управљати у неконтролисаном ручном режиму вожње.

Главном линијом управља и надзире је ССО, а подручјем депоа управља и надзире га DCCO. Позиција за примопредају депо/главна линија налази се на крају сваког колосека за везу депо/главна линија. Линија 1 Београдског метроа и депо Макиш имају три позиције примопредаје депо/главна линија.

Возови се враћају у Депо из комерцијалног саобраћаја у складу са редом вожње главне линије, или на захтев ССО. Када се воз врати у депо, систем сигнализације и АТС ће усмерити воз на један од колосека за примопредају главна линија/депоа и обавестити DCCO.

### *3.2.7 Машинске инсталације*

Машинске инсталације у метроу на линији 1 фаза 1 се односе на следеће системе:

- PSD (аутоматска перонска врата) у станицама

- Вертикални превоз у станицама
- Лифтови
- Покретне степенице
- Грејање, вентилација и климатизација (HVAC) и одвођење дима у станицама, вентилација и одвођење дима у тунелима и окнима
- Зза рад у ванредним ситуацијама - спринклер инсталације у станицама, цевовод за суви систем гашења пожара за тунеле и окна, Електронски систем заштите живота и систем за гашење гасом за станице и окна

Ови системи су детаљно описани у документацији идејних пројеката (ИДП).

### *3.2.8 Систем заштите од пожара*

Систем за дојаву пожара

Пројектовани систем служиће за заштиту од пожара станица и окана, присутних људи, запослених, корисника објекта, као и машинске, телекомуникационе и рачунарске, машинско-грејне и друге опреме у објекту. Систем ће покривати све унутрашње просторе. Након избијања пожара, односно појаве параметара пожара, пројектовани систем ће аутоматски упозорити службеника обезбеђења и присутне особе.

Систем за дојаву пожара, као део интегралног система противпожарне заштите, има за циљ да открије пожар у раној фази и на тај начин сведе на минимум ризик од пожара за присутне људе и за објекат. Да би се у потпуности искористиле предности система за дојаву пожара и започело гашење пожара у његовим почетним фазама, када се пожар може угасити приручним средствима, потребно је укључити људе у поступак алармирања. Управљачку (оперативну) конзолу треба поставити у просторију за дежурно особље како би дежурни службеник реаговао брзо и у складу са природом поруке примљене са система за дојаву пожара.

Систем за гашење пожара

Предвиђени систем за гашење пожара обухвата спринклерске инсталације које су предвиђене за продавнице (робе и услуга), складишне просторије, просторије за отпад и суви систем гашења пожара који је предвиђен у окнима и подземним деоницама пруге.

Електрични део система чине централа за гашење пожара (FECP), уређаји за детекцију, алармни уређаји, ручни контролни уређаји и инсталациони каблови.

Свака централа FECP ће се налазити у заштићеним просторима. FECP мора имати могућност повезивања најмање две линије детекције које се идентификују као независне пожарне зоне. Да би се смањила могућност активирања система за гашење услед лажног аларма користиће се двозонска зависност са „I“ логиком. Систем за гашење се активира када се открије пожар са обе детекторске линије.

*Спринклер инсталације у станицама*

Заштита спринклерима (противпожарним прскалицама) је у станицама предвиђена за продавнице (робе и услуга), складишне просторије, просторије за смеће/отпад.

Инсталација спринклера (противпожарних прскалица) укључује следеће елементе:

- Резервоар за прскалице,

- Јединица ватрогасне пумпе за подизање притиска у систему која се састоји од једна електричне ватрогасне пумпе и једне џокеј пумпе која одржава притисак у цевима, сходно захтевима смерница за пројектовање,
- Вентил за алармну зону влажних прскалица,
- Мрежа цеви са уграђеним прскалицама,
- Прскалице – висеће, усправне,
- Цевоводи за довод воде,
- Остали потребни вентили и спојни елементи (фитинзи).

За повећање притиска у цевоводима система противпожарних прскалица предвиђена је ватрогасна пумпна јединица

Као извор воде за инсталацију спринклера (противпожарних прскалица) предвиђен је бетонски резервоар номиналне запремине 30 $m^3$ који се налази поред просторије за пумпу за прскалице. Потребан капацитет воде одређује се на основу зоне у којој постоји максимална потражња.

*Цевовод за суви систем гашења пожара за тунеле и окна*

Хидранти ће бити обезбеђени на следећим местима:

- У окнима, чији је прикључак црева на сваком одморишту степеништа за излаз,
- У подземним деоницама пруге, са прикључцима црева на сваких 70 метара.

Предвиђени систем који ће се користити за окна и подземне деонице је ручни систем суве хидрантске мреже (као што је представљено Ватрогасној служби), дефинисан да буде без трајно прикљученог водовода и да се ослања искључиво на везу са ватрогасном службом за снабдевање потражње система.

Систем за контролу дима (вентилација)

Предвиђене су централе са релејима и аутоматским осигурачима за рад мотора у случају пожара као и за свакодневну вентилацију. Централа ради у режиму надгледања на дневном нивоу и напаја се наизменичним мрежним напоном 230V наизменично. У случају пожара, систем за дојаву пожара шаље сигнал централи која аутоматски покреће моторе прозора.

## 3.3 Приказ врсте и количине потребне енергије и енергената, воде, сировина, потребног материјала за изградњу и друго

Врсте и количине потребне енергије, воде и сировина биће прецизно обрађене у следећим фазама пројектовања, односно током израде пројекта за грађевинску дозволу и пројекта за извођење.

У овом тренутку, може се дати преглед потребног материјала за насипање дела Макишког поља у коме је планирана изградња деонице метро линије дуж депоа (8,7 ha): 34.719 $m^3$ дробљеног камена и 146.925 $m^3$ песка. Такође, уклониће се 52.149 $m^3$ хумуса.

## 3.4 Приказ врсте и количине испуштених гасова, воде, и других течних и гасовитих отпадних материја, посматрано по технолошким целинама укључујући емисије у ваздух, испуштање у површинске и подземне водне реципијенте, одлагање на земљиште, буку, вибрације, топлоту, зрачења (јонизујућа и нејонизујућа) и др.

Током редовног рада метроа настајаће отпадне воде и долазиће до настајања буке и вибрација.

Отпадне воде

Током редовног рада метроа, у станицама и окнима ће се стварати следеће врсте отпадних вода:

- Атмосферске воде (вода која доспева кроз прилазе станици, кроз евакуационе степенице, вентилационе решетке или отворе за улаз у опрему);
- Процедне воде (инфилтрирање воде из земље);
- Отпадне воде из санитарних чворова (само у станицама);
- Техничка вода од прања;
- Вода из противпожарне мреже (у случају пожара).

Све прикупљене отпадне воде, осим фекалних, одводе се у комору, у просторију за испуштање воде, на најнижој тачки станице, где се складиште и пумпама истискују на површину и спајају на најближу градску канализациону мрежу. Отпадне воде из санитарних чворова се одводе у посебну просторију иза компресијског уређаја, одакле се пумпама истискују на површину и спајају на најближу градску канализациону мрежу.

На надземним станицама атмосферска вода се сакупља кроз систем олука и одвода и одводи је до најближег градског атмосферског канализационог система.

Отпадне воде које се стварају у тунелу су:

- Инфилтрирање воде из земље;
- Вода из противпожарне мреже (у случају пожара);
- Вода са виших нивоа или прелазних рампи;
- Техничка вода од унутрашњег прања возних гарнитура (само у обилазном колосеку), која иде до најближе станице/окна и скупља се у њену коморну пумпу.

Косине су распоређене дуж тунела, како би се вода усмерила ка коморној пумпи, која се налази на доњој тачки тунела или у просторију за одвод воде најближе метро станице.

У станицама ће фекална канализација и одвод кишнице и инфилтрационих вода бити пројектовани као два одвојена система. У окнима ће бити само одвод атмосферских и инфилтрационих вода. Димензионисање јама за процедне и атмосферске воде приказано је у поглављу 3.3.4. Хидротехничке инсталације.

У тунелима ће се кишница, инфилтрациона вода и вода која се користи за чишћење испуштати у дренажни систем најближег шахта или станице. Вода из операција чишћења пролази кроз сепаратор масти и уља пре него што се споји са кишницом и инфилтрационом водом.

Отпад

Врсте и количине отпада који ће се стварати у станицама зависе од фактора који се односе на експлоатацију метроа:

- Отпад који настаје у просторијама комерцијалне намене (површина комерцијалних просторија: око 36 $m^2$ на свакој станици, осим Мостара са 49 $m^2$, Савског Трга са 163+39 $m^2$ и Карабурме са 48 $m^2$). Врсте комерцијалних површина биће дефинисане у каснијој фази.
- Отпад који стварају путници (канте ће се налазити на сваком спрату који прима путнике). Количина отпада зависиће од броја путника.
- Отпад који производи особље, стално или повремено присутно у станицама. У питању је само шест станица (Трговачка, Ада Циганлија, Мостар, Савски Трг, Трг Републике и Панчевачки мост), а обим се може сматрати мањим.

Очекиване врсте отпада припадају групи 20 Каталога отпада: папир и картон, стакло, пластика, метали, мешани комунални отпад, флуоресценте цеви, муљ из сепаратора масти и уља. У овом тренутку није могуће дати процену количина отпада.

Буке и вибрације

Резултати моделовања буке и вибрација које ће се емитовати током рада метроа приказана је у поглављу 6.5. Стварање буке и вибрација.

## 3.5 Приказ технологије третирања (прерада, рециклажа, одлагање и сл.) свих врста отпадних материја

У току рада пројекта отпад ће се генерисати услед присуства путника и запослених, при чему ће настајати комунални и амбалажни отпад. У овом тренутку није могуће направити процену количина отпада.

# 4 ПРИКАЗ РАЗМАТРАНИХ АЛТЕРНАТИВА

*Положај станица*

Решења предвиђена у Смартплану из 2017. године су модификована у Претходној студији оправданости коју је израдила компанија Egis д.о.о, а затим и у фази израде Идејног решења. У односу на Смартплан, у Претходно студији оправданости извршене су следеће измене положаја станица:

- Станице Пожешка и Пијаца Баново брдо постављене су јужније у односу на предлог локације из Смартплана,
- Прескочена је станица Ада Циганлија,
- Станица Вишеградска је померена ка северу (нови назив: Палата Правде).
- Станица Економски факултет замењена станицом Савски трг.
- Станица Сајам је померена 300 m јужније.
- Померена Дунав станица на почетак Цвијићеве улице.
- Станица Лука Београд два пута померана ка југоистоку и коначно искључена из разматрања.
- Померање станице Француска у Венизелосову улицу.

Додатне модификације на траси урађене су током фазе израде Идејног пројекта.

- Локација станица је незнатно промењена на подручју будућег насеља Макиш. Ранжирна станица је коначно елиминисана, док је станица Жарково / Беле Воде подељена на две станице Жарково и Беле Воде.
- Варијанта проласка ближе реци Сави, која је прво одбачена, коначно је задржана као пожељна опција.
- Пре израде Идејног пројекта, станица Палата правде је одбачена, док је станица Мост Газела, која је касније преименована у станицу Мостар, померена благо на север, ближе парку Газела;
- Техничка веза линија 1 и 2 на Савском тргу је одбачена током израде Идејног пројекта. Принцип техничке повезаности у Миријеву би обезбедио функционалност.
- Станице Лука Београд и Дунавска спојене су у Дунав станицу;
- Станица Француска је у фази идејног пројекта измештена на пијаци Бајлони и постала станица Скадарлија. Упоредо са овом променом, положај Дунав станице је такође благо померен на југ;
- Техничка веза линија 1 и 3 на Тргу републике, која је била једна од опција предвиђених за Идејно решење линије 3, у овој фази је одбачена.

*Споредни колосеци*

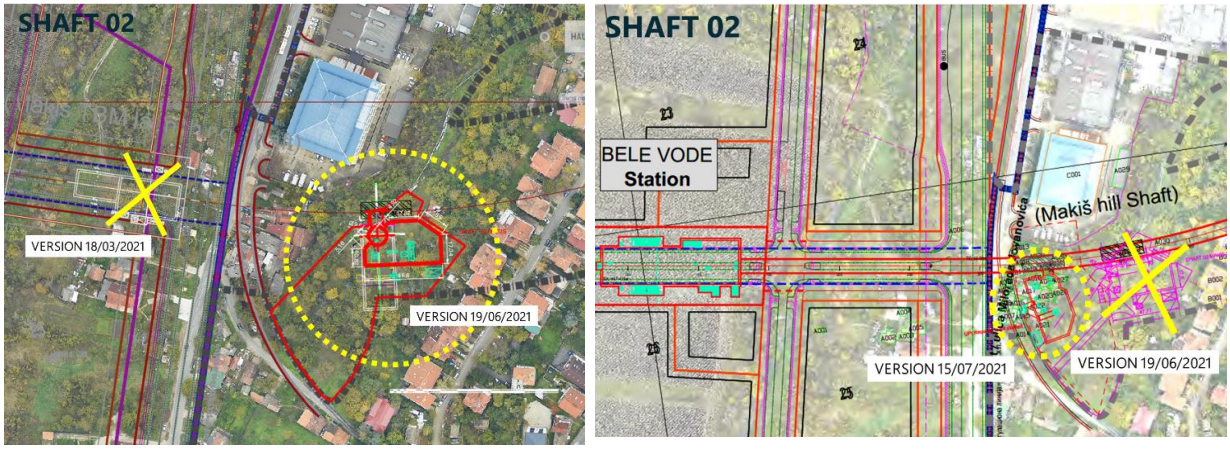
Током израде техничке документације разматрана су два споредна колосека: између станица Ада Циганлија и Сајам и између станица Панчевачки мост и Карабурма. У фази израде идејног пројекта одбачен је споредни колосек на Сајму, али је остављена могућност да се реализује у наредним фазама пројектовања.

*Положај окана*

Два окна су била предмет главних процена алтернатива:

**Окно 07:** У првим фазама пројектовања, удаљеност између станица Сајам и Мостар била је већа од максималне дозвољене међустаничке удаљености без средњег евакуационог окна, па је окно 07 пројектовано између ове две станице. Међутим, када је станица Сајам премештена на другу страну новог железничког моста, престала је потреба за окном 07.

**Окно 02:** Окно 02 је првобитно предвиђено да се користи за улазак и излазак *TBM* машине, поред функција евакуације и вентилације. У даљим фазама пројектовања, одлучено је да се за улазак/излазак TBM машине користи станица Беле воде, што је омогућило померање окна 02 како би се смањила удаљеност између окна 02 и станице Трговачка.




*Слика 4.1 Алтернативне локације окна 02*

*Специфична алтернативна решења везано за фазност линије 1: Отворени ископ у односу на дубоки тунел (TBM) као алтернативу на Карабурми*

Студија процене утицаја на животну средину је израђена са претпоставком да ће радови на линији 1 бити подељени у две узастопне фазе које би могле бити временски раздвојене неколико година, што значи да би рад Л1Ф1 требало да буде у функцији пре краја (или почетка) радова на Л1Ф2. Дакле, због неколико техничких ограничења (углавном потреба за дужином објекта за гарирање и окретнице после Карабурме, и неопходности омогућавања гарирања између Карабурме и Панчевачког моста, што изискује потребу за ширим објектом, што је неизводљиво у случају дубоког дунела (TBM)), мора бити изабрано решење плитког тунела у отвореном ископу (Cut and cover).

Ако се радови на Л1Ф2 ускладе са потребама Л1Ф1, тада би се наведена техничка ограничења могла превазићи, што ће у великој мери смањити утицај радова на животну средину и социјална питања због ограниченијег просторног и временског утицаја извођења радова, нарочито:

- Смањење експропријације земљишта;
- Смањење привремених сметњи преосталим привредним субјектима и стамбеним објектима;
- Смањење ограничавања друмског саобраћаја (временски);
- За тачно одређивање промене у смислу ефекта бране на подземне воде за отворени тунел у односу на дубоки тунел биће потребне додатне студије, али у квалитативном смислу се не очекују негативне промене.

# 5 ОПИС ЧИНИЛАЦА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗА КОЈЕ ПОСТОЈИ МОГУЋНОСТ ДА БУДУ ЗНАТНО ИЗЛОЖЕНИ РИЗИКУ УСЛЕД ИЗВОЂЕЊА ПРЕДЛОЖЕНОГ ПРОЈЕКТА

Опис чинилаца животне средине (површинска и подземна вода, ваздух, земљиште и бука) дат је на основу мониторинга који се спроводи на државном или локалном нивоу, односно према подацима који су од раније доступни.

Резултати мониторинга који је спроведен ради утврђивања нултог стања приказан је у поглављу 9.1. Приказ стања животне средине пре почетка функционисања пројекта на локацијама где се очекује утицај на животну средину.

## 5.1 Површинска вода

Мониторинг површинских вода на територији Града Београда спроводи Агенција за заштиту животне средине која је у саставу Министарства заштите животне средине (државни мониторинг) и Секретаријат за заштиту животне средине (локални мониторинг).

***Државни мониторинг Агенције за заштиту животне средине***

Послови Агенције за заштиту животне средине у области вода обухватају спровођење државног мониторинга квалитета воде, укључујући и спровођење прописаних и усаглашених програма за контролу квалитета површинских вода и подземних вода прве издани и падавина. Мониторинг водног режима и водног биланса је у надлежности Републичког хидрометеоролошког завода, који је до 2011. године вршио и мониторинг квалитета воде. У саставу Агенције за заштиту животне средине је и Национална лабораторија која, поред осталог, утврђује показатеље (физичке, физичкохемијске, хемијске, биолошке и радиолошке) квалитета површинских вода водотока, акумулација и изворишта, седимента, падавина и подземних вода, при чему дубоке издани нису укључене. РХМЗ је организација која врши квантитативни мониторинг површинских и подземних вода према годишњем Програму који доноси Влада.

Уредбом о категоризацији водотока („Службени гласник СРС, бр. 5/1968), реке Сава и Дунав, целим својим током кроз Републику Србију, сврстане су у II категорију. Према Уредби о класификацији вода („Службени гласник СРС, бр. 5/1968), класа II обухвата воде које су подесне за купање; рекреацију и спортове на води, за гајење мање племенитих врста риба (ципринида), као и воде које се уз нормалне методе обраде (коагулација, филтрација и дезинфекција) могу употребљавати за снабдевање насеља водом за пиће и у прехрамбеној индустрији.

Агенција за заштиту животне средине врши мониторинг квалитета површинске воде на десет мерних станица на Дунаву и на три мерне станице на Сави, од којих су на територији Београда мерне станице Земун (река Дунав) и Остружница (река Сава). Врши се месечно праћење општих параметара, кисеоничног режима, нутријената, салинитета, метала, микробиолошких параметара и приоритетних и приоритетних хазардних супстанци.

*Табела 5-1 Подаци о мерним станицама*

| Назив станице | Водоток | Назив водног тела | Тип водотока | Надзорни мониторинг | Оперативни мониторинг | Координате |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Остружница | Сава | Сава од ушћа у Дунав до Шапца (ушће потока код тврђаве узводно од моста) | Тип 1 | Да | Да | 4954230 N 7445870 E |
| Земун | Дунав | Акумулација ХЕ Ђердап 1 од ушћа Саве до ушћа Тисе | Тип 1 | Да | Да | 4967310 N 7453939 E |

Годишњи извештаји о резултатима испитивања квалитета површинских вода садрже систематизоване податке прикупљене током спроведених испитивања биолошких елемената за оцену еколошког статуса/потенцијала, као и физичко-хемијских, хемијских и микробиолошких показатеља квалитета вода водотока, акумулација и подземних вода на територији Републике Србије.

Еколошки статус је израз квалитета структуре и функционисања акватичних екосистема који припадају површинским водама, класификован у складу са Анексом V Директиве. Еколошки потенцијал је статус значајно измењеног водног тела (ЗИВТ) или вештачког водног тела (ВВТ), класификован у складу са релевантним одредбама Анекса V Директиве[8].

Класификација еколошког статуса/потенцијала одређује се на основу биолошких елемената квалитета тако што статус одређује најлошије оцењен биолошки елемент квалитета. Вредности хидроморфолошких елемената квалитета морају се узети у обзир када се водним телима додељују класе високог еколошког статуса и класе максималног еколошког потенцијала. За остале класе статуса/потенцијала, потребни су хидроморфолошки елементи како би се имали „услови конзистентни са постизањем вредности специфицираним за биолошке елементе квалитета“.

Одређивање доброг, умереног, слабог или лошег еколошког статуса/потенцијала за водна тела може се извршити на основу резултата мониторинга за биолошке елементе квалитета.

Вредности физичко-хемијских елемената квалитета морају се узети у обзир када се водним телима додељују класе високог и доброг еколошког статуса и класе максималног и доброг еколошког потенцијала. Класификација еколошког статуса/потенцијала за водно тело биће представљена нижом од вредности за биолошке и физичко-хемијске елементе квалитета. За остале класе статуса/потенцијала потребни су физичко-хемијски елементи како би се имали „услови конзистентни са постизањем вредности специфицираним за биолошке елементе квалитета“. Оцена еколошког статуса/потенцијала приказана је бојама у складу са препорукама ОДВ.

[8] http://www.sepa.gov.rs/download/VodeSrbije/StatusPovrsinskihVodaSrbije.pdf

| **Оцена потенцијала** | **Значајно измењено водно тело** |
|---|---|
| добар и бољи | |
| умерен | |
| слаб | |
| лош | |

У наредној табели дат је преглед постигнутог еколошког потенцијала река Саве и Дунава на мерним станицама Остружница и Земун.

*Табела 5-2 Оцена еколошког статуса/потенцијала на мерним станицама Остружница и Земун*

| **Водоток и мерна станица** | **Година** | **Биолошки елементи квалитета** | | | | | **Физичко-хемијски елементи квалитета** | **Специфичне загађујуће супстанце** | **Оцена еколошког статуса / потенцијала** | **Процена нивоа поузданости** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Фитопланктон** | **Фитобентос** | **Макрофите** | **Водени макробескичмењаци** | **Рибе** | | | | |
| **Сава Остружница** | 2015 | - | | - | | - | | | | средњи |
| | 2016 | - | | - | | - | | | | висок |
| | 2017-2019 | | | | | | | | | висок |
| **Дунав Земун** | 2015 | - | | - | | - | | | | средњи |
| | 2016 | - | - | - | | - | | | | средњи |
| | 2017-2019 | | | | | | | | | висок |

***Локални мониторинг Секретаријата за заштиту животне средине***

Квалитет површинских вода на територији Београда већ више од 40 година систематски контролише Градски завод за јавно здравље Београд у сарадњи са Секретаријатом за заштиту животне средине. У 2020. години мониторингом је обухваћено 25 водотокова на 29 контролних локалитета (Извор: Квалитет животне средине у Београду за 2020. годину, Градска управа, Секретаријат за заштиту животне средине, 2021.).

Циљеви мониторинга су: оцена квалитета водотокова у односу на релевантне прописе, праћење тренда загађивања вода, процена подобности за водоснабдевање Београда, Обреновца, Барича и Винче, процена санитарног стања водотока и могућности здравствено безбедне рекреације грађана, подобности за риболов, наводњавање пољопривредних површина, праћење таложења неорганских и органских микрополутаната у седименту и биокумулације у хидробионтима, оцена способности самопречишћавања, са пробног статуса и напредовања процеса еутрофизације, обезбеђење података за пројектовање уређаја за третман отпадних вода, као и провера

ефикасности мера предузетих на очувању квалитета вода и евентуалне потребе додатних мера санације, заштите и унапређења.

У води се одређују: општи и основни физичко-хемијски, микробиолошки и биолошки параметри и елементи за класификацију еколошког потенцијала и оцену подобности за купање, као и приоритетне, приоритетне хазардне и остале загађујуће супстанце.

Река Сава

Профили Макиш и Забран, налазе се у непосредној близини водозахвата београдског и обреновачког водовода, и отуда њихов посебан значај.

Према резултатима теренских и лабораторијских испитивања од 35 узорака воде реке Саве узетих 2020. године, према свим испитаним параматерима I и II класи квалитета површинских вода одговарало је 6 узорка (17,14%), 19 узорака (54,29%) је одговарало III класи квалитета површинских вода и 10 (28,57%) узорака је одговарало IV класи квалитета површинских вода.

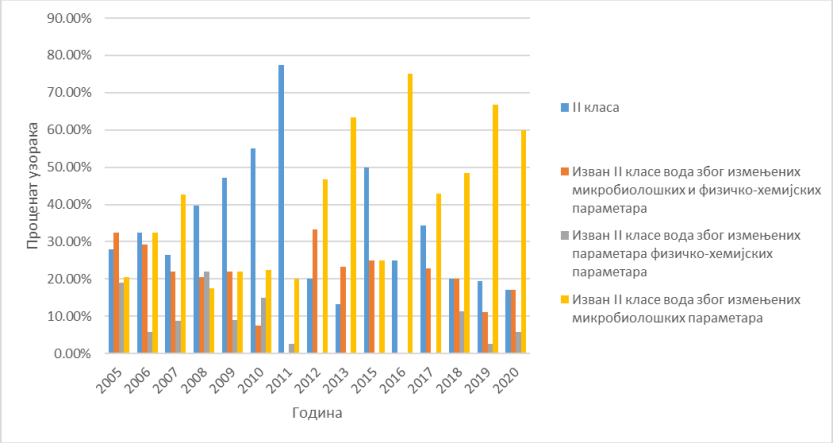
Код узорака са локалитета Макиш у испитаним хемијским и физичко-хемијским параметрима одступања од I и II класе квалитета површинских вода детектована су код концентрација суспендованих материја (4), нитрита (1) и укупног фосфора (1).

У групи приоритетних и приоритетних хазардних супстанци на оба контролна локалитета у води Саве није доказано присуство: Cd, Hg, Pb, PCB. Спорадично се детектује присуство никла, атразина, метолахлора, тербутилазина и тербутилазин десетила. Нађене концентрације су веома ниске и само у једном узорку је концентрација никла изнад циљне вредности, а мања од МКД.

Као и претходних година микробиолошко загађење је главни разлог погоршаног квалитета воде реке Саве и одступања испитаних узорака од прописане класе. Укупно је 28 узорака (77,8%) одступало од II класе квалитета и у сваком од тих узорака је дошло до прекорачења прописаних бројности за један или више микробиолошких параметара. Присуство бактерија индикатора фекалног загађења је евидентирано у свим узорцима. Титар укупних колиформа се кретао 200 до 270.000 у 100 ml воде. Титар фекалних колиформа је варирао од 22 до 38.000 у 100 ml воде. Титар цревних ентерокока је био од 2 до 2.419,6 у 100 ml воде.

Истраживања заједнице макроинвертебрата, фитопланктона и фитобентоса, израчунати индекси и испитивани хемијски, физичко-хемијски и микробиолошки параметри показују да је еколошки статус реке Саве на оба локалитета био слаб.

Квалитет воде реке Саве може се потпуније сагледати само упоредним приказом резултата испитивања из протеклих 15 година, датим на наредној слици.




*Слика 5.1 Резултати квалитета воде реке Саве на територији Београда у периоду од 2005. до 2020. године*

Дунав

Локације узорковања воде реке Дунав (Батајница и Винча) нису у близини дела трасе метроа која је паралелно са реком (од станице Трг републике), али пружају информацију о квалитету воде на улазу и излазу.

Од 35 испитаних узорака током 2020. године ни један узорак није одговарао II класи квалитета површинских вода. Ниједан анализирани узорак није одговарао свим испитаним параметрима I и II класи квалитета површинских вода, III класи је одговарало 17 узорака (48,57%), IV класи је одговарало 15 узорака (42,86%) и V класи је одговарало 3 узорка (8,57%).

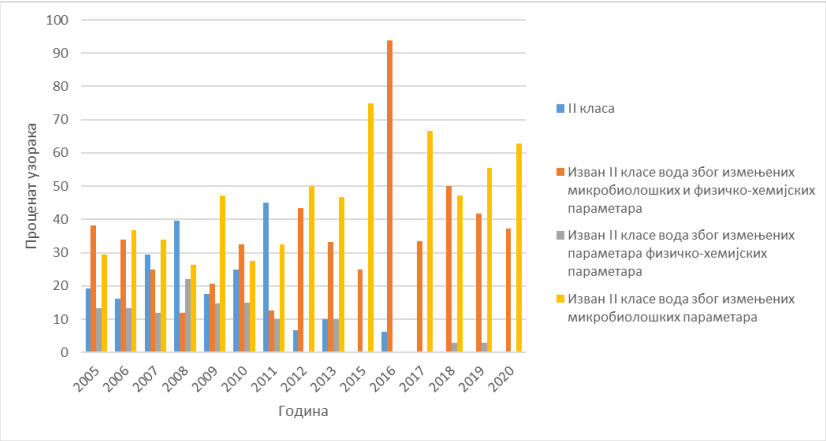
Код узорака са локалитета Винча испитаним хемијским и физичко-хемијским параметрима одступања од I и II класе квалитета површинских вода детектована су код концентрација раствореног кисеоника (4), нитрита (1) и укупног азота (1). Код узорака са локалитета Батајница у испитаним хемијским и физичко-хемијским параметрима одступања од I и II класе квалитета површинских вода детектована су код вредности pH (1) и концентрација укупног азота (5), суспендованих материја (3) нитрита (1) и ортофосфата (1).

У групи приоритетних и приоритетних хазардних супстанци на оба контролна локалитета у води Дунава није доказано присуство: Cd, Hg, Pb, PCB. Спорадично се детектује присуство никла, атразина, метолахлора, карбендазима, тербутилазина и тербутилазин десетила. Нађене концентрације су веома ниске и за супстанце које су нормиране увек била испод просечне годишње концентрације..

Већ дуги низ година микробиолошко загађење Дунава на простору Београда, па и Србије, веће је и значајније од хемијског, јер се санитарне отпадне воде Новог Сада, Београда и осталих подунавских градова без пречишћавања испуштају у реципијент. Ово се најбоље види кроз бројности бактерија индикатора фекалног загађења. Санитарно-микробиолошка испитивања показују да ниједан узорак према овој групи параметара није био у границама II класе речних вода.

Истраживања заједнице макроинвертебрата, фитопланктона и фитобентоса, израчунати индекси и испитивани хемисјки, физичко-хемијски и микробиолошки параметри показују да је еколошки статус реке Дунав на локалитету Винча одговарао лошем, а на локалитету Батајница је одговарао слабом.

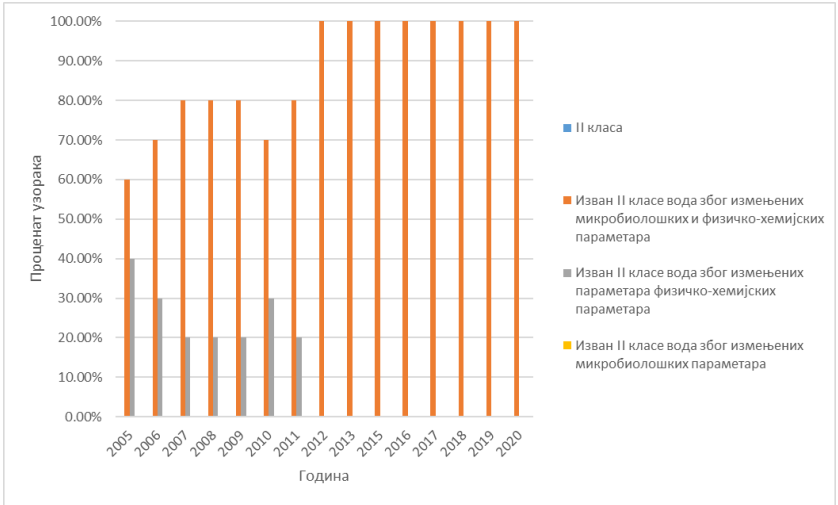
Квалитета воде Дунава може се потпуније сагледати само упоредним приказом резултата испитивања из протеклих 15 година, датим на наредној слици.




*Слика 5.2 Резултати квалитета воде реке Дунав на територији Београда у периоду од 2005. до 2020. године*

Железничка река

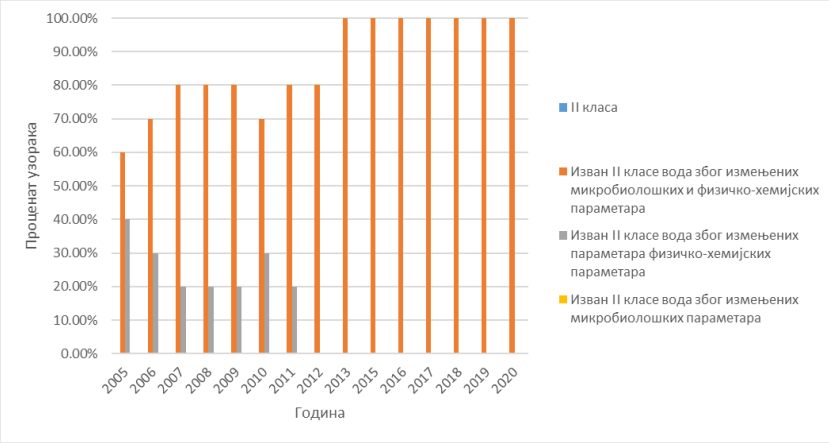
На Железничкој реци узорци се узимају са моста у близини фабрике „Иво Лола Рибар". Ниједан од узетих узорака није био у II класи у последње две деценије. До значајног загађења ове реке долази због испуштања непречишћених санитарних отпадних вода и технолошких отпадних вода. Није постигнут добар хемијски статус. У 2019. и 2020. години, 100% узорака било је ван II класе због измењених физичко-хемијских и бактериолошких параметара, а исти образац се примећује и од 2012. године. Изван граница наведене класе еколошког статуса били су: растворени кисеоник, биолошка потреба за кисеоником, укупни органски угљеник, јони амонијума, нитрати, ортофосфати, укупни фосфор и хлориди. У седиментима Железничке реке, циљна вредност је премашена за концентрације цинка, бакра, нафтних угљоводоника и укупног ПАХ (збир 10 полицикличних ароматичних угљоводоника). Концентрација никла је премашила и циљну и највећу дозвољену вредност.




*Слика 5.3 Резултати квалитета воде Железничке реке на територији Београда у периоду 2005-2020. године*

Топчидерска река

На Топчидерској реци узорци се узимају са моста у близини београдског хиподрома. Током последње две деценије ниједан од узетих узорака није био у II класи. Значајно загађење ове реке је последица чињенице да је она реципијент нетретиране санитарне отпадне воде из бројних зграда, као и технолошке отпадне воде из индустрије. У 2019. и 2020. години, 100% узорака имало је лош еколошки статус, односно одговарали су класи V, према појединим хемијским, физичко-хемијским, микробиолошким и биолошким параметрима. У 2019. години су изван граница II класе били: биолошка потрошња кисеоника, концентрације раствореног кисеоника, амонијум јони, хлориди, нитрати, ортофосфати, укупни растворени фосфор и укупни органски угљеник. Присутно је велико микробиолошко загађење; циљна вредност је премашена за концентрације олова, кадмијума, цинка, бакра, нафталена, фенантрена, флуорантена, бензо(а)антрацена, бензо(а)пирена и нафтних угљоводоника у седиментима Топчидерске реке. Концентрација никла је премашила највећу дозвољену концентрацију.



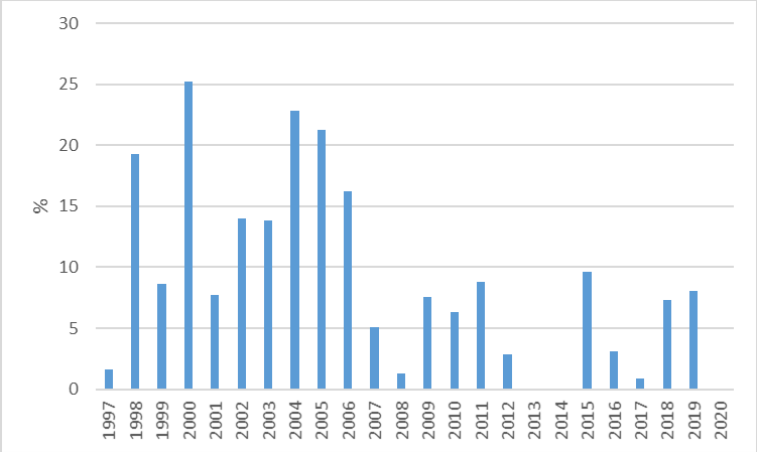

*Слика 5.4 Резултати квалитета воде Топчидерске реке на територији Београда у периоду од 2005. до 2020. године*

Савско језеро

У току 2020. године анализирано је 128 узорака воде Савског језера. Сви анализирани узорци су, према испитаним параметрима, одговарали II класи квалитета површинских вода.

Санитарно-микробиолошки статус Језера је у свим анализираним узорцима одговарао прописима који регулишу потребан квалитет површинксих вода да би се користиле за купање и рекреацију што је одличан резултат.

На наредном дијаграму приказан је санитарно-микробиолошки квалитет воде Савског језера у период 1997-2020. године.




*Слика 5.5 Проценат одступања микробиолошких параметара од II класе у периоду 1997-2020. година*

Присуство укупних колиформних бактерија је доказано у свим анализираним узорцима и ово је нешто неповољнија ситуација него претходне године. Присуство фекалних колиформа у води Језера је доказано у 90 узорака (70,31%) воде. Присуство цревних ентерокока (Streptococcus "D"), у релативно малом броју, је утврђено у 79 узорака (61,72%). Присуство *Proteus* sp. је утврђено у 3 (2,34%) узорка. Присуство *Pseudomonas aeruginosa* је утврђено у 16 узорака (12,50%). У узорцима нису идентификоване ентеропатогене бактерије, односно узрочници инфекција које се преносе хидричним путем.

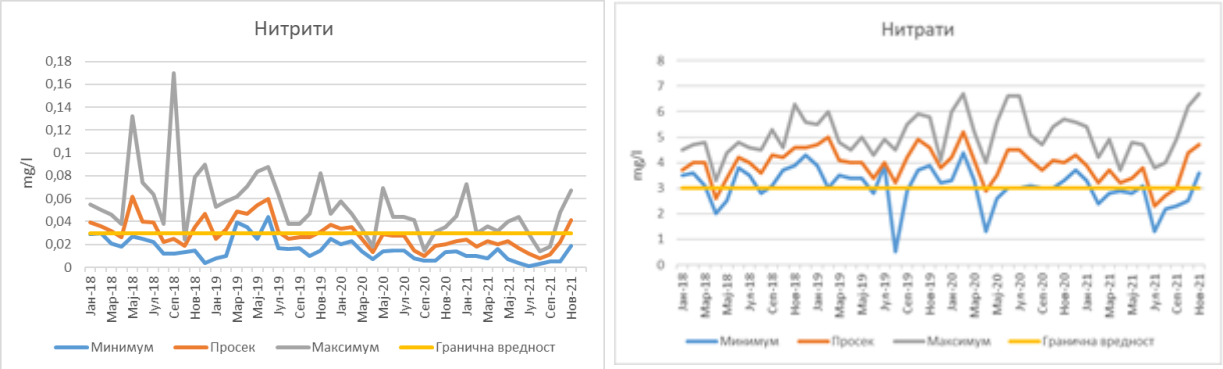
***Мониторинг ЈКП „Водовод и канализација“ на водозахвату Сава***

Јавно комунално предузеће „Београдски водовод и канализација“ врши свакодневно праћење квалитета сирове воде на водозахвату Сава, а за потребе израде Студије процене утицаја животне средине достављени су месечни резултати за период од јануара 2018. године до новембра 2021. године за параметре: температура, мутноћа, м-алкалитет, утрошак $KMnO_4$, pH, боја, амонијак, нитрати, нитрити, проводљивост, привидна и права УВ екстинција, укупни органски угљеник (TOC), хемијска и биолошка потрошња кисеоника.

Како је претходно речено, Уредбом о категоризацији водотока река Сава је сврстана у II категорију. Добијене вредности упоређене су са граничним вредностима датим у Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање.

Према добијеним резултатима мониторинга, просечне вредности pH, укупног органског угљеника, амонијака и проводљивости нису прелазили граничне вредности које су прописане Уредбом. Просечне вредности БПК и ХПК су у највећем броју биле у оквиру прописаних границе, а максимално измерене вредности су забележене у мају и јуну 2020. године.

На следећим графицима приказано је кретање концентрација нитрата и нитрита, параметара који највише одступају од граничних вредности.



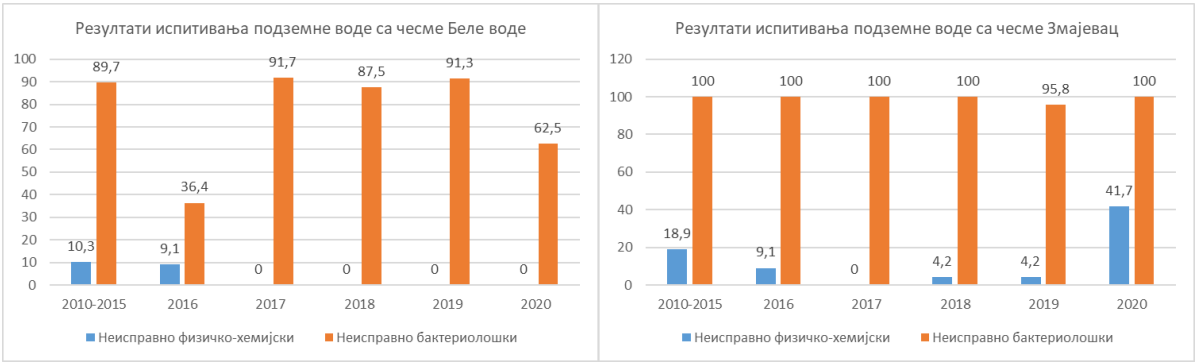

*Слика 5.6 Графички приказ концентрација нитрата и нитрита на водозахвату Сава*

## 5.2 Подземна вода

Контролу квалитета подземних вода на територији Београда спроводи Секретаријат за заштиту животне средине кроз систематску контролу изворских вода са јавних чесми на територији Београда. Програм се реализује у циљу праћења индикатора стања животне средине, квалитета подземних вода са изворишта која се могу користити као алтернативни извори водоснабдевања, а у циљу заштите здравља становништва.

Програмом контроле хигијенске исправности изворских вода у 2020. години обухваћено је 32 објеката јавних чесми на територији града, при чему се испитивање са 16 јавних чесми спроводи два пута месечно током целе године, а са 16 објеката у приградским насељима, једанпут месечно у периоду од априла до септембра.

Најближе траси метроа су чесме Беле воде и Змајевац, а на следећим сликама приказан је квалитет воде од 2010. до 2020. године.




*Слика 5.7 Квалитет подземне воде на чесмама Беле воде и Змајевац од 2010. до 2020. године*

На основу резултата може се констатовати да највећи број испитаних узорака изворске воде не задовољава критеријуме предвиђене Правилником о хигијенској исправности воде за пиће, при чему доминира микробиолошка несиправност.

Најчешћи разлог микробиолошке неисправности у узорцима подземне воде је присуство, односно повећан број: укупних колиформних бактерија (Citrobacter sp, Enterobacter sp), и колиформних бактерија фекалног порекла (E.coli и др.), као и Streptococcus grupe "D". Значајно ређе узрок неисправности је повећање броја укупних аеробних мезофилних бактерија или присуство других узрочника (Сулфиторедукујуће клостридије, Pseudomonas aeruginosa, Proteus и др.).

Разлоге оваквог стања микробиолошког квалитета подземних вода са јавних чесама, треба тражити у негативном антропогеном утицају на животну средину у градском подручју, нерешеном питању сакупљања отпадних вода и чврстог отпада на периферији, а посебно у чињеници да се не спроводи редовно инфраструктурно одржавање ових објеката (поправка и замена дотрајалих делова система, редовно чишћење и дезинфекција каптажа и резервоара).

Најчешћи разлози физичко-хемијске неисправности воде су најчешће повећање степена мутноће, концентрације нитрата и хлорида.

У оквиру Хидротехничког решења Макишког поља – Претходна студија оправданости са генералним планом (Јарослав Черни, 2020. године) приказан је хемијски састав подземних вода Макишке издани, коју одликује постојаност састава, не само у појединим, већ готово у свим деловима хидролошке године.

У погледу физичких карактеристика, подземне воде су без укуса, мириса, безбојне и бистре. Температура воде на позицијама експлоатационих бунара варира у границама 9-15 °C. pH-Вредност се креће у границама 6,5 до 8,5, па се може говорити и да су воде слабо киселе до слабо базне. У подземним водама преовлађују јони калцијума (4,1-341,0 mg/l) и магнезијума (2,4-107,0 mg/l), а затим јони натријума и калијума (7-301 mg/l). Однос Ca и Mg јона креће се у границама 1:2 до 1:3.

Хидрокарбонати варирају у границама 158-1013 mg/l, док су хлориди констатовани на свим позицијама експлоатационим бунарима и осматрачким пијезометрима у границама 8,5-63,9 mg/l. Сулфати нису констатовани на свим пијезометрима, а забележене су концентрације у границама од трагова до 160 mg/l. Амонијум јон је констатован од трагова до 6,0 mg/l. Једињења азота (нитрати и нитрити), констатовани су у различитим концентрацијама и то: $NO_2$ 0,01-0,6 mg/l, а $NO_3$ од трагова до 20 mg/l. На основу укупног садржаја свих јона, укупна минерализација варира у границама 171,9-1131,0 mg/l. Општа тврдоћа подземних вода на Макишу варира у границама 2,8-29,4 °dH.

У периоду од 1994. до 1995. у процесу интензивног мониторинга подземних вода у ширем комплексу Ранжирне станице „Београд“ у Макишу са циљем програмирања и дефинисања услова санације и рекуперације терена и подземних вода од утицаја акцидентног проливања ксилола, рађене су хемијске анализе тла и подземних вода на мрежи од 16 пијезометара позиционираних на простору станице, али и западним и СЗ границама у правцу Савске магистрале.

У наставку су дати резултати преузети из Хидротехничког решења Макишког поља - Претходна студија оправданости са генералним пројектом.

*Табела 5-3 Резултати хидрохемијског мониторинга ПВ у широј зони Ранжирне станице*

| | **П - 1** | | **П - 2** | | | **П - 3** | | | **П - 4** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ПАРАМЕТРИ | 5.12. 1994. | 17.7. 1995. | 5.12. 1994. | 15.12. 1994. | 17.7. 1995. | 5.12. 1994. | 17.3. 1995. | 17.7. 1995. | 5.12. 1994. | 15.12. 1994. | 17.3. 1995. |
| Мирис/укус | норм. | | норм. | | | норм. | | | норм. | | |
| Боја (Pt/Co) | <5 | | <5 | | | <5 | | | <5 | | |
| Мутноћа (NTU) | 15,0 | | 21,0 | | | 7,3 | | | 14,0 | | |
| pH вредност | 7,3 | | 7,3 | | | 7,3 | | | 7,5 | | |
| Утр. $KMnO_4$ (mg/l) | 11,4 | | 19,6 | | | 33,2 | | | 23,1 | | |
| Амонијак (mg/l) | 0,19 | | 0,23 | | | 0,31 | | | 0,43 | | |
| Хлориди (mg/l) | 24 | | 26 | | | 28 | | | 52 | | |

| | **П - 1** | | **П - 2** | | | **П - 3** | | | **П - 4** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ПАРАМЕТРИ | 5.12. 1994. | 17.7. 1995. | 5.12. 1994. | 15.12. 1994. | 17.7. 1995. | 5.12. 1994. | 17.3. 1995. | 17.7. 1995. | 5.12. 1994. | 15.12. 1994. | 17.3. 1995. |
| Нитрити (mg/l) | 0,00 | | 0,21 | | | 0,08 | | | 0,00 | | |
| Нитрати (mg/l) | 0,20 | | 1,80 | | | 6,8 | | | 0,4 | | |
| Гвожђе (mg/l) | 3,90 | 7,20 | 4,70 | | 64,0 | 1,20 | 32,0 | 8,80 | 6,60 | | 6,60 |
| Манган (mg/l) | 0,37 | 1,14 | 0,20 | | 3,28 | 1,44 | 2,90 | 1,70 | 0,14 | | 0,88 |
| Суви остатак (mg/l) | 582 | | 780 | | | 866 | | | 648 | | |
| Електропроводљивост (μS/cm) | 880 | | 1180 | | | 1310 | | | 980 | | |
| Фенол (mg/l) | 0,005 | 0,001 | 0,003 | <0,005 | 0,00 | 0,001 | 0,003 | 0,00 | 0,012 | <0,005 | 0,002 |
| Ксилол (mg/l) | <0,05 | 0,00 | <0,05 | <0,010 | 0,00 | <0,05 | <0,05 | 0,00 | <0,05 | <0,010 | <0,05 |

| | **П - 7** | | | **П - 8** | | **П - 10** | | **П - 11** | | | **Пд - 11** | | **Пд - 15** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ПАРАМЕТРИ | 5.12. 1994. | 15.12. 1994. | 17.3. 1995 | 5.12. 1994. | 15.12. 1994. | 5.12. 1994 | 15.12. 1994. | 5.12. 1994. | 15.12. 1995. | 17.7. 1995. | 5.12. 1994. | 17.3. 1995 | 5.12. 1994. | 17.3. 1995. |
| Мирис/укус | норм. | | | норм. | | норм. | | норм. | | | норм. | | норм. | |
| Боја (Pt/Co) | <5 | | | <5 | | <5 | | <5 | | | <5 | | <5 | |
| Мутноћа (NTU) | 6,5 | | | 8.6 | | 17.0 | | 18.0 | | | 6.0 | | 13.0 | |
| pH вредност | 7,5 | | | 7.4 | | 7.7 | | 7.5 | | | 7.5 | | 7.5 | |
| Утр. $KMnO_4$ (mg/l) | 8,5 | | | 14.2 | | 19.0 | | 21.5 | | | 9.8 | | 36.3 | |
| Амонијак (mg/l) | 0,00 | | | 0.00 | | 1.01 | | 0.23 | | | 0.00 | | 0.00 | |
| Хлориди (mg/l) | 60 | | | 142 | | 60 | | 34 | | | 16 | | 14 | |
| Нитрити (mg/l) | 0,08 | | | 0.00 | | 0.021 | | 0.002 | | | 0.015 | | 0.00 | |
| Нитрати (mg/l) | 0,2 | | | 0.2 | | 1.1 | | 4.1 | | | 0.4 | | 0.7 | |
| Гвожђе (mg/l) | 4,00 | | 9,60 | 1.30 | | 0.80 | | 0.05 | | 15.50 | 3.30 | 2.20 | 2.20 | 6.40 |
| Манган (mg/l) | 0,16 | | 0,27 | 0.00 | | 0.22 | | 0.00 | | 1.02 | 0.29 | 0.14 | 0.22 | 0.17 |
| Суви остатак (mg/l) | 714 | | | 952 | | 482 | | 469 | | | 648 | | 582 | |
| Електропроводљивост (μS/cm) | 1080 | | | 1440 | | 730 | | 710 | | | 980 | | 880 | |
| Фенол (mg/l) | 0,00 | <0,005 | 0,00 | 0.00 | <0.005 | 0.00 | <0.005 | 0.001 | <0.005 | 0.00 | 0.002 | 0.00 | 0.002 | 0.00 |
| Ксилол (mg/l) | <0,05 | <0,010 | <0,05 | <0.05 | <0.010 | <0.05 | <0.010 | <0.05 | <0.010 | 0.00 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |

У оквиру инжењерско-геолошких истраживања за потребе урбанистичко-архитектонског конкурса и плана за део Макишког поља („Tilex“ д.о.о, 2016. године), реализован је обим наменских анализа хидрохемијског састава подземних вода на извојене 4 истражно структурне бушотине. Како су Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Службени гласник РС“, број 50/2012) дефинисане граничне вредности нитрата и активних супстанци у пестицидима у узорцима подземне воде, добијене вредности су упоређене са Правилником о хигијенској исправности воде за пиће („Службени гласник РС“, број 42/1998, 44/1999, 28/2019). Од анализираних параметара хидрохемијског састава, ни на једној локацији није прекорачена максимално дозвољена концентрација неорганских материја.

*Табела 5-4 Резултати хемијске анализе воде подземне воде из бушотина Б2, Б5, Б9 и Б14*

| **Параметар и мерна јединица** | **Б-2** | **Б-5** | **Б-9** | **Б-14** | **МДК неорганских материја у води за пиће, mg/l** |
|---|---|---|---|---|---|
| pH вредност | 6,86 | 7,09 | 7,11 | 7,16 | - |
| Кадмијум, mg/l | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | 0,003 |
| Олово, mg/l | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | 0,01 |
| Жива, mg/l | <0,0007 | <0,0007 | <0,0007 | <0,0007 | 0,001 |
| Арсен, mg/l | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | 0,01 |
| Хром, mg/l | <0,16 | <0,16 | <0,16 | <0,16 | 0,05 |
| Никл, mg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,02 |
| Бакар, mg/l | <0,06 | <0,06 | <0,06 | <0,06 | 2,0 |
| Цинк, mg/l | <0,016 | <0,016 | <0,016 | <0,016 | 3,0 |
| Флуориди, mg/l | 0,18 | 0,16 | 0,29 | 0,17 | 1,2 |
| Бор, mg/l | <0,1 | <0,1 | 0,13 | <0,1 | 1,0 |

За потребе начелне идентификације услова сталног смањења издашности Рени бунара, и сходно томе и индиректног продуковања потенцијалних издизања нивоа подземних вода у непосредном залеђу, за ниво овог сепарата, анализирани су и подаци других физичко хемијских процеса, који могу или већ то континуално продукују појаве старења, зарастања дренова, колмирања, па тиме и измене комплексне пијезометарске слике изворишног комплекса, али и његовог залеђа.

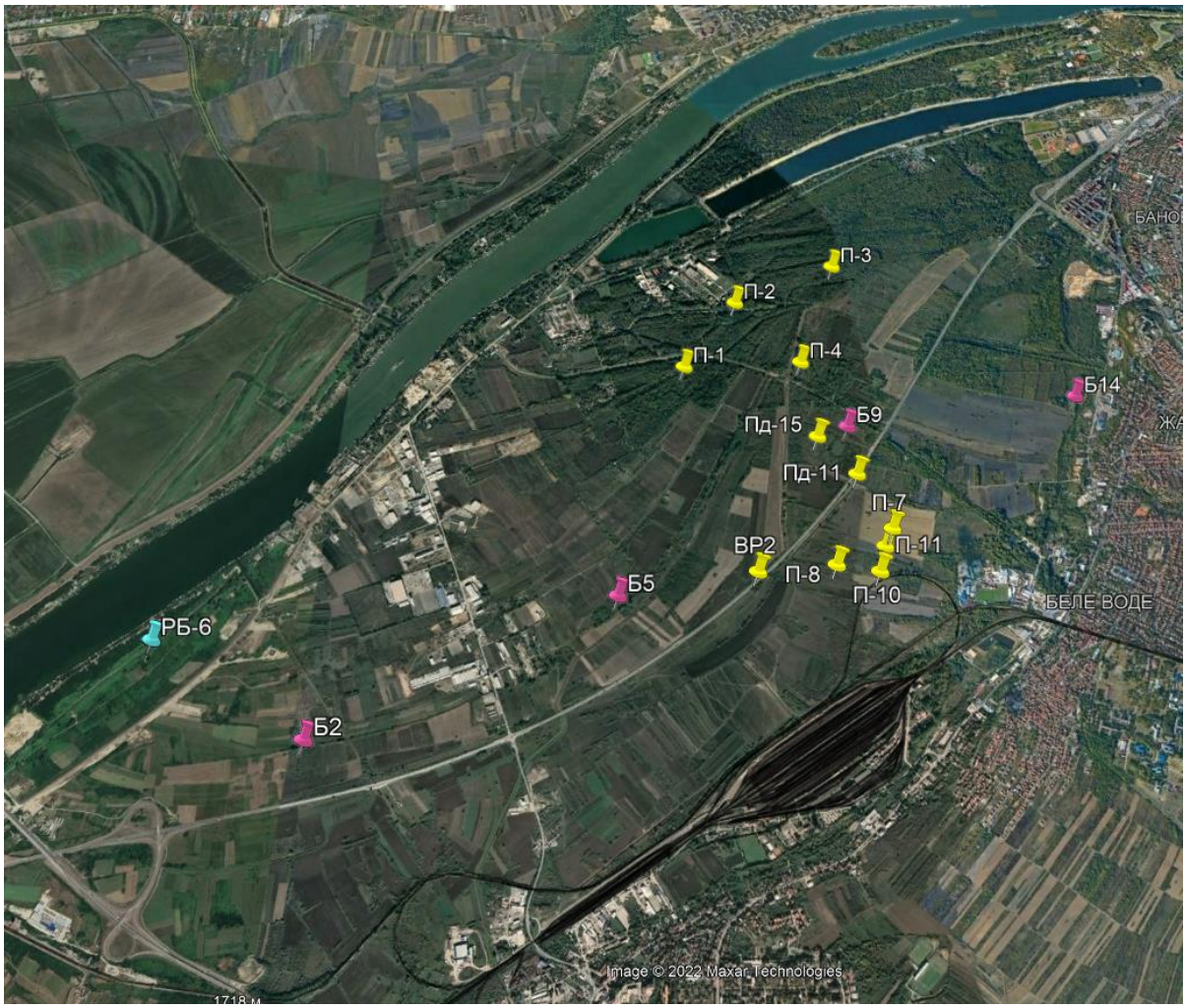
Оксидо редукциони потенцијал и оксичност, битни су због процеса који се одвијају у издани. Ови процеси утичу и на квалитет подземних вода, у погледу разградње нитрата у анаеробним условима, али исто тако могу довести и до обрања гвожђа које узрокује дирекно и интензивно запушење водопријемних дренова или филтера бунара и у крајњој консеквенци брзо „старење“, односно опадање капацитета.

Према наменској хемијској анализи подземне воде каптиране на различитим водопријемним дреновима на Рени бунару РБ-6 запажа се да у дубљим хоризонтима (дреновима на већим релативним дубинама) постоји веће учешће гвожђа (Fe јона), посебно двовалентног које је растворено у подземној води. У процесу преласка Fe јона из двовалентног у тровалентни облик, на контакту са филтерским делом дрена, услед промене редокс потенцијала, у прифилтарској зони ствара се талог (инкрустат) на филтру. Поред тога, услед биозарастања које се јавља као последица бујања гвожђевитих бактерија приликом ових процеса, долази колмирања филтерских делова, али и значајног умањења струјања подземних вода у прифилтарској зони бунара, те укупно смањене порозности изданске средине у непосредној и широј зони водопријемних дренова.

*Табела 5-5 Резултати хемијске анализе воде из РБ-6 на различитим дубинама*

| **Параметар** | **Узорак 1 (већа дубина)** | **Узорак 2 (мања дубина)** |
|---|---|---|
| Температура воде | 13,8 | 12,0 |
| pH вредност | 7,69 | 7,76 |
| Електропроводљивост | 472 | 465 |
| Садржај кисеоника, mg/l | 0,10 | 0,92 |
| Укупне растворене материје на 105 °C | 299 | 296 |
| Угљен диоксид, mg/l | 10,4 | 8,5 |
| Амониум јон, mg/l | 0,39 | 0,17 |
| Нитрити, mg/l | <0,005 | <0,005 |
| Нитрати, mg/l | <0,05 | <0,05 |
| Укупни алкалитет, mg $CaCO_3$/l | 208 | 199,5 |
| Бикарбонати, mg/l | 253,8 | 243,4 |
| Карбонати, mg/l | 0 | 0 |
| Хлориди, mg/l | 14,52 | 17,02 |
| Сулфати, mg/l | 25,71 | 33,54 |
| Сулфиди, mg/l | <0,04 | <0,04 |
| Силицијум, mg/l | 8,87 | 7,52 |
| Укупна тврдоћа, mg $CaCO_3$/l | 212,6 | 201,6 |
| Двовалентно гвожђе, mg/l | 0,42 | 0,18 |
| Гвожђе, mg/l | 0,49 | 0,24 |
| Манган, mg/l | 0,61 | 0,56 |
| Калцијум, mg/l | 65,73 | 62,29 |
| Магнезијум, mg/l | 11,77 | 11,20 |
| Натријум, mg/l | 7,69 | 6,20 |
| Калијум, mg/l | 1,01 | 0,81 |
| Арсен, µg/l | <20 | <20 |
| Цинк, µg/l | <2 | <2 |
| Кадмијум, µg/l | <2 | <2 |
| Никл, µg/l | <2 | <2 |

| Параметар | Узорак 1 (већа дубина) | Узорак 2 (мања дубина) |
|---|---|---|
| TOC, mg/l | 0,99 | 0,82 |




*Слика 5.8 Положај пијезометара, бушотина и рени бунара*

**Подаци ПП „Баново брдо“ о квалитету сирове (подземне) воде**

Јавно комунално предузеће „Београдски водовод и канализација“ доставило је резултате мониторинга подземне воде која се у ПП „Баново брдо“ користи за добијање пијаће воде. Достављени су просечни квартарни резултати за период од 2015. до 2021. године, а у наредној табели приказани су резултати за последњих пет година. У наредној табели дати су подаци о квалитету воде.

*Табела 5-6 Подаци о квалитету подземне воде на ПП „Баново брдо“*

| Година | Квартал | Параметар и мерна јединица | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Мутноћа (NTU) | pH вредност | Утрошак $KMnO_4$ (mg/l) | Амонијум јон (mg/l) | Укупно гвожђе (mg/l) | Манган (mg/l) |
| 2017 | I | 36,66 | 7,53 | 3,78 | 0,43 | 3,28 | 0,027 |
| | II | 2,31 | 7,54 | 3,90 | 4,73 | 1,10 | 0,026 |
| | III | 5,77 | 7,52 | 3,89 | 0,52 | 1,41 | 0,024 |

| Година | Квартал | Параметар и мерна јединица | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Мутноћа (NTU)** | **pH вредност** | **Утрошак $KMnO_4$ (mg/l)** | **Амонијум јон (mg/l)** | **Укупно гвожђе (mg/l)** | **Манган (mg/l)** |
| | IV | 9,67 | 7,58 | 3,9 | 0,51 | 1,22 | 0,026 |
| **2018** | I | 6,4 | 7,6 | 3,63 | 0,55 | 1,12 | 0,026 |
| | II | 6,44 | 7,53 | 3,37 | 0,48 | 0,94 | 0,027 |
| | III | 6,03 | 7,46 | 4,16 | 0,47 | 0,95 | 0,024 |
| | IV | 7,73 | 7,45 | 4,12 | 0,45 | 1,07 | 0,026 |
| **2019** | I | 6,75 | 7,48 | 3,64 | 0,43 | 1,14 | 0,022 |
| | II | 42,00 | 7,48 | 3,66 | 0,43 | 1,043 | 0,0196 |
| | III | 2,00 | 7,43 | 3,43 | 0,42 | 1,06 | 0,018 |
| | IV | 1,98 | 7,48 | 3,52 | 0,39 | 1,14 | 0,018 |
| **2020** | I | 2,75 | 7,47 | 3,34 | 0,40 | 1,15 | 0,016 |
| | II | 2,64 | 7,47 | 3,37 | 0,46 | 1,21 | 0,020 |
| | III | 2,78 | 7,46 | 3,62 | 0,53 | 1,11 | 0,023 |
| | IV | 3,34 | 7,49 | 3,51 | 0,58 | 1,20 | 0,017 |
| **2021** | I | 2,84 | 7,54 | 3,70 | 0,57 | 1,23 | 0,015 |
| | II | 2,60 | 7,48 | 3,47 | 0,58 | 1,22 | 0,014 |
| | III | 2,90 | 7,47 | 3,63 | 0,57 | 1,08 | 0,017 |
| | IV | - | - | - | - | - | - |

## 5.3 Ваздух

Контрола квалитета ваздуха на територији Београда врши се кроз систем мониторинга који је успостављен националном и локалном мрежом мерних станица (Извор: Квалитет животне средине у Београду за 2018. годину, Градска управа, Секретаријат за заштиту животне средине, 2019.).

Програм мерења загађења ваздуха на територији Београда осигурава постизање неколико циљева:

- праћење нивоа загађења ваздуха у односу на граничну вредност (ГВ), толерантну вредности (ТВ), максималне дозвољене вредности (МДВ) и циљне вредности (ЦВ),
- предузимање превентивних мера за заштиту ваздуха од загађења,
- информисање јавности и давање препорука за понашање у догађајима повећаног загађења ваздуха,
- праћење трендова концентрација по зонама градске територије,
- процену изложености становништва,
- идентификација извора загађења или ризика,
- евалуација дуготрајних трендова,
- сагледавање утицаја предузетих мера на степен загађености ваздуха.

Редовни државни и локални мониторинг квалитета ваздуха

Уредбом о утврђивању зона и агломерација („Службени гласник РС“, број 58/2011 и 98/2012) подручје Србије подељено је на три зоне и осам агломерација, ради контроле, одржавања услова и/или побољшања квалитета ваздуха. Цела територија града Београда припада агломерацији „Београд“.

Захтеви за праћење квалитета ваздуха, који укључују критеријуме за одређивање минималног броја мерних места и места узорковања у случају фиксних и индикативних мерења, методологије за мерење и процену квалитета ваздуха, захтеве

података и методе за пружање података о оцени квалитета ваздуха, као и обим и садржај информација о процени квалитета ваздуха утврђена је Уредбом о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Службени гласник РС“, број 11/2010, 75/2010 и 63/2013).

У складу са Законом о заштити ваздуха, Агенција за заштиту животне средине је проглашена одговорним извршиоцем за успостављање и управљање системом за аутоматско праћење квалитета ваздуха у оквиру државне мреже за мониторинг, док је Секретаријат за заштиту животне средине града Београда задужен за контролу квалитета ваздуха у локалној мрежи града Београда.

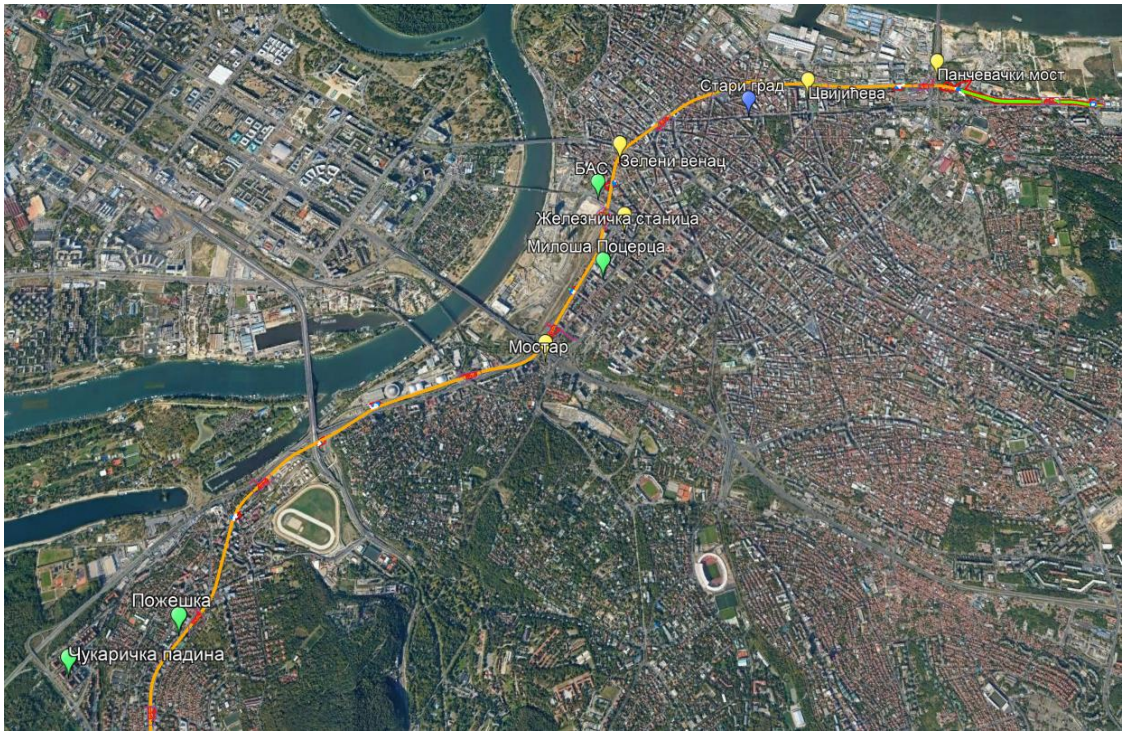
Мониторинг квалитета ваздуха у локалној мрежи на територији Београда је утврђен Програмом контроле квалитета ваздуха на територији Београда, број 501-164/16-С („Службени лист града Београда”, бр. 14/2016). Програм је усклађен и оцена квалитета ваздуга је извршена према критеријумима Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Службени гласник РС”, бр. 11/2010, 75/2010, 63/2013).

Програмом су обухваћена континуална фиксна мерења (ниво загађујућих материја пореклом од стационарних извора загађивања ваздуха у насељеним подручјима и ниво загађујућих материја пореклом од стационарних извора загађивања ваздуха у индустријским подручјима) и индикативна мерења (ниво загађујућих материја пореклом од покретних извора загађивања ваздуха).

За приказ квалитета ваздуха на подручју Београда кроз који пролази траса линије 1 метроа коришћени су подаци за последње три године (2018-2020) са следећих станица у оквиру локалне и државне мреже:

- Станице **Милоша Поцерца, Пожешка, БАС, Чукаричка падина** (зелена ознака на мапи): локална мрежа, врше се континуална фиксна мерења нивоа загађујућих материја у насељеним подручјима;
- Станица **Стари град** у овкиру државне мреже (плава ознака на мапи), мерења обухватају $NO_2$, $O_3$, CO, $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$.

Подаци о измереним вредностима загађујућих материја ($NO_2$, $SO_2$ и CO) на прометним саобраћајницама (мерне станице: Цвијићева, Железничка станица, Зелени венац, Мостар, Панчевачки мост (жута ознака на мапи) доступни су за период од 2011. до 2016. године и засебно су приказани.




*Слика 5.9 Положај мерних станица уз трасу линије 1*

Оцена квалитета ваздуха врши се на основу средњих годишњих концентрација загађујућих материја добијених мониторингом квалитета ваздуха у државној мрежи и локалним мрежама за мониторинг ваздуха. У агломерацији Београд у последњих десет година, ваздух припада трећој категорији (прекомерно загађен ваздух) услед прекорачења толерантних вредности за једну или више загађујућих материја. Друга категорија, односно умерено загађен ваздух (прекорачене граничне вредности за једну или више загађујућих материја) постигнут је 2014. године.

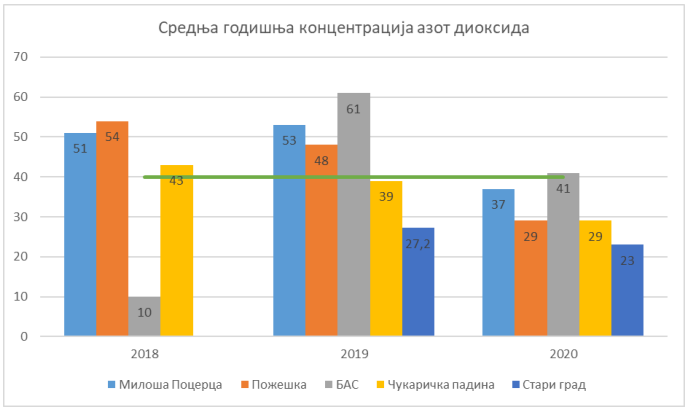
Прекомерно загађен ваздух у Београду углавном је последица повећаних концентрација суспендованих честица PM10 и PM2.5, али и због повећаних концентрација азот диоксида.

Сумпор диксид

Концентрација сумпор диоксида прати се на мерним станицама БАС, Чукаричка падина и Пожешка (подаци нису доступни за 2019. и 2020. годину). У 2018. години прекорачене су дневна гранична вредност (86 пута) и гранична вредност за календарску годину.

Азот диоксид

Концентрација азот диоксида мери се на станицама Милоша Поцерца, Пожешка, БАС, Чукаричка падина и Стари град. Гранична вредност за календарску годину прекорачена је на мерним страницама: Милоша Поцерца (2018, 2019), Пожешка (2018, 2019), БАС (2019, 2020), Чукаричка падина (2018).

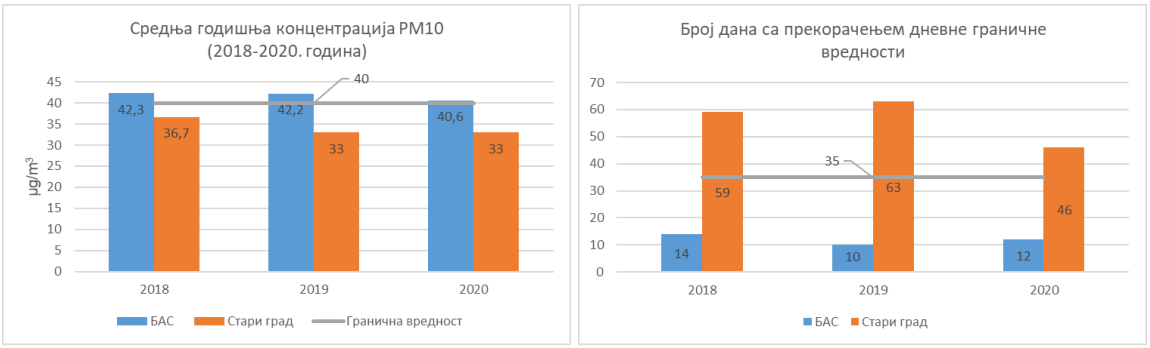



*Слика 5.10 Средње годишње концентрације азот диоксида*

<u>Суспендоване честице PM 10 и PM 2.5</u>

Концентрација суспендованих честица PM10 прати се на мерним станицама БАС и Стари град, док се PM 2.5 прате само на Старом граду.

Резултати за период 2018-2020. година показују да су на мерној станици БАС средње годишње концентрације PM10 биле изнад граничне вредност, али и да су дневне концентрације знатно ниже од оних измерених на станици Стари град, с обзиром да је број дана са концентрацијом изнад дневне граничне вредности знатно мањи од броја дана на станици Стари град.




*Слика 5.11 Средње годишње концетрације PM10 и број дана са прекорачењем дневне граничне вредности*

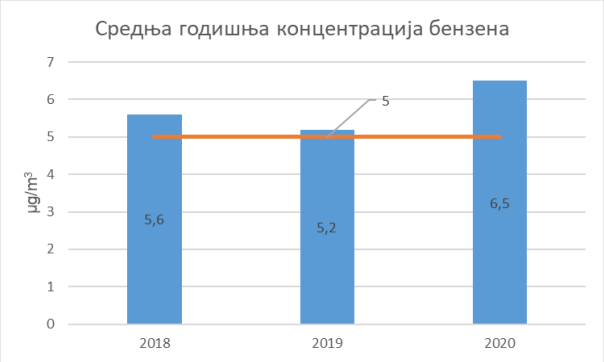
Средња годишња концентрација PM2,5 прекорачена је током све три године на мерној станици Стари град, као што је приказано на наредном графику.




*Слика 5.12 Средње годишње концетрације PM2,5*

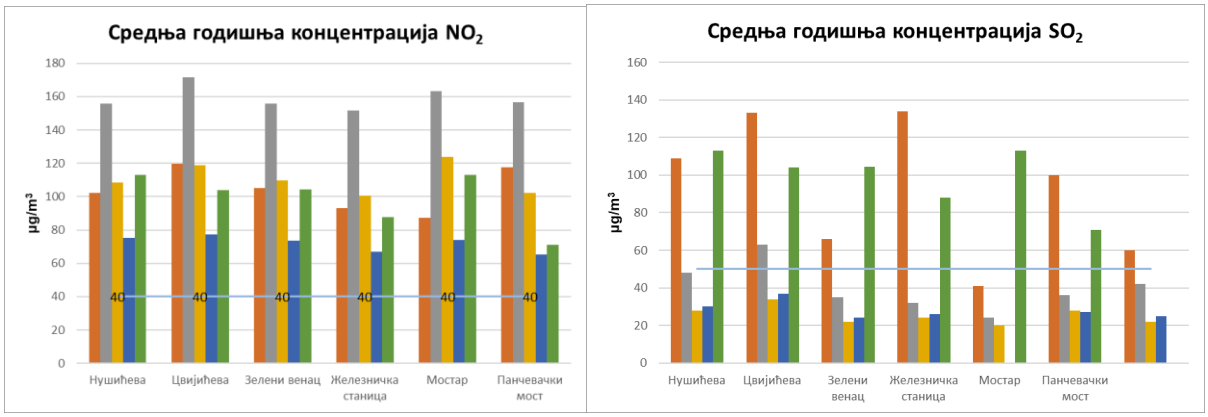
Бензен

Концентрација бензена прати се на мерној станици БАС. Резултати приказани на наредном дијаграму показују да је средња годишња концентрација прекорачена у последње три године, при чему је највиша вредност измерена 2020. године.




*Слика 5.13 Средње годишње концетрације бензена*

Концентрације загађујућих материја на прометним саобраћајницама су знатно више и у већини случајева прекорачују средњу граничну вредност. На наредним дијаграмима приказане су средње граничне вредности $NO_2$ и $SO_2$ на мерним станицама Цвијићева, Железничка станица, Зелени венац, Мостар, Панчевачки мост у периоду од 2011. до 2016. године. Годишња концентрација угљен моноксид није била прекорачена у посматраном периоду.




*Слика 5.14 Средње годишње концетрације NO2 и SO2*

## 5.4 Земљиште

**Претходно доступни подаци**

Квалитет земљишта на територији Београда показује одступање од прописаних граничних вредности што је условљено урбанизацијом, антропогеним загађењем пореклом из индустрије, термоенергетског сектора, саобраћаја, али и непрописним одлагањем отпада, испуштањем комуналних отпадних вода без претходног третмана у водотоке, историјским загађењем пореклом из пољопривреде и другим.

Мониторинг земљишта обавља се у складу са Законом о заштити земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 112/15), Правилником о начину одређивања и одржавања зона и појасева санитарне заштите изворишта водоснабдевања („Сл. гласник РС“, бр. 92/08), Уредбом о програму систематског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих

програма („Сл. гласник РС“, бр. 88/10) и Уредбом о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту („Сл. гласник РС“, бр. 30/18).

Број узорака у претходним годинама који је анализиран није довољан како би се стекао прави увид у стање квалитета земљишта, посебно не на траси будућих линија метроа. На свим локацијама узорковање је вршено са дубина 0,10 и 0,50 m. Анализе узорака у периоду 2008-2018. године (наредна табела), указују на повећане концентрације DDT (посебно у Макишу), PCB и Ni, Zn, Pb, Cd, As, Cu, As, Cr, Hg, док је у истом периоду радиоактивност земљишта била на републичком просеку. У периоду 2014-2015. године нису вршена узорковања. Периодични извештај о спровођењу програма испитивања загађености земљишта на територији Београда за период март-април-мај 2019. године, који је израдио Градски завод за јавно здравље за потребе Секретаријата за заштиту животне средине Града Београда, указује на увећане вредности Ni у близини ранжирне станице у Железнику и Pb, Cd, Zn, $C_{10}$-$C_{40}$ код НИС пумпе код аутобуског стајалишта „Чукарица“.

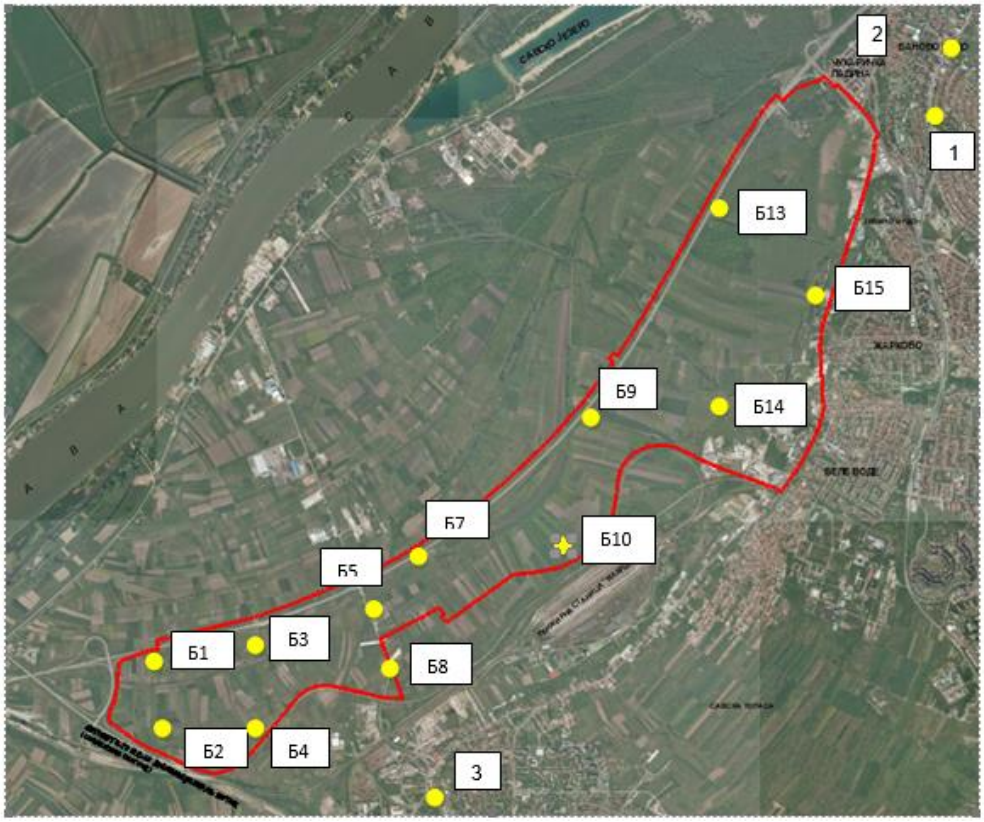
**Квалитет земљишта Макишког поља**

Квалитет земљишта Макишког поља анализиран је 2017. године ради израде геолошке студије на подручју ПДР. Узроковање је извршено на десет места: Б1, Б4, Б7, Б8, Б10, Б13, Б3, Б5, Б9 и Б15. Хемијска испитивања узорака земљишта извршена су у складу са Правилником о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања („Службени гласник РС“, бр. 23/1994). За узорке Б1, Б4, Б7, Б8, Б10 и Б13, концентрације кадмијума, олова, живе, арсена, хрома, никла, бакра, цинка, бора и водорастворних флуида биле су ниже од максимално дозвољених концентрација дефинисаних из поменутог Правилника. Међутим, концентрације никла изнад максимално дозвољених концентрација пронађене су у узорцима из Б3, Б5, Б9 и Б15 и највероватније су повезане са геохемијским саставом земљишта.

Међутим, наведени Правилник донет је на основу Закона о пољопривредном земљишту, док се мониторинг земљишта врши у складу са Законом о заштити земљишта и Уредбом о граничним вредностима загађујућих штетних и опасних материја у земљишту („Сл. гласник РС“, бр. 30/2018 и 64/2019)

С обзиром да у Извештају о стратешкој процени утицаја на животну средину нису доступне измерене вредности кадмијума, олова, живе, арсена, хрома, никла, бакра, цинка, бора и водорастворних флуида, извршено је поређење максимално дозвољених концентрација из Правилника о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање („Сл. гласник РС“ бр. 23/1994) и ремедијационе вредности Уредбе о граничним вредностима загађујућих штетних и опасних материја у земљишту („Сл. гласник РС“, бр. 30/2018 и 64/2019). На основу дате табеле, може се закључити да су максималне дозвољене вредности из Правилника („Сл. Гласник РС“ бр. 23/1994) вишеструко строже од ремедијационих вредности датих Уредбом („Сл. гласник РС“, 30/2018 и 64/2019), чиме се закључује да уколико концентрације полутаната у земљишту нису прелазиле максимално дозвољене концентрације дефинисане Правилником („Службени гласник РС“, бр. 23/1994), такође нису прекорачене ни ремедијационе вредности дефинисане Уредбом („Сл. гласник РС“, 30/2018 и 64/2019).

| Хемијски елементи | Правилник („Сл. Гласник РС“ бр. 23/1994), максимално дозвољене вредности (mg/kg) | Уредба („Сл. гласник РС“, 30/2018 и 64/2019) | |
|---|---|---|---|
| | | Гранична максимална вредност (mg/kg) | Ремедијационе вредности (mg/kg) |
| Кадмијум | до 3 | 0,8 | 12 |
| Олово | до 100 | 85 | 530 |
| Жива | до 2 | 0,3 | 10 |
| Арсен | до 25 | 29 | 55 |
| Хром | до 100 | 100 | 380 |
| Никл | до 50 | 35 | 210 |
| Флуор | до 300 | 500 | - |
| Бакар | до 100 | 36 | 190 |
| Цинк | до 300 | 140 | 720 |
| Бор | до 50 | - | - |




*Слика 5.15 Локације на којима је вршено испитивање земљишта*

**Квалитет земљишта у близини трасе линије**

Током кампање 2016. године нису забележена значајнија одступања у погледу концентрација испитиваних параметара на местима узорковања у оквиру истраживаног подручја.

Кампања 2017. године, укључивала је једну локацију узорковања у близини подручја истраживања са значајним одступањима, која је затим била укључена и у кампању 2019. године:

- Узорак из нехигијенско насеље у улици Вука Врчевића;

- Два узорка са дивље депоније у оквиру нехигијенског насеља у улици Вука Врчевића, 150 m од Панчевачког моста.

Ова места узорковања налазе се северно од подручја истраживања, у нехигијенском насељу које се налази на око 300 m од станице Панчевачки мост.

За узорак из нехигијенског насеља узет на дубини од 10 cm, концентрације цинка и бакра су значајно премашиле ремедијациону вредност. Према извештају, ова прекорачења указују да се локација налази под антропогеним утицајем, односно изложена је опасним и штетним материјама које се могу наћи у земљишту. У конкретном случају, налаз се може односити на коришћење земљишта, у циљу одлагања прикупљених секундарних сировина и отпада.

На дивљој депонији, концентрација бакра је премашила ремедијациону вредност на обе дубине узорковања (10 cm и 50 cm). Како се наводи у извештају, ова прекорачења се могу објаснити одлагањем разних врста отпада, као и прерадом, складиштењем и селекцијом секундарних сировина.

Још једна локација за узорковање, близу подручја истраживања из кампање која је рађена 2019. године, показала је значајна одступања, која су детаљно описана у наставку: Чукарица-Обреновачки пут, прекопута НИС-ове бензинске станице, 20 m пре аутобуског стајалишта „Чукарица“.

Ово место узорковања се налази западно од истражног подручја, на приближно 300 m од окна 04, у непосредној близини аутобуског стајалишта „Чукарица“. За узорак узет на дубини од 10 cm, концентрација PCB (полихлоровани бифенил) је премашила ремедијациону вредност.

Резултати кампања испитивања квалитета земљишта од 2006. до 2013. године

Од 2011. до 2013. године, састав земљишта из добијених података коришћен је за прерачунавање ремедијационих вредности и детектовање узорака који имају значајна одступања.

Од 2006. до 2011. године, састав земљишта није дат у добијеним подацима, па су средње вредности израчунате узимајући у обзир све измерене проценте глине и органских материја у земљишту Београда од 2011. до 2019. године: глина: 12,7% и органске материје: 5,7%.

Коришћењем датог састава земљишта од 2011. до 2013. године и горе наведених средњих вредности за претходне године за израчунавање коригованих ремедијационих вредности анализираних параметара (метали, полициклични ароматични угљоводоници ПАХ и полихлоровани бифенил PCB), утврђено је да следећи узорци имају значајне вредности одступања, PCB и ПАХ:

*Табела 5-7 Узорци мерења из кампање од 2006. до 2013. године са значајним одступањима у квалитету земљишта*

| **Година узорковања кампање** | **Локација и приближна удаљеност од трасе** | **Испитивани параметри (дубина)** |
|---|---|---|
| 2007 | Скадарлија, 100 m од станице Скадарлија | Цинк (10 cm) |
| 2008 | Студентски академски парк,<br>300 m од станице Скадарлија | Олово (50 cm) |
| 2013 | Надвожњак код Панчевачког моста 1,<br>мање од 100 m од станице Панчевачки мост | Бакар и никл (10 cm и 50 cm) |

| Година узорковања кампање | Локација и приближна удаљеност од трасе | Испитивани параметри (дубина) |
|---|---|---|
| | Надвожњак код Панчевачког моста 2, на мање од 100 m од станице Панчевачки мост | Никл (10 cm) |
| | Трг на углу Поенкареве улице и улице Јована Авакумовића 1, 100 m од станице Дунав | Арсен (50 cm) |
| | Трг на углу Поенкареве улице и улице Јована Авакумовића, 100 m од Дунав станице | Арсен (50 cm) |

*Резултати добијени коришћењем средњих вредности за састав земљишта (за године од 2006. до 2010.)

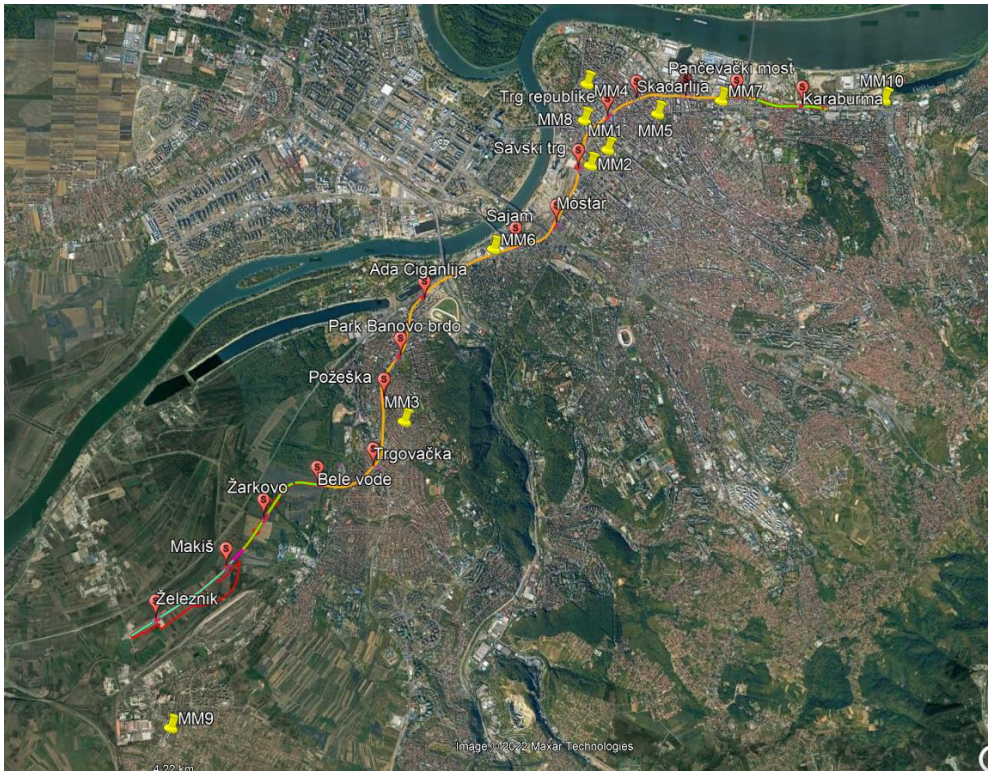
## 5.5 Бука

Комунална бука у Београду потиче највећим делом од саобраћаја, док је бука која потиче од индустрија мање присутна. У последњих неколико година, уочен је повишен допринос новоу комуналне буке која потиче од угоститељских објеката и грађевинских активности.

Праћење нивоа буке у Београду, почев од 2004. године, врши се два пута годишње. Мерна места су одабрана у договору са Секретаријатом за заштиту животне средине града Београда, као репрезенти појединих градских зона различите намене, са акцентом на утицај саобраћаја као најзначајнијег извора буке.

Нивои буке прате се у два циклуса (пролећни и јесењи) на 35 локација, од којих су мерна места у близини трасе линије 1 приказани у наредој табели и на наредној слици.

*Слика 5.16 Позиција мерних места дуж трасе линије 1*




Резултати мерења буке на изабраним мерним местима у периоду од 2010. до 2020. године приказани су у наредној табели. На основу одступања индикатора $L_{day}$, $L_{evening}$ и

$L_{night}$ од дозвољених граничних вредности, закључује се да на великом броју мерних места ниво буке прелази допуштене граничне вредности у односу на претпостављену акустичку зону којој припада, како за ноћ, тако и за вече и дан.

У поглављу 9.1. Приказ стања животне средине пре почетка функционисања пројекта на локацијама где се очекује утицај на животну средину дати су резултати мониторинга буке на траси линије 1 метроа.

*Табела 5-8 Упоредни приказ историјских резултата за период од 2010. до 2020. године.*

| **Ознака на мапи** | **Мерно место** | **Зона** | **Граничне вредности зоне** | | **Година** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **дан и вече** | **ноћ** | | **2010** | **2011** | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** |
| MM1 | Краљице Наталије 62, ГАК Народни фронт | градски центри | 65 | 55 | дан | 66 | 69 | 66 | 68 | 66 | 68 | 65 | 66 | 63 | 63 | 63 |
| | | | | | вече | / | / | / | 71 | 66 | 65 | 65 | 65 | 62 | 62 | 61 |
| | | | | | ноћ | 64 | 64 | 64 | 66 | 62 | 60 | 59 | 62 | 57 | 57 | 56 |
| MM2 | Немањина 2, Болница „Свети Сава“ | стамбена зона | 65 | 55 | дан | 70 | 70 | 70 | 69 | 65 | 65 | 60 | 63 | 64 | 64 | 59 |
| | | | | | вече | / | / | / | 69 | 64 | 63 | 60 | 62 | 63 | 63 | 56 |
| | | | | | ноћ | 66 | 65 | 63 | 65 | 60 | 56 | 55 | 59 | 59 | 59 | 55 |
| MM3 | Благоја Паровића 72 | зона поред саобраћајница | 65 | 55 | дан | 66 | 65 | 65 | 65 | 59 | 65 | 64 | 66 | 61 | 60 | 65 |
| | | | | | вече | / | / | / | 64 | 56 | 65 | 63 | 66 | 57 | 59 | 64 |
| | | | | | ноћ | 62 | 61 | 55 | 60 | 52 | 59 | 58 | 60 | 51 | 54 | 58 |
| MM4 | Узун Миркова 2, Етнографски музеј | градски центри | 65 | 55 | дан | 64 | 60 | 60 | 60 | 56 | 60 | 61 | 60 | 61 | 59 | 61 |
| | | | | | вече | / | / | / | 59 | 58 | 60 | 58 | 59 | 61 | 57 | 64 |
| | | | | | ноћ | 60 | 67 | 58 | 55 | 53 | 60 | 58 | 59 | 57 | 52 | 62 |
| MM5 | Далматинска 1 | градски центри | 65 | 55 | дан | 65 | 64 | 62 | 64 | 60 | 60 | 64 | 60 | 62 | 60 | 61 |
| | | | | | вече | / | / | / | 63 | 58 | 58 | 62 | 61 | 62 | 57 | 60 |
| | | | | | ноћ | 59 | 59 | 57 | 57 | 53 | 53 | 57 | 55 | 55 | 50 | 56 |
| MM6 | Војводе Мишића 43, Институт ИМС | зона поред саобраћајница | 65 | 55 | дан | 61 | 75 | 73 | 73 | 68 | 74 | 66 | 65 | 68 | 66 | 65 |
| | | | | | вече | / | / | / | 73 | 68 | 74 | 66 | 65 | 68 | 65 | 64 |
| | | | | | ноћ | 51 | 69 | 69 | 68 | 64 | 69 | 62 | 62 | 64 | 62 | 60 |
| MM7 | Булевар деспота Стефана 122, Пореска управа | зона поред саобраћајница | 65 | 55 | дан | 82 | 75 | 70 | 71 | 69 | 72 | 70 | 71 | 69 | 68 | 70 |
| | | | | | вече | / | / | / | 70 | 69 | 72 | 69 | 71 | 69 | 68 | 69 |
| | | | | | ноћ | 76 | 67 | 66 | 66 | 65 | 69 | 66 | 66 | 65 | 64 | 65 |
| MM8 | Југ Богданова 8 | градски центри | 65 | 55 | дан | 72 | 73 | 72 | 72 | 70 | 71 | 65 | 67 | 68 | 67 | 69 |

| **Ознака на мапи** | **Мерно место** | **Зона** | **Граничне вредности зоне** | | **Година** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **дан и вече** | **ноћ** | | **2010** | **2011** | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** |
| | | | | | вече | / | / | / | 73 | 70 | 70 | 65 | 65 | 67 | 66 | 67 |
| | | | | | ноћ | 61 | 70 | 70 | 69 | 66 | 65 | 60 | 62 | 64 | 63 | 63 |
| ММ9 | Стевана Филиповића 32 | стамбена зона | 55 | 45 | дан | 56 | 54 | 55 | 58 | 59 | 66 | 62 | 61 | 61 | 61 | 65 |
| | | | | | вече | / | / | / | 60 | 57 | 66 | 61 | 65 | 61 | 59 | 66 |
| | | | | | ноћ | 49 | 49 | 52 | 53 | 53 | 61 | 57 | 56 | 56 | 55 | 63 |
| ММ10 | Вишњичка 106а | индустријска зона | 65 | 55 | дан | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 67 |
| | | | | | вече | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 67 |
| | | | | | ноћ | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 63 |

## 5.6 Опис осталих чинилаца животне средине за које постоји могућност да буду знатно изложени ризику услед извођења предложеног пројекта

Подаци који се односе на становништво, фауну и флору, климатске чиниоце, грађевине, непокретна културна добра, археолошка налазишта и амбијенталне целине и пејзаж су обрађени су у поглављима 2 и 6.

## 5.7 Међусобни однос наведених чинилаца

Међусобни однос наведених чинилаца је детаљно дат у потпоглављу 6.13 Кумулативни утицај пројеката изградње депоа и објеката линије 1 фазе 1 на животну средину

# 6 ОПИС МОГУЋИХ ЗНАЧАЈНИХ УТИЦАЈА ПРОЈЕКТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Утицаји на животну средину који настају као резултат изградње објеката на линији 1 метроа могу се поделити на привремене утицаје, односно утицаје током изградње и дуготрајне утицаје, који се јављају након извршене изградње, односно у току експлотације метроа.

Основна карактеристика привремених утицаја је да они трају само колико и радови који се изводе у циљу изградње објеката линије 1 фазе 1 метроа. У којој ће мери бити изражен утицај на животну средину зависи од два кључна фактора: врсте грађевинских радова и осетљивости околног окружења.

Како би се радови на изградњи станица, окана и трасе на површини и у отвореном ископу могли у потпуности сагледати и тиме проценити утицај на окружење, потребно је извршити поделу радова по врсти радова и дужини извођења: припремни радови и грађевински радови.

Припремни радови, унутар-градилишни радови подразумевају сечење шибља, дрвећа и уклањање његовог корења и чишћење терена, допремање грађевинских машина и опреме, допремање и складиштење грађевинског материјала, уређење градилишта и демонтажу и уклањање затечених објеката и инсталација.

Током припремних радова мора бити установљен план управљања изградњом како би се дефинисала стратегија изградње и набавке материјала и опреме, а све у складу са динамичким плановима пројекта.

Грађевински радови обухватају:

- грубе грађевинске радове (земљани радови (скидање слоја хумуса, његово депоновање на локацији, насипање терена ломљеним каменом и песком), тесарски, армирачки, бетонски, монтажерски радови),
- инсталатерске радове и
- завршне (занатске) радове.

Детаљни описи главних радова са графичким приказима и ситуацијама биће дати у оквиру наредних фаза израде пројекта.

Други фактор који ће утицати на елементе животне средине, а последица је грађевинских радова, јесте осетљивост окружења, која у великој мери зависи од намене земљишта, степена изграђености и уређености територије, присуства хабитата или природних подручја.

Сви наведени радови имаће извесне (краткотрајне) негативне ефекте на животну средину и непосредно окружење током њиховог извођења, а које ће се односити на следеће:

1. Настанак прашине и аерозагађења, стварање буке и вибрација на подручју градилишта са прилазним путевима и у непосредном окружењу локације, као последица транспорта материјала и грађевинских машина;
2. Генерисање одређене количине грађевинског и комуналног отпада;
3. Могући утицај на подземне воде услед грађевинских радова;
4. Могуће загађење подземне и површинске воде и земљишта у случају акцидента (изливања уља и мазива из грађевинских машина, битумен, фарбе, антикорозиви итд.)

Поред наведених, изградња објеката линије 1 фазе 1 метроа имаће утицај на флору, фауну и пејзаж, фреквенцију саобраћаја. Током експлоатације метроа, очекује се утицај на буку, вибрације и квалитет ваздуха.

## 6.1 Утицај на подземне воде

Контрола подземних вода и превенција њиховог загађења је један од најзахтевнијих аспеката извођења грађевинских радова.

До утицаја на подземне воде током изградње долази у случајевима акцидентног проливања горива, уља и бетона из грађевинске механизације и инфилтрацијом загађене атмосферске воде.

Мерама које укључују забрану допуњавања горива, поправке и сервисирања механизација и транспортних средстава, испирање бетона ван за то предвиђених и опремљених локација, вероватноћа акцидента се значајно смањује.

**Испумпавање подземне воде током изградње**

Испумпавање подземне воде ће бити неопходно током изградње сваке станице и окна (осим на станицама које се налазе на површини – Железник и Макиш), као и за деонице тунела у отвореном ископу.

Проблему испумпавања подземне воде током изградње посвећена је посебна пажња, а како би се стекао бољи увид, у наставку су дати подаци из Студије интеракције линије 1 Београдског метроа и подземних вода, коју је израдио Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ и у којој су коришћењем математичких модела добијени протоци подземне воде за испумпавања током изградње сваке станице метроа, а затим су представљени и протоци до којих је дошао пројектант Egis д.о.о, који је у своје прорачуне укључио изабрану методу градње по одељцима – компартментализација.

Добијене вредности протока се разликују јер је применом пројектом предвиђеног приступа компартментализације делова трасе где ће се вршити ископавање, добијена прецизнија представа о количинама воде за испумпавање, с обзиром да се се поменутим приступом врши копање на мањој површини и самим тим се очекују мањи протоци подземне воде.

Резултати моделовања из Студије интеракције линије 1 Београдског метроа и подземних вода

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ израдио је 2022. године Студију интеракције линије 1 Београдског метроа и подземних вода. Подаци о у о режиму подземних вода у току изградње преузети су из Књиге 6 – Анализа режима подземних вода у току изградње метроа. Анализа режима подземних вода у току изградње спроведена је за 14 подземних метро станица на траси линије 1 метроа. За потребе анализе режима подземних вода у току изградње формирани су одговарајући математички МКЕ модели филтрационих процеса на којима је извршена симулација фаза грађења са тежиштем на анализу филтрационих величина. Као полога за израду МКЕ модела послужили су резултати геолошких истраживања који су публиковани у Геотехничким елаборатима и резултати који су публиковани у Геотехничким пројектним извештајима. Поред тога за формирање структуре терена и дефинисање вредности коефицијената филтрације за поједине слојеве коришћени су и резултати анализе подземних вода на хидродинамичким моделима ширег простора појединих деоница који су такође били предмет ове Студије.

У раду током израде Студију интеракције линије 1 Београдског метроа и подземних вода., анализирани су, поред осталог, подаци преко 900 бушотина, обухваћених простором истраживања. Подразумева се да је толики број објеката могао бити интегрално посматран једино уз помоћ одговарајућег софтверског алата. За анализу геолошких и хидрогеолошких условатерена и израду подлога за математичке моделе подземних вода, коришћено је више комерцијалних и наменски израђених компјутерских програма.

Подземни дотицај из залеђа у простор обухваћен моделом одређен је апроксимативно, у више корака, уз увођење одређених неопходних претпоставки

Дотицај из залеђа Реке Дунав и Сава представљају генерални ерозиони базис ширег подручја изучавања трасе метроа. Другим речима, све воде у ширем подручју гравитирају и дренирају се кроз ове две реке. Изузетак од овога, у зони Београда, чине бунари београдског водовода (БВК) и дренажни систем канала у Макишком пољу. Бунари БВК својим положајем (линијски низ поред обале Саве) и непрекидним радом дренирају воде и из реке и њеног приобаља, док канали у приобаљу прихватају површинске воде из залеђа, које се, ипак, одводе до реке.

За сваку деоницу линије 1, најпре су сгледане основне геолошке и хидрогеолошке карактеристике терена, затим је израђен модел струјања подземних вода, односно дат је осврт на режим подземних вода на подучју. На деоницама са доминантно безводним седиментима није било услова за израду хидродинамичких модела, те је дат коментар о томе (уз образложење). На осталим деоницама где су рађени хидродинамички модели и различити прорачунски сценарији, приказане су анализе добијених резултата режима подземних вода у условима без изградње објеката метроа и у условима изграђеног метроа. За сваку деоницу направљена је анализа добијених резултата са закључцима.

У овој студији део општих карактеристика, поставке модела, обухват моделаа, шематизација средине, гранични услови и почетне вредности филтрационих карактеристика , као и цео поступак калибрације модела су због обима приказани врло таксативно. **Акценат је стављен на резултате прорачуна који су добијени,односно упоређивање добијених резултата анализе режима подземних вода у условима без изградње метроа и анализе режима подземних вода у условима изграђеног метроа.**

У оквиру прорачунских анализа на МКЕ моделима, анализирани су различити случајеви који се односе на снижавање нивоа воде у терену у зони станица и то случај када се врши испумпавање воде у зони темељног ископа до крајње коте а након тога ископа у сувом (преузето из Геотехничких пројектних извештаја) - случај А и други случај који није приказан у оквиру расположиве документације а то је да се ниво воде у терену снижава сукцесивно како напредује ископ - случај Б. Ова два случаја се суштински разликују што је у првом случају потребно одређено време, за неке станице и до неколико месеци како би се ниво воде спустио на жељену коту. У другом случају није потребно почетно време за снижавање нивоа воде већ се оно испумпава из ископа како ископ напредује. Такође у овом првом случају потребно је уградити бунаре који би вршили спуштање нивоа воде до жељене коте. У оквиру ове студије, анализиран је и случај рада бунара у ископу како би се приближно квантификовало колико је потребно времена да се ниво воде снизи до жељеног нивоа.

Метро станица „Жарково”

У случају минималног очекиваног нивоа воде у оквиру прорачунског сценарија А добија се рачунска вредност протока од 34,88 l/s (кота 64,0 m нЈм), док за прорачунски сценарио Б није вршена анализа због ниске коте нивоа воде.

У случају максималног очекиваног нивоа воде у оквиру прорачунског сценарија А добија се рачунска вредност протока од 115,30 l/s (кота 64,0 m нЈм), односно 0,168 l/s (кота 67,50 m нЈм) а у случајусценарија Б, који има фазно црпљење воде, добија се иста вредност протока од 115,30 l/s (за коту 64,0 m нЈм), односно 0,197 l/s (кота 67,5 m нЈм).

Прорачунски сценарио А, у комбинацији са обарањем нивоа воде уз помоћ бунара, имао би нешто ниже вредности прилива воде у темељну јаму у односу на сценарио Б. Са друге

стране, примена сценарија Б, у којем се истовремено врши ископ са обарањем нивоа воде, показује ниже вредности хидрауличких градијената у међуфазама ископа темељне јаме.

Метро станица „Беле воде"

У случају минималног очекиваног нивоа воде у оквиру прорачунског сценарија А добија се рачунска вредност протока од 112,06 l/s (кота 55,70 m нЈм), 14,21 l/s (кота 62,0 m нЈм), 0,037 l/s (кота 65,0 m нЈм) док се за прорачунски сценарио Б добија иста рачунска вредност протока од 112,06 l/s (за коту 55,70 m нЈм), 80,69 l/s (кота 62,0 m нЈм), 0,067 l/s (кота 65,0 m нЈм).

У случају максималног очекиваног нивоа воде у оквиру прорачунског сценарија А добија се рачунска вредност протока од 179,28 l/s (кота 55,70 m нЈм), 34,73 l/s (кота 62,0 m нЈм), 0,201 l/s (кота 65,0 m нЈм) док се за прорачунски сценарио Б добија иста рачунска вредност протока од 179,28 l/s (кота 55,70 m нЈм), 197,11 l/s (кота 62,0 m нЈм), 0,36 l/s (кота 65,0 m нЈм).

Прорачунски сценарио Б станице „Беле воде" има веће протоке у односу на прорачунски сценарио А за нивое на којима је могуће упоредити ове вредности

У вези са спроведеним анализама за разматрану станицу, у наредним фазама израде пројектне документације, слично као код станице „Жарково", треба размотрити да ли је потребно испумпавање воде до нивоа крајњег ископа (како је предвиђено Геотехничким пројектним извештајем, прорачунски сценарио А) за шта су потребни бунари и оквирно време од неколико месеци или је пак случај фазног ископа (прорачунски сценарио Б), уз истовремено спуштање нивоа воде, повољније решење.

Метро станица „Трговачка"

На основу спроведене анализе може се рећи да се разматрана станица налази у срединама које имају мале коефицијенте филтрације и да се не очекују значајни приливи воде у ископ. У случају прорачунског Сценарија А добија се рачунска вредност протока на дну крајњег ископа од 0,03 l/s, а у случају Сценарија Б који има фазно црпљење воде добијају се максимални проток од 1,03 l/s. На дну крајњег ископа и у Сценарију Б се добија исти проток као у Сценарију А. Генерално гледајући, протоци кроз дно ископа у оба сценарија су релативно мали.

Прорачунски Сценарио Б је повољнији и са становишта филтрационе стабилности јер је постепено снижавање воде тако да ниво воде прати фазе ископа хидраулички повољније у односу на одржавање нивоа воде испод нивоа финалног ископа све време док се врше радови.

Метро станица „Пожешка"

На основу спроведене анализе може се рећи да се разматрана станица налази у срединама које имају мале коефицијенте филтрације и да се не очекују значајни приливи воде у ископ. У случају прорачунског Сценарија А добија се рачунска вредност протока на дну крајњег ископа од 8,06 l/s, што је уједно и максимални проток у Сценарију Б који има фазно црпљење воде. Генерално гледајући, протоци кроз дно ископа у оба сценарија су релативно мали.

Прорачунски Сценарио Б је повољнији и са становишта филтрационе стабилности јер је постепено снижавање воде тако да ниво воде прати фазе ископа хидраулички повољније у односу на одржавање нивоа воде испод нивоа финалног ископа све време док се врше радови.

Метро станица „Парк Баново брдо”

На основу спроведене анализе може се рећи да се разматрана станица налази у срединама које имају мале коефицијенте филтрације и да се не очекују значајни приливи воде у ископ, нарочито јер је максимални ниво воде у зони станице тек на коти 99,00 m нЈм. У случају прорачунског Сценарија А добија се рачунска вредност протока на дну крајњег ископа од 0,46 l/s, што је уједно и максимални проток у Сценарију Б који има фазно црпљење воде. Генерално гледајући, протоци кроз дно ископа у оба сценарија су занемарљиви.

Прорачунски Сценарио Б је повољнији и са становишта филтрационе стабилности јер је постепено снижавање воде тако да ниво воде прати фазе ископа хидраулички повољније у односу на одржавање нивоа воде испод нивоа финалног ископа све време док се врше радови.

Метро станица „Ада Циганлија”

На основу спроведене анализе може се рећи да се разматрана станица налази у срединама које имају ниске вредности коефицијената филтрације и да се не очекују значајни приливи воде у ископ. У случају прорачунског сценарија А добија се рачуна вредност протока на дну крајњег ископа од 1,71 l/s, а у случају сценарија Б који има фазно црпљење воде добијају се максимални проток од 5,32 l/s. На дну крајњег ископа и у сценарију Б се добија исти проток као у сценарију А.

Метро станица „Сајам”

На основу спроведене може се рећи да се разматрана станица пролази кроз средине које имају значајније коефицијенте филтрације и да се очекују приливи воде у ископу реда величине 20 l/s. У случају максималног очекиваног нивоа воде у оквиру прорачунског сценарија А добија се рачунска вредност протока на дну крајњег ископа од 20 l/s, а у случају сценарија Б који има фазно црпљење воде добија се максимални проток од 53 l/s у фази ископа који претходи крајњем ископу. На дну крајњег ископа и у сценарију Б се добија исти проток као у сценарију А. За случај минималног очекиваног нивоа воде јасно је да су вредности протока (16 l/s за прорачунски сценарио А, 39 l/s за прорачунски сценарио Б) мање односно једнаке нули у првој фази прорачунског сценарија Б, обзиром на то да кота минималног нивоа вода нижа од коте првог ископа

Метро станица „Мостар”

На основу спроведене може се рећи да се разматрана станица пролази кроз средине које имају значајније коефицијенте филтрације и да се очекују приливи воде у ископу реда величине 21 l/s. У случају максималног очекиваног нивоа воде у оквиру прорачунског сценарија А добија се рачуна вредност протока на дну крајњег ископа од 21 l/s, а у случају сценарија Б који има фазно црпљење воде добија се максимални проток од 39 l/s у фази ископа који претходи крањем ископу. На дну крајњег ископа и у сценарију Б се добија исти проток као у сценарију А. За случај минималног очекиваног нивоа воде вредности протока су мање (20 l/s за прорачунски сценарио А, 35 l/s за прорачунски сценарио Б).

Метро станица „Савски трг”

На основу спроведене анализе, може се рећи да разматрана станица пролази кроз средине које имају нешто веће коефицијенте филтрације и да се, сходно томе, очекују и значајнији приливи воде за време вршења ископа за разматрану метро станицу.

Протоци за минималну коту нивоа воде у последњој фази износе око 31.0 l/s, док за максималну коту протоци у последњој фази износе око 32.0 l/s. Међутим, максимални проток у сценарију Б је за ниво 60.0 m нЈм и износи и преко 60.0 l/s.

Да би се сценарио А реализовао, неопходно је да се врши пумпање воде помоћу бунара. У вези са тим, извршена је анализа потребног времена за испумпавање воде до предвиђених кота које су дефинисане сценаријом А (преузето из Геотехничког пројектног извештаја). Бунари су постављени у моделу унутар ископа и имају дубину која је већа од нивоа до којег треба спустити ниво воде. Извршени су прорачуни (пробањем) за адекватно усвојен временски период трајања пумпања воде и за претпостављени распоред бунара и њихов капацитет. Време трајања пумпања у обе прорачунске ситуације износи 15 дана.

Метро станица „Трг републике"

На основу анализе хидрогеолошких карактеристика слојева у зони станица, може се рећи да се станица гради у срединама које имају ниске вредности коефицијената филтрације ($10^{-7}$ и $10^{-8}$ m/s). На основу резултата прорачуна који су спроведени за разматрану станицу, добијене су максималне вредности протока од 0,04 l/s по дну ископа, што са становишта утицаја на технологију ископа и пумпање воде није значајно.

Метро станица „Скадарлија"

На основу анализе хидрогеолошких карактеристика слојева у зони станице Скадарлија, може се рећи да се станица гради у срединама које имају ниске вредности коефицијената филтрације ($10^{-7}$ и $10^{-8}$ m/s). На основу резултата прорачуна који су спроведени за разматрану станицу, добијене су за све сценарије максималне вредности протока од 0,036 l/s по дну ископа, што са становишта утицаја на технологију ископа и пумпање воде није значајно.

Метро станица „Дунав"

На основу анализе хидрогеолошких карактеристика слојева у зони станице Дунав, може се рећи да се станица гради у срединама које имају ниске вредности коефицијената филтрације, претежно $10^{-7}$ m/s сем у једном слоју прашинастог песка где је коефицијент $10^{-6}$ m/s. На основу резултата прорачуна који су спроведени за разматрану станицу, добијене су за све сценарије максималне вредности протока од 0,21 l/s по дну ископа, што са становишта утицаја на технологију ископа и пумпање воде није значајно.

Метро станица „Панчевачки мост"

С обзиром на средину, са малим коефицијентима филтрације, у којој се налази метро станица „Панчевачки мост" очекивано су добијени мали приливи воде из ископа. У случају прорачунског сценарија А вредност протока на дну ископа је 0,35 l/s. У прорачунском сценарију Б, који има фазно црпљење воде, добија се максимални проток од 0,37 l/s, а у последњној фази тј. на дну ископа је проток исти као у случају А и износи 0,35 l/s.

Метро станица „Карабурма"

Метро станица „Карабурма", исто као и станица „Панчевачки мост", има ниске коефицијенте филтрације, па се очекују мали приливи воде из ископа. За случај А прорачунског сценарија, вредност протока на дну ископа је 0,13 l/s. Док у прорачунском сценарију Б, који има фазно црпљење воде, максимални проток је уједно и проток у последњој фази ископа и износи такође 0,13 l/s.

Анализирајући хидрогеолошке карактеристике терена, може се рећи да велики број станица има веома ниске вредности коефицијената филтрације ($10^{-7}$, $10^{-8}$ m/s) па су у вези са тим и добијене доста ниске вредности протока које треба испумпати (до максимум неколико литара). На основу тога је и закључено да у наредним фазама пројектовања за дате станице треба размотрити варијанту када се ниво воде у ископу снижава сукцесивно како ископ напредује.

На основу резултата прорачуна може се рећи да станице у зони Макишког поља (Беле воде и Жарково) и станице у зони Савског амфитеатра (Сајам, Моста, Савски трг) имају највеће вредности протока. Ове вредности се крећу до неколико десетина литара у секунди у неким ситуацијама и преко 100 l/s.

Наведено је у складу са хидрогеолошким карактеристика у зони датих станица где се јављају високе вредности коефицијената филтрације. Остале станице имају доста ниске вредности протока до максимум неколико l/s.

На основу резултата прорачуна уочава се такође да су протоци у случају сукцесивног црпљења воде у неким фазама, већи од случаја А, што је резултат наиласка на одређени слој високе водопропусности па су у том случају и добијају веће вредности протока.

У наредним фазама пројектовања треба узети у обзир изнесена разматрања која се односе на фазност испумпавања воде и за одређене ситуације усвојити сукцесивно испумпавање.

У сваком случају, неопходно је у наредном периоду а за потребе даље израде техничке документације извршити одговарајућа тест мерења рада бунара у зони будућих станица и пратити ниво промене подземних вода у околним пијезометрима како би се бунари могли на одговарајући начин пројектовати за одређене станице.

У наредним фазама пројектовања и израде техничке документације, у оквиру напонско-деформационих анализа, неопходно је урадити анализу утицаја црпљења подземних вода на слегање околног терена нарочито имајући у виду да се станице налазе у густо насељеним и урбаним срединама. За ове потребе сврсисходно је користити тродимензионалне математичке МКЕ моделе које узимају у обзир интеракцију конструкције, терена, фазности изградње, нивоа воде и начина црпљења. На овај начин утврдиће се да ли разматрани начин црпљења воде има негативан утицај на околни терен и објекте.

Резултати прорачуна пројектанта Egis д.о.о.

У табели испод испод приказани су резултати пропрачуна које је спровео Пројектант. За изградњу деонице у отвореном ископу на Макишком пољу користиће се метода градње по одељцима – компартментализација, при чему ће дужина одељка бити у просеку 150 метара. У северном делу отвореног ископа изградња неће захтевати компартментализацију, тако да ће на овом подручју изградња односити на три главне деонице: деоницу отвореног ископа од Панчевачког Моста до Карабурме, последњу деоницу отвореног ископа после станице Карабурма и споредни колосек.

| **Станица / окно / деоница** | **Дужина** (m) | **Проток испумпавања подземне воде** (*$m^3$/s по дужном метру станице)* | **Проток испумпавања подземне воде** (*$m^3$/h)* |
|---|---|---|---|
| Станица Жарково | 80 | $9{,}9306 \cdot 10^{-4}$ | 4,77 |
| Станица Беле Воде | 80 | $2{,}6620 \cdot 10^{-6}$ | 0,01 |
| Станица Трговачка | 80 | $7{,}3313 \cdot 10^{-5}$ | 0,35 |
| Станица Пожешка | 80 | $9{,}2293 \cdot 10^{-5}$ | 0,44 |
| Станица Парк „Баново Брдо“ | 80 | $7{,}1072 \cdot 10^{-6}$ | 0,03 |
| Станица Ада Циганлија | 80 | $2{,}6622 \cdot 10^{-5}$ | 0,13 |
| Станица Сајам | 80 | $1{,}1579 \cdot 10^{-4}$ | 0,56 |
| Станица Мостар | 80 | $1{,}0540 \cdot 10^{-4}$ | 0,51 |
| Станица Савски Трг | 80 | $6{,}8126 \cdot 10^{-5}$ | 0,33 |
| Станица Трг Републике | 80 | $2{,}1991 \cdot 10^{-7}$ | 0,00 |
| Станица Скадарлија | 80 | $4{,}7454 \cdot 10^{-7}$ | 0,00 |
| Станица Дунав | 80 | $1{,}6435 \cdot 10^{-6}$ | 0,01 |

| **Станица / окно / деоница** | **Дужина** (m) | **Проток испумпавања подземне воде** (*$m^3$/s по дужном метру станице)* | **Проток испумпавања подземне воде** (*$m^3$/h)* |
|---|---|---|---|
| Станица Панчевачки мост | 80 | $9{,}4792 \cdot 10^{-6}$ | 0,05 |
| Станица Карабурма | 80 | $2{,}0833 \cdot 10^{-6}$ | 0,01 |
| Окно 1 | 35 | $5{,}3900 \cdot 10^{-4}$ | 1,13 |
| Окно 2 | 45 | $5{,}8582 \cdot 10^{-3}$ | 15,82 |
| Окно 3 | 35 | $1{,}4120 \cdot 10^{-3}$ | 2,97 |
| Окно 4 | 30 | $2{,}0529 \cdot 10^{-6}$ | 0,00 |
| Окно 5 | 10 | $1{,}1550 \cdot 10^{-3}$ | 0,69 |
| Окно 6 | 50 | $8{,}8000 \cdot 10^{-7}$ | 0,00 |
| Окно 8 | 35 | $1{,}2500 \cdot 10^{-5}$ | 0,03 |
| Окно 9 | 40 | $3{,}7000 \cdot 10^{-7}$ | 0,00 |
| Окно 10 | 50 | $1{,}1000 \cdot 10^{-6}$ | 0,00 |
| Окно 11 | 30 | $8{,}5600 \cdot 10^{-7}$ | 0,00 |
| Окно 12 | 35 | $3{,}7731 \cdot 10^{-6}$ | 0,01 |
| Деоница у отвореном ископу Макиш | 150* | 0.0002451 (sb) ; 0.0000698 (db) | **40-130** |
| Деоница у отвореном ископу Карабурма (укљ. џепни колосек) | 400-600** | 0,000252 | 0,2-0,3 |

*Просечна дужина одељака при изградњи методом компартментализација

**400 m = дужина споредног колосека, 600 m = дужина деонице у отвореном ископу од Панчевачког моста до Карабурме, 400 m = дужина последње деонице у отвореном ископу после Карабурме (фаза 2)

Испумпана подземна вода за сваку деоницу ће се затим испуштати у локалну атмосферску мрежу, уз поштовање услова које је, у исходованих условима, дефинисало ЈКП „Београдски водовод и канализација“.

Већи проток се очекује на деоници отвореног ископа у Макишу, због високе пропустљивости земљишта на овом подручју. Међутим, приступ компартментализације помаже да се он сведе на ниво који се сматра лако управљивим. Штавише, на овом подручју локална дренажна мрежа је веома развијена и састоји се од цевоводних мрежа и отворених канала. Због тога се утицај запремине воде која се испушта након испумпавања подземне воде током изградње сматра умереним до малим и биће распоређен на неколико тачака испуштања на различитим локацијама дуж дужине сваког одељка (150 m).

Конкретан програм мониторинга ће дефинисати и спроводити извођач у току изградње, у циљу праћења квалитета испуштених подземних вода, према параметрима које дефинише надлежни ЈКП.

**Утицај потпорних конструкција у Макишком пољу**

Плитки тунелу у отвореном ископу почеће после станице Макиш и завршиће се одмах после станице Беле воде. На овој деоници могу се наћи следећи геолошки слојеви:

- миоценски лапоровити супстрат око 25-30 метара дубине на југу (почетак отвореног ископа),
- који на северу постаје више кречњак (пешчани кречњак),
- или јурски лапорасти кречњак на крајњем северу отвореног ископа.

Дебљина глиновитог слоја може бити од 4 до 16 метара, што доводи до дна ископа које може бити глиновито (водонепропусно) или песковито (пропусно).

Подземне воде могу бити локално или глобално под притиском испод глиновитог слоја што може утицати на стабилност подручја ископа.

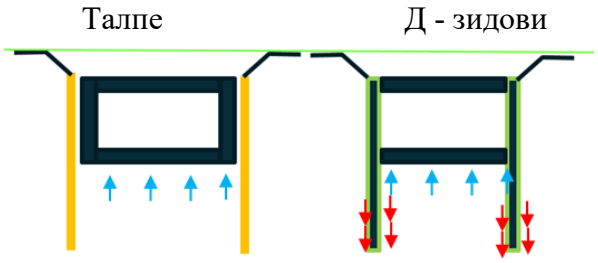
Доњи ниво ископа може досећи око 16 m испод будућег нивоа терена, односно 13 m испод садашњег нивоа терена. У овој фази, сматра се да је ниво подземне воде на 1-4 m испод садашњег нивоа терена, односно 4-7 m испод будућег нивоа терена.

Унутрашња ширина отвореног ископа је око 8 m. Узимајући у обзир овај ниво подземне воде и недренирану структуру, висок притисак воде се може очекивати испод темељне плоче, али не би требало да ствара велике напоре у конструкцији с обзиром на ширину отвореног ископа. Дебљина темељне плоче ће бити прилагођена дуж отвореног ископа како би се одупрла овим напорима.

Међутим, овај притисак воде може створити ризик од узгона, који ће применом талпи и дијафрагми бити смањен.

У јужном делу (почев од станице Макиш до непосредно пре станице Беле воде) дубина отвореног ископа је плитка, па ће висина воде бити ограничена. Потпорни зидови ће бити лаки (талпе - шипови од лима), а тежину конструкције ће чинити само темељна плоча, покривна плоча и унутрашњи зидови.

У северном делу (пре станице Беле воде до окна 02) дубина отвореног ископа је већа, па је висина воде важнија. Потпорни зидови ће бити тешки (Д-зидови - зидови дијафрагме) и тежину конструкције ће чинити темељна плоча, покривна плоча и зидови дијафрагме (унутрашња конструкција и стопа зида дијафрагме). У том случају, трење тла на стопи дијафрагми ће помоћи да се одупре узгону.




*Слика 6.1 Поређење између ризика узгона са талпама и потпорном структуром дијафрагми*

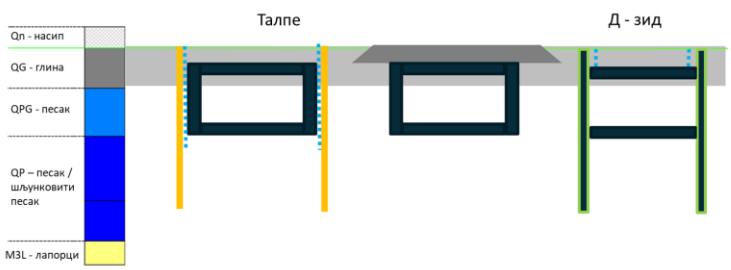
**Заштитни слој у III зони санитарне заштите (Макиш)**

Као што је описано у поглављу 2, подземне воде у области Макиша су осетљиво питање. Линија 1 Фаза 1 до станице Беле воде налази се у III зони санитарне заштите, где је потребно гарантовати веома висок степен заштите подземних вода како би се очувао квалитет и доступност природног ресурса.

Да би се осигурала хидрауличка независност водоносног слоја и да би се избегао утицај на квалитет подземних вода, природна заштита коју чини глина мора да се одржи или обнови након завршетка фазе изградње.

У северном делу (од станице Беле воде до окна 02) где ће се користити зидови дијафрагме као потпорна конструкција и коначни зидови, вода неће циркулисати дуж зида и инфилтрирати се према водоносном слоју.

У јужном делу (почев од станице Макиш до непосредно пре станице Беле воде) талпе ће се користити као потпорна конструкција и оплата за готове зидове. Након изградње конструкције, једна од две талпе од лима се извлаче, док ће друга бити исечена. Глина ископана у отвореном ископу ће се поново користити за реконституисање ове непропусне баријере (заштитног слоја).

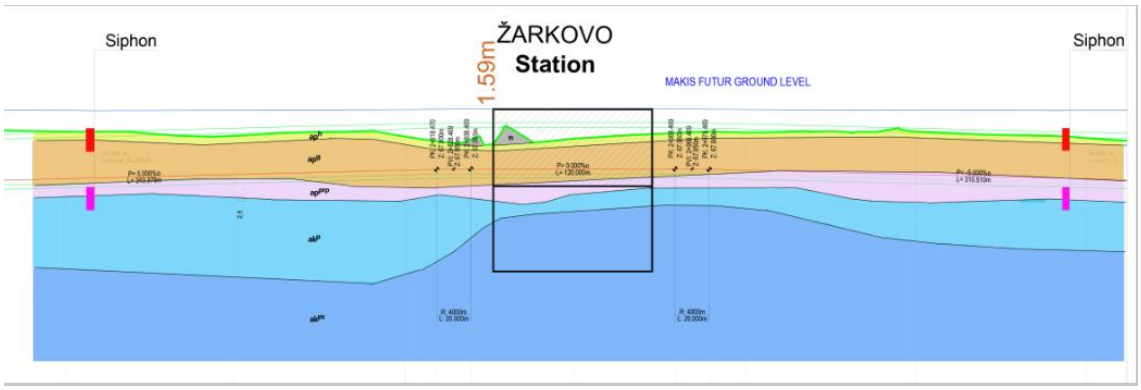



*Слика 6.2 Континуитет хидрауличне заштите за потпорну конструкцију са талпама и са дијафрагмама*

Дуж већег дела деонице у отвореном ископу, дно ископа ће бити у глиновитим слојевима: глина, локално глиновити песковити муљ и муљевити песак, са пропусношћу од око $10^{-7}$ m/s. Ови слојеви се сматрају заштитним слојевима и међуслојевима описаним у поглављу 2: сви они имају заштитни ефекат над водоносним слојевима. Дакле, дуж већег дела деонице отвореног ископа, дубина ископа омогућава очување природне заштите водоносног слоја.

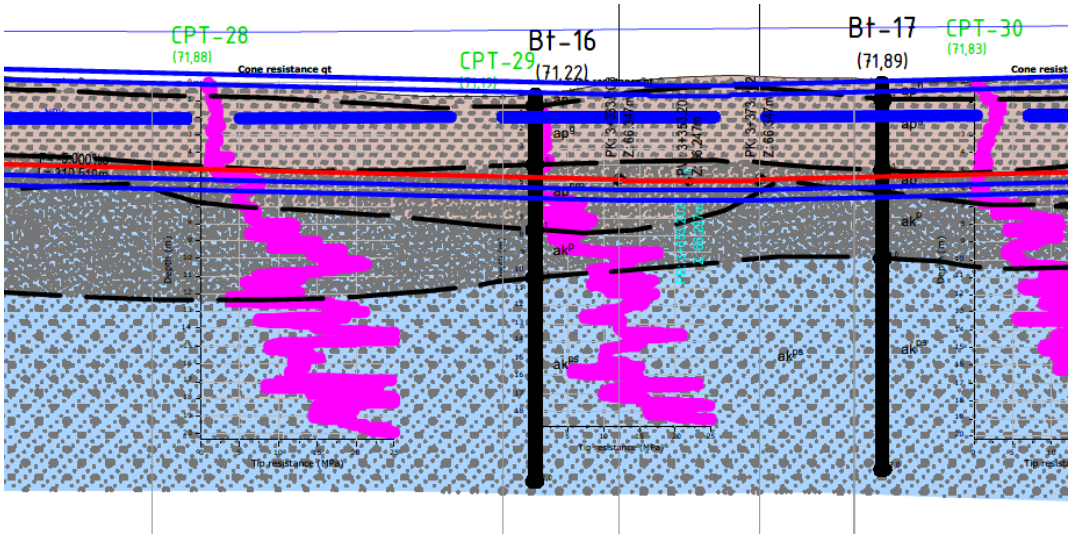
Међутим, локално се очекује да ће дно ископа прећи и заштитне слојеве и међуслојеве.

- Око станице Жарково, због присуства два дренажна колектора (колектори 5 и 6) на овом простору, тунел за метро је требало да буде дубљи, да допире до водоносних слојева. Међутим, предложено је ново пројектантско решење колектора, додавањем сифона како би се избегло пресецање и омогућило да метро тунел буде плићи. Као последица тога, станица Жарково ће такође бити плића, а њена максимална дубина се очекује да буде унутар **ap$^{prp}$** међуслоја, као што је приказано на слици испод.



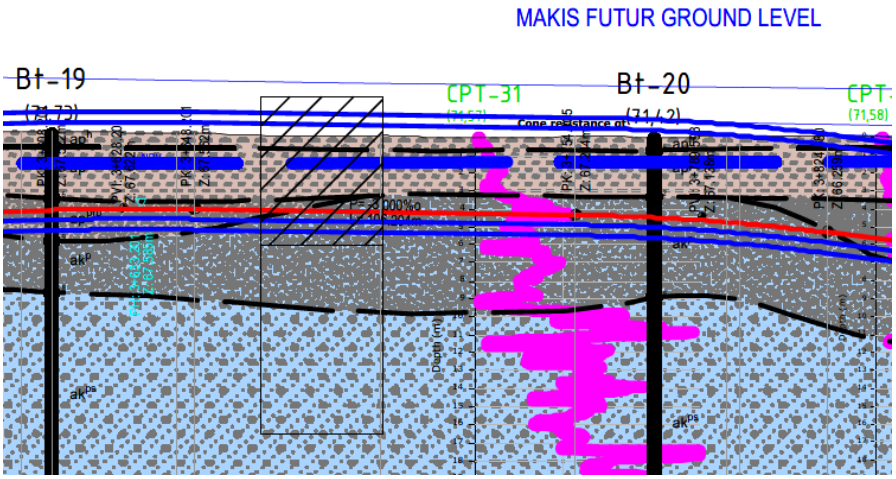

*Слика 6.3 Попречни пресек око станице Жарково*

- После станице Жарково, локално дубина дна тунела достиже слој водоносника **ak$^{p}$**, као што је приказано на слици испод. То се тиче две различите деонице дужине око 30-40 метара. Предвиђено трајање радова у оваквим срединама је око 1,5 месец.



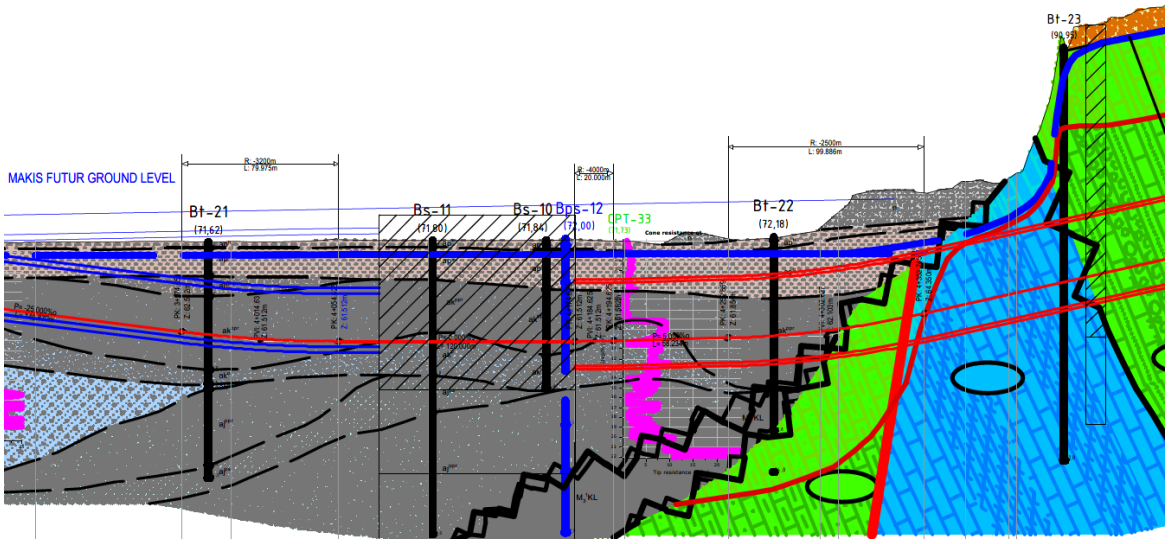

*Слика 6.4 Попречни пресек после станице Жарково*

- У зони окна 01 тунел треба да повећа дубину у припреми за следећу деоницу, која је почетак дубоког подземне деонице (TBM). Као последица тога, дубина дна тунела и окна ће достићи водоносни слој **ak$^{p}$**, као што је приказано на слици испод. Дужина предметне деонице је 180 m, а очекује се да ће њена изградња бити око 4,5 месеца.




*Слика 6.5 Попречни пресек око Окна 01*

- На станици Беле воде начин градње прелази са плитких тунела у отвореном ископу на TBM. У овој области, која се налази на ивици зоне санитарне заштите, дубина дна достиже слој **ak$^{p}$**. Међутим, као што је приказано на слици испод, овде овај слој није повезан са најпродуктивнијим (**ak$^{ps}$**) као што је то негде другде на Макишком пољу. Овде се **ak$^{p}$** слој јавља окружен мање пропусним словима. Штавише, ово подручје границе са брдом Баново брдо, где се геолошке и хидрогеолошке карактеристике нагло мењају у односу на Макишко поље, а континуитет водоносних слојева је нарушен. Дакле, сматра се да је осетљивост овог подручја за заштиту подземних вода мања од остатака Макишког поља.




*Слика 6.6 Попречни пресек око станице Беле Воде*

На целом подручју Макишког поља, методе изградње које су већ описане у овом поглављу (талпе или зидови дијафрагме) омогућавају да зидови тунела буду ефективно водонепропусни од почетка фазе ископа, због својих карактеристика и употребе бентонита. Дакле, када се достигну нижи слојеви, неће бити бочне везе између подземних вода и грађевинског подручја.

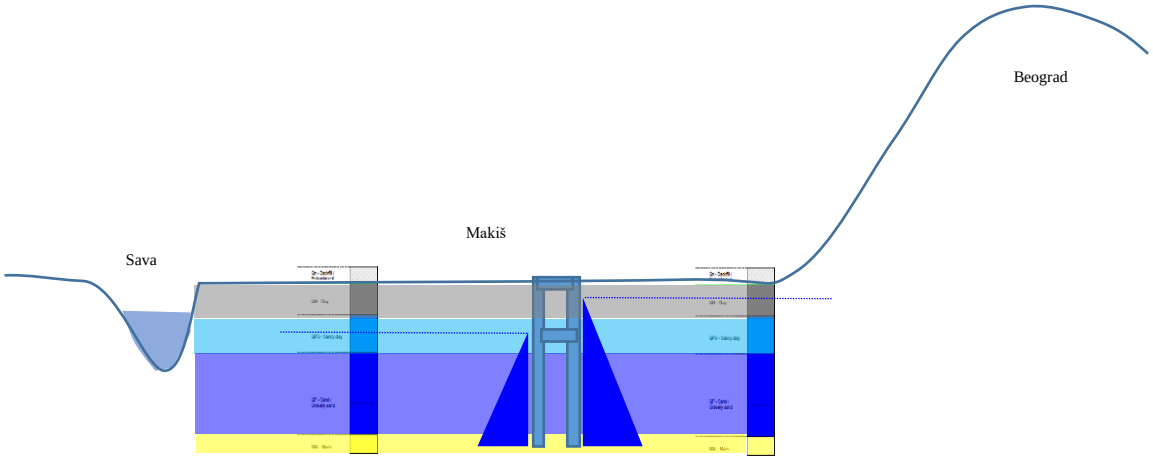
Међутим, ниво дна ископа ће бити у контакту са водоносним слојевима у горе наведеним случајевима 2 и 3, и у случају да се током изградње утврди да нижи нивои ископа допиру до водоносног слоја локално у било којој другој области. Чим се достигне најнижи пројектовани ниво, на дну ће се израдити водонепропусна бетонска површина. Ово ће минимизирати трајање локалне везе између грађевинског подручја и водоносног слоја (неколико дана за сваки одељак). Штавише, током ове осетљиве фазе биће вршен појачан надзор над извођењем грађевинских радова и спровођење прописаних мера заштите подземних вода и добрих грађевинских пракси, што ће прецизно бити дефинисано у Плану управљања животном средином извођача радова (CEMP).

**Ефекат бране и проток подземних вода (Макиш)**

С обзиром на однос пропусности између песковите глине и песка према шљунковитом песку, и узимајући у обзир гранулометрију пешчане глине, неће бити могуће пумпати воду унутар отвореног ископа у овом слоју због ризика од ерозије. Из тог разлога, пумпање ће се вршити директно од песка до шљунковитог песка. Овај слој има високу пропустљивост и проток воде ће тада бити 0,07 до 0,25 l/s/m.

Ниво подземних вода у Макишу зависи од топографије Београда и дренира се кроз песак и шљунковити песак реком Савом. С обзиром на значајну дужину и оријентацију отвореног ископа (управно на токове подземне воде који долазе са истока-југо-истока и иду према реци Сави), стварање отвореног ископа би могло да створи ефекат бране који би могао имати:

- утицај на доступност водоизворишта Београда и
- несиметричан притисак воде на потпорне конструкције.




*Слика 6.7 Приказ ефекта бране на отворени ископ у равници Макиша*

У северном делу (од окна 01 до станице Беле воде) где ће потпорна конструкција бити зидови дијафрагме, метро траса и, као последица тога, оријентација потпорне конструкције је паралелна са смером тока подземних вода. Таква оријентација минимизира ефекат бране. Због тога се у овој фази на овој деоници (почевши пре станице Беле воде до окна 02) не сматрају потребним никакве додатне мере.

За јужни део, на ком су предвиђене талпе, смањење ефекта бране биће спроведен метод изградње базиран на компартментализацији грађевинских површина за деоницу отвореног ископа.

Дакле, приступ компартментализације ће омогућити смањење протока при пумпању подземне воде за сваку фазу. Дужина одељка ће бити ограничена на 150 m у Макишком пољу. Ово ће ограничити проток пумпања на максималан проток од око 130 $m^3$/h.

**Потпорне структуре на локацији Карабурма**

Плитки тунел у отвореном ископу се налази између лансирног окна за TBM машину Карабурма (окно 11) и окна Карабурма (окно 12).

Геолошко/геотехничко окружење деонице отвореног ископа на локацији Карабурма може се описати на следећи начин:

- У западном делу - у контексту лапораца и кречњака који покривају пешчани гребен кречњачке подлоге могуће крашке природе.
- У источном делу - у контексту насипа и глине са локално мало песковите глине или песка и шљунковитог песка који покривају лапорасту подлогу (лапорци и пескови или лапорци и глина или лапорци и кречњак)

Локално може се пронаћи песковита глину или збијена глина испод које подземна вода може бити локално под притиском. Током изградње, овај локални глиновити чеп **на дну ископа могао би бити дестабилизован** високим притиском воде.

Дно нивоа ископа може досећи око 30 m испод нивоа терена. У овој фази сматра се да је ниво подземне воде на 1 – 4 м испод нивоа терена. Унутрашња ширина отвореног ископа је око 8 m. Узимајући у обзир овај ниво подземне воде и недренирану структуру, висок притисак воде се може јавити испод темељне плоче, али не би требало да ствара велике напоре у темељној плочи с обзиром на чврстину отвореног ископа.

Међутим, овај притисак воде може створити ризик од **узгона**, због чега је предвиђена изградња дијафрагми. Могућа карстна природа слојева кречњака могла би да имплицира губитак бентонита током изградње зида дијафрагме.

Ефекат бране и проток подземних вода (Карабурма)

Како се ова деоница налази у близини реке Дунав, деоница плитког тунела у отвореном ископу, која је паралелна са водотоком, стварање препреку за проток подземних вода ка Дунаву. Стога је вероватно да ће пројекат створити ефекат бране дуж целе ове деонице отвореног ископа (1,2 km). Предвиђене су мере ублажавања ефекта бране и дате су у поглављу 8.

**Интеракција подземних вода и линије 1 метроа**

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ израдио је 2022. године Студију интеракције линије 1 Београдског метроа и подземних вода. Подаци о утицају линије метроа на подземне воде преузети су из Књиге 5 – Анализа режима подземних вода без изградње и са изградњом I фазе линије 1 метроа и представљени су према деоницама.

Деоница 1/2: Железник-Макиш-Беле воде

Формирани математички модел струјања подземних вода има два хидродинамичка слоја и то:
1. I слој-слабо пропусна до водонепропусна повлата представљена прашинасто-глиновитим наслагама и

2. II слој-водоносни-представљен песковито-шљунковитим наслагама

Математички модел струјања подземних овда на деоници 1/2 је конципиран као двослојевит, са првим слабо пропусним повлатним слојем и другим водоносним слојем. Геометрија издвојених шематизованих слојева је дефинисана на основу анализе литолошких профила преко 300 бушотина израђених на овом простору током дугог низа година.

*Гранични услови*

На математичком моделу деонице 1/2 Линије 1 метроа коришћено је три врсте граничних услова. Гранични услов *река* је коришћен за потребе симулације утицаја реке Саве, као и таложнице и Савског језера, с`тим да су коефицијенти филтрације речног дна таложнице и језера знатно мањи него коефицијент филтрације дна реке Саве. За потребе симулације захватања подземних вода на објектима Београдског водовода коришћен је гранични услов типа Q=*const.,* док је за потребе симулације дотицаја подземних вода из карбонатних наслага у залеђу Макишког поља коришћен гранични услов H=*const.*

*Река Сава* као западна и северна граница модела је струјања подземних вода дуж деонице 1/2 линије 1 метроа, задата као гранични услов „*река*“ у оквиру песковито-шљунковитог слоја. Водостаји Саве су задавани на основу реално мерених вредности водостаја на водомерној станици Београд, а прерачунатих на профил у зони Макишког поља, за временски пресек 01.01.2005.-31.12.2014. година

*Бунари БВК* - Симулација експлоатације подземних вода на ширем подручју Макишког поља извршена је помоћу граничног услова Q=*const.* Експлоатација подземних вода на моделу је задата како на Макишком пољу тако и на подручју Аде Циганлије, обзиром да рад ових бунара има утицаја на режим подземних вода на Макишком пољу.
*Дотицај из залеђа* - *к*ао што је претходно поменуто, алувијалне песковито шљунковите наслаге су по делу обода Макишког поља у директном хидрауличком контакту са кречњачким наслагама у њиховој подини. Дотицај из кречњака је на моделу симулиран помоћу граничног услова H=*const*

Почетне вредности филтрационих карактеристика

*Полазне, почетне вредности филтрационих карактеристика* струјног поља усвојене су на основу резултата претходних истраживања, спроведених на ширем подручју Макишког поља

*Зонирање терена*
Зонирање терена може се извршити на различите начине, али се у сваком случају мора водити рачуна о геолошко/хидрогеолошким карактеристикама порозне средине (услови седиментације, дистрибуција гранулометрије по простору, итд.)

За терен модела шире зоне линије 1 на деоници 1/2 је усвојена шематизација филтрационих карактеристика увођењем квазихомогених зона. На основу претходне анализе усвојено је да је повлатни, слабо пропусни до водонепропусни слој, шематизован као једна зона, док је водоносни слој подељен на 4 зоне. Свака зона се одликује репрезентативном вредношћу коефицијента филтрације. Током процеса калибрације модела мењају се вредности овог параметра по зонама.

*Подаци за поређење*

Подаци за поређење у процесу калибрације модела су подаци мерених нивоа подземних вода на датом подручју. За потребе калибрације модела деонице 1/2 коришћени су подаци осматрања пијезометарских нивоа на 23 пијезометра распоређених на подручју Макишког поља

*Критеријуми калибрације*
Критеријуми калибрације модел су следећи:

– Критеријум нумеричке конвергенције и тачности подразумева да прорачун на крају сваког прорачунског корака мора да конвергира до задане тачности у оквиру максималног броја задатих итерације. Као тражена тачност узето је 2% разлике улаза и излаза запремина воде у модел. За критеријум промене нивоа и конвергенцију резидуала усваја се 1·10-6 m.

– Критеријум хијерархије коефицијента филтрације порозне средине подразумева да њихов однос, према слојевима модела генерално буде Kf(2)>Kf(1), где су слојеви нумерисани од горе према доле. Могуће је да у неким деловима, слој поприма коефицијент филтрације суседног, али однос мора бити одржан.

– Коефицијенти филтрације локалног отпора граничног услова за реку Саву је већи од од одговарајућих параметара таложнице и језера.

– Критеријум слагања прорачунских и осмотрених вредности нивоа подземних вода (величина резидуала) дефинише се (усваја) за сваки пијезометар (и цео прорачун).

– За оцену степена калибрације, користи се минимална и максимална вредност резидуала са назнаком локације пијезометра, као и средња вредност за све пијезометре.

За формирање математичког модела (геометрија и филтрационе карактеристике) ове деонице коришћени су подаци како претходних истраживања извршених на овом простору, тако и резултати наменских истраживања спроведених за потребе пројектовања метроа.

Наменска истраживања која су била спроведена за потребе пројектовања метроа су била искључиво фокусирана на трасу метроа и локације метро станица, док терен према залеђу Макишког поља и према реци Сави није био покривен истражним радовима.

Такође, режимска осматрања пијезометарских нивоа за потребе пројектовања метроа су била извођена краткотрајно и на објектима лоцираним у зонама будућих метро станица. У ту сврху за потребе калибрације математичког модела струјања подземних вода и надаље

прогнозне прорачуне за услове без и са објектима метроа, коришћени су историјски подаци са овог терена за временски пресек 01.01.2005 – 31.12.2014. године (калибрација), односно 01.01.1985 – 31.12.2020. године (прогнозни прорачуни). Подаци режимских осматрања изведених за потребе пројектовања метроа нису могли бити коришћени обзиром на кратак временски период и локације.

Геометрија и филтрационе карактеристике водоносне средине и повлатних полупропусних до водонепропусних наслага је релативно добро истражена. Са друге стране геометрија, распрострањење, филтрационе карактеристике као и режим подземних вода карбонатних наслага које се налазе у подини алувијалних седимената на делу подручја, и простиру се ка залеђу Макишког поља су изузетно слабо познати. Мали број бушотина је изведен у оквиру кречњачких наслага, те сходно томе изостају репрезентативни подаци.

Највећа непознаница током процеса израде модела је била величина дотицаја подземних вода из кречњачких у алувијалне наслаге, обзиром на недостатак података о режиму подземних вода у оквиру карбонатних наслага. Овај параметар је сходно наведеном, добијен у процесу калибрације математичког модела.

Уважавајући наведена ограничења и претпоставке које су морале бити усвојене извршено је формирање и калибрација математичког модела струјања подземних вода на ширем простору деонице 1/2 линије 1 метроа, на простору Макишког поља.

Након калибрације модела уследило је формирање прогнозних прорачуна на бази калибрисаног модела. Прогнозним прорачунима је сагледан режим подземних вода у условима без и условима са изграђеним објектима метроа за исти временски пресек и исте услове (хидролошки, захватање подземних вода). Поређењем резултата прорачуна на дефинисаним контролним тачкама у условима без и са метроом дошло се до сагледавања евентуалног утицаја изградње објеката метроа на режим подземних вода на датом простору.

На основу изведених хидродинамичких прорачуна на моделу, утврђено је да изградња објеката метроа у предложеној диспозицији неће имати утицаја на измену режима подземних вода како у зони самих објеката тако и на ширем подручју. Разлике у нивоима на контролним тачкама су реда величине до пар центиметара, тако да се може сматрати да утицај објеката метроа на режим подземних вода не постоји. Наведена чињеница је и очекивана имајући у виду да доња ивица тунела у највећем делу је у оквиру повлатних слабо пропусних до водонепропусних наслага и да на мањем делу задире минимално у седименте водоносне средине. Такође на делу где је планирана траса метроа струјање подземних вода је под притиском и брзине струјања су изузетно мале, реда величине неколико стотих делова милиметра у секунди.

<u>Деоница 3: Баново Брдо-Мост на Ади</u>

У хидрогеолошком смислу, поменута геолошка грађа са својим особеностима, и процеси коју су утицали на овакав склоп терена, условили су и формирање различитих типова издани, које имају различите и квалитативне и квантитативне карактеристике. Посматрајући у целини, не може се рећи да ову деоницу карактеришу зоне са моћним алувијалним комплексом, напротив доминантно су присутне делувијалне и делувијално-пролувијалне творевине. На самом крају деонице карактеристичан је алувион Точидерске реке, који је недовољно истражен за детаљнију хидродинамичку анализу. Према хидрогеолошким карактеристикама, доминантно су присутне стене са функцијом хидрогеолошког изолатора, осим локално, где се јављају стене са функцијом хидрогеолошког колектора. Генерално гледано, водопропусност водоносних средина је веома мала, а и комплетан водни режим на подручју је недовољно познат.

На основу геолошке грађе терена шире зоне Деонице 3 Линије 1 београдског метроа и према филтрационим карактеристикама средина, односно дефинисаним коефицијентима филтрације сваке средине (као независне целине), усвојене су и њихове хидрогеолошке функције:

- хидрогеолошка функција колектора (водопропусне стене) и
- хидрогеолошка функција изолатора (водонепропусне стене),

Овако дефинисане хидрогеолошке функције стенских формација су послужиле за израду хидрогеолошког модела терена на Деоници 3. Модел је формиран у програму Rock Works, рађен на основу расположивих података о литологији и геологији набушених стенских маса, као и на основу дефинисаних коефицијената филтрације за сваку издвојену средину

Планирана Линија 1 београдског метроа у оквиру Деонице 3 читавом својом пролази кроз чврсте стене, осим на крају деонице, где мањим делом „захвата" и алувион Топчидерске реке. У оваквим срединама подземна вода је већим делом физички везана за кластите, тако да се не може говорити о филтрацији гравитационог карактера, односно о кретању слободне воде, за које и важи Дарсијев закон струјања подземих вода. На основу тренутног сагледавања и познавања терена, и кретање подземних вода у складу са Дарсијевим законом (што је домен примене математичког модела), јасно је да се кретање јавља само у алувијалним седиментима, што би подразумевало хидродинамичку анализу базира на режиму збијене издани алувијалних наслага.

На овом делу трасе се не очекују ни значајнији приливи воде током изградње метроа. Значајније количине подземних вода, које се могу јавити приликом извођења радова, у широј зони око метро станице „Парк Баново Брдо", где траса пролази кроз сарматске кречњаке и у зони алувиона Топчидерске реке (метро станица „Ада Циганлија").

Резултати геолошких и хидрогеолошких истраживања указују на то да пројектована траса метроа већим делом пролази кроз глиновито-лапоровите седименте, које карактерише слаба водопропусност (коефицијенти филтрације од $n*10^{-7}$до $n*10^{-8}$ m/s), те је кретање подземних вода изразито успорено. У оваквим срединама подземна вода је већим делом физички везана за кластите, тако да се не може говорити о филтрацији гравитационог карактера, односно о кретању слободне воде, за које и важи Дарсијев закон струјања подземих вода.

Због свега наведеног, а у циљу дефинисања основног задатка Студије интеракције Линије 1 београдског метроа и подземних вода на подручју, општи закључак је да Деоница 3 „нема предиспозиције" за израду хидродинамичког модела струјања подземних вода.

Деоница 4: Мост на Ади – Савски трг

У геолошком смислу простор у оквиру Деонице 4 изграђен је од седимената различитог састава и старости. Преко основне стенске масе терцијарне и мезозојске старости исталожени су седименти неогена и квартара. Подлогу млађим наслагама неогене и квартарне старости представљају чврсте стене сарматске и ургонске старости, изграђене од кластичних седимената и кречњака, процењене дебљине од 50-60 m.

На површини терена, захваљујући потребама за интензивном урбанизацијом, на Деоници 4 је измењен некадашњи терен (настао под утицајем природних процеса), тако да је данас, готово на читавом подручју од интереса, терен прекривен насутим материјалом.

У протеклом периоду, на ширем простору „Београда на води" рађена су истраживања за потребе сагледавања неповољног утицаја водостаја реке Саве на режим подземних вода, пре свега услед стварања успора. Режим подземних вода пре изградње ових објеката био је у функцији осцилација реке Саве, затим дотока из правца залеђа, а делом и услед инфилтрације воде са слободне водне површине.

Мерења указују да се осцилације водостаја Саве директно одражавају на промене пијезометарских нивоа у водоносном слоју прве интергрануларне издани. Дуж границе алувијона пијезометарски нивои су повишени а амплитуде осцилација смањене услед дотицаја из полупропусних седимената виших терена залеђа. На подручју Београда на води осцилације нивоа подземних вода, дакле, репрезентују утицај интергрануларне издани (алувијални седименти) и реке Саве, што је од интереса за анализу и у оквиру ове студије, имајући у виду да траса метроа на крају Деонице 4 пролази кроз алувијалне песковито-шљунковите седименте.

Са друге стране, постоји и карстно-пукотинска издан у оквиру сарматских и ургонских кречњака, која има „предиспозиције" за директну повезаност са интергрануларном издани веће издашности, односно хидрауличка веза ових двају издани условно је могућа. Међутим, шире сагледавање, пре свега због тектонике терена и разуђености повлатне границе по неким ауторима, указује на то да је ова веза веома слаба.

Иако је изградња метроа планирана након изградње Београда на води, логично би било да се приликом формирања математичког модела струјања подземних вода (ради дефинисања параметара средине) усвоји период калибрације од изградње Београда на води (од 2019-2021. године), односно до данас. Међутим, како доступност података осматрања жељеног периода није на задовољавајућем нивоу за квалитетну хидродинамичку анализу и калибрацију, модел струјања подземних вода на Деоници 4 је рађен за период од 1987. до 2015. године.

Хидродинамички модел је рађен у неколико фаза: припрема улазних података за модел (тзв. preprocesing), поставка хидродинамичког модела, поступак калибрације (еталонирања) и прогнозни прорачуни кроз варијантна решења.

У првом кораку су прикупљени подаци о резултатима бушења на ширем подручју Београда на води. Изабрано је укупно 277 бушотине, различитих дубина и описа картираних јединица (различити извођачи их радили). У базу података су унети литолошки описи, подаци о гранулометријском саставу (d10, као основном параметру за израчунавање коефицијента филтрације) и каптирани интервали пијезометара.
На основу извршених обимних анализа бројних података о литолошком саставу и филтрационим карактеристикама усвојена је шематизација на Деоници 4 са пет слојева:
1. **Слој-насути материјал**-средина је слабо водопропусна, са коеф. филтрације n*10-5 m/s.

2. **Слој-повлата**. Прашинасто-песковите глине и прашине. Имају готово континуално распрострањење, слабопропусне до непропусне средине, коеф. филтрације n*10-6 m/s.

3. **Слој-водоносна средина.** Алувијални пескови и шљункови, променљиве дебљине (исклињава према залеђу), са коефицијентима филтрације n*10-3 до n*10-4 m/s.

4. **Слој-подина.** Глине, лапоровите глине и лапори панонске старости, без континуалног распрострањења. Средина је водонепропусна, са коеф. филтрације од n*10-6 до n*10-7 m/s.

5. **Слој-кречњак**. Континуално распрострањених у домену модела, издан слабо водопропусна до водопропусна, са коефицијентима филтрације n*10-6 m/s.

*Гранични услови*
Приликом формирања хидродинамичког модела на Деоници 4, коришћени су гранични услови који се могу сврстати у две категорије:
- Гранични услов са задатом (дефинисаном) вредношћу нивоа реке (River),
- Гранични услова са задатом вредношћу нивоа у залеђу (Head).

Елементи вертикалног биланса нису задати у моделу, јер немају утицај на изградњу метроа (ефекат инфилтрације је у првих 2-3 метра од површине терена. С обзиром да је на Деоници 4 траса метроа планирана на дубинама од око 15-20 метара, наведени елементи биланса се занемарују.

- Простор изван области струјања (у коме се не врши прорачун) је у складу са поставкама програмског пакета, издвојен кроз No Flow поља

*Гранични услов „река" (River)*
Као доминантни чинилац режима подземних вода на подручју, река Сава је у моделу задата преко граничног услова „река". Истим се симулира струјање између водоносног слоја и површинског тока. Корито Саве је усечено у песковито-шљунковите седименте, на коти од 58.00 mnm до 62.00 mnm. У моделу је задат у оквиру трећег моделског слоја (квартарне песковите и шљунковите наслаге).

Водостаји реке Саве су задати на основу реално мерених вредности на водомерној станици Београд. У поступку калибрације задат је у настационарним условима, за временски пресек 01.01.1987. до 31.12.2015. године. Имајући у виду чињеницу да је прорачунски период подељен на временске кораке у трајању од по 15 дана, дневне вредности водостаја реке Саве су из тог разлога осредњене

*Гранични услов „доток из залеђа" (Head, H=const.)*
Гранични услов H=const. спада у тип граничног услова са дефинисаном вредношћу нивоа у датом прорачунском кораку. По предметном задатку је примењен за симулацију дотицаја подземних вода у пети слој модела, по источној и југоисточној контури струјног поља.
Дотицај подземних вода у подручје које обухвата математички модел, симулиран је, дакле, помоћу граничног услова „*H=const*"у оквиру петог слоја, односно кречњачких наслага (у зонама Аутопут-Вишеградска улица, Немањина улица и Карађорђева улица).

За квантификацију дотицај, почетне вредности су усвојене на основу познавања геолошких и хидрогеолошких карактеристика на подручју, и на основу мерених нивоа подземних вода код пијезометара у залеђу. Ови пијезометри су по својим положајима релативно близу границе модела и дају индиције за нивое које треба задати као граничне услове. Коначне вредности дотицаја по овој контури добијена је у процесу калибрације математичког модела.

*Почетне вредности коефицијената филтрације*
За издвојене (шематизоване) слојеве у моделу, почетне вредности коефицијената филтрације задате су на основу обраде гранулометријских кривих заступљених седимената и на основу опита наливања, црпења и ВДП опита (Хидрозавод ДТД, 2021.) кречњачких формација.

*За потребе калибрације модела* коришћени су подаци осматрања пијезометарских нивоа на 12 пијезометра распоређених по простору у оквиру Деонице 4. Мерене вредности пијезометарских нивоа чине саставни део улазних датотека за прорачуне.
У поступку калибрације примењена је најпре ручна, па потом и аутоматска, са изменама коефицијента филтрације, изменама величине хидрауличког отпора речног дна Саве, као и корекцијом почетног дотицаја из правца залеђа.

Процена степена поклапања прорачунских и осмотрених вредности, вршен је на два начина:
- као апсолутно одступање измерених и срачунатих вредности нивоа подземних вода у осматрачким тачкама,

- као статистичко квадратно одступање разлика измерених и срачунатих вредности нивоа подземних вода.

На основу литолошких профила са приказом стубова расположивих бушотина и резултата гранулометријских анализа и опита (дефинисање филтрационих карактеристика средине) формиран је репрезентативан шематизовани хидрогеолошки модел од 5 слојева.

Контура модела прати линију тзв. „Савског амфитеатра". Неправилног је облика, чинећи јединствену целину, од интереса за моделирање. Струјна област је дискретизована у плану мрежом поља квадратног облика, униформне величине $\Delta x$=10 m. Димензија поља је прилагођена величини тунелског отвора метроа. На овај начин је омогућено знатно лакше уношење трасе метроа а тиме и симулација ефеката његове изградње. Матрица модела се састоји од 260 редова и 300 колона, што укупно чини 390.000 поља у 5 слојева. Број активних поља износи 138.197, односно представља површину од 2,76 km$^2$.

Простор изван области струјања (у коме се не врши прорачун) је у складу са поставкама програмског пакета, издвојен кроз No Flow поља.

За усвојену шематизацију геометријских и филтрационих карактеристика и задате граничне услове издани који се у општем случају дају као величине променљиве по простору и времену, поступком калибрације се долази до репрезентативних величина које карактеришу водоносну средину. Усвајањем варијанте математичког модела, код које је постигнута задовољавајућа сагласност података добијених прорачуном и мерених у природи, завршава се процес еталонирања модела. Истариран модел представља основу за наредни корак, у домену решавања постављеног задатка.

Резултати прорачуна су приказани у виду разлика нивоа подземних вода између прорачунатих вредности пре и након изградње метроа. Промене су праћене на 9 контролних тачака. Анализе режима подземних вода у условима пре изградње метроа и са метроом разматрани су за пијезометарске нивое у историјском стању (Zmax, Zmin.) и у условима екстремних појава (Z1%). Поређење добијених резултата за оба стања указала су на то да ли постоји њихов међусобни утицај, и ако постоји, у којој је мери заступљен.

Анализа измене режима за две варијанте (са и без изграђеног метроа) прорачуна конципирано је на дефинисању разлика у нивоу подземних вода. Увођењем контролних пијезометара омогућено је упоређење измена нивоа по простору, за различите хидролошке услове у истом временском пресеку.

Изложени резултати указују на измене нивоа воде са и без метроа. Средњи резидуали су на нивоу центиметарских вредности (у пиковима максимално до 50 cm). Разлике у нивоима се највише виде код пијезометра КР4-5, на профилу од метро станице Мостар ка реци Сави. Генерално, наведене разлике указују да се изградњом метроа на Деоници 4 не очекује значајан утицај и измена режима подземних вода на подручју, осим локално са мањим разликама.

<u>Деоница 5: Савски трг-Француска улица</u>

На ширем истражном подручју доминира насут материјал што је последица урбане средине. Насут материјал је заступљен у површинском делу целог терена, променљиве је дебљине од 1,00 до 5,90 m. У зони станице „Трг Републике", дебљина насутог материјала је око 3 m. Насут терен је хетероген, водонепропустан тј. безводан. Површински делови терена су такође представљени лесним наслагама које се састоје од прашинасто глиновито песковитих материјала. Ове наслаге нису развијене на површини терена, али јесу на дубини од 2,9 до 8,6 m дуж трасе метроа.
У повлатним седиментима (природним и насипаним) нема филтрације мада се може након високих падавина очекивати провлаженост ових слојева.

Сагледавајући претходне и нове истражне радове у зони пројектоване трасе метроа и шире, као и хидрогеолошких својстава и функција стенских маса, структуре порозности и просторног положаја хидрогеолошких појава на изучаваном делу терена могу се издвојити:

- комплекс водопропусних стена,
- комплекс слабије водопропусних стена,
- комплекс непропусних стена

С обзиром да на Деоници 5 доминира комплекс водонепропусних творевина у којима се планира изградња тунела метроа и да овде нема потенцијалног утицаја објеката метроа на подземне воде, као и подземних вода на објекте метроа, није планирано је формирање математичког модела струјања подземних вода.

Јединствена карактеристика и режим подземне воде у градовима је присуство подземних објекта који су у интеракцији са подземном водом. Ова повезаност је на два начина. Прво, подземни објекти могу утицати на ток подземних вода, понашајући се као непропусне баријере и на њен квалитет. Са друге стране, подземне структуре као што су тунели, пролази, паркинзи, подруми, темеља зграда и канализација могу озбиљно бити угрожени од стране дотока подземних вода при чему могу направити озбиљне грађевинско техничке проблеме. У каснијем случају, природа штете може зависити од квалитета подземне воде тј. агресивности и да ли ниво воде расте или опада.

У случају Деонице 5 која покрива урбану средину, траса метроа пролази кроз седименте панонске старости ($M3^2$). Представљени су лапоровитим глинама у вишем делу тунела, а лапорима у нижем. У хидрогеолошком смислу ови седименти су сврстани у комплекс водонепропусних стена и имају функцију изолатора и природне баријере за филтрацију подземних вода, тако да утицај подземних вода на изградњу метроа као и на сам објекат нема.

Комплекс водопропусних стена формираних у оквиру кречњачких седимената сарматске и панонске старости, првенствено због свог положаја, који изведеним истражним радовима нису потврђени у зони трасе тунела, већ шире и на већим дубинама од оних за коју се планира изградња тунела метроа, неће имати утицаја на извођење радова на овој деоници, као што ни сама изградња тунела неће имати утицаја на подземне воде.

Пошто се не расположе историјским подацима, нивои подземних вода су сагледани на основу два пијезометра приказаних у *Књизи 4 Студије интеракције линије 1 београдског метроа и подземних вода - Геолошка грађа и хидрогеолошке карактеристике терена* и геолошке средине. Режим подземне воде на подручју Деонице 5 прати очекујући тренд у урбаној водонепропусној средини, вода стагнира, без могућности већих осцилација нивоа. Претходно изнети подаци о режиму подземних вода, указују на то да траса метроа на деоници 5, већим делом пролази кроз водонепропусне седименте, у оквиру којих је струјање подземних вода успорено.

Укупно гледано нису издвојене значајне издани нити седименти са филтрационим карактеристикама која омогућавају кретање подземних вода са површине терена ка будућим радовима и не треба очекивати значајан прилив подземних вода током извођења радова на тунелу са површине терена.

Деоница 6: Француска улица-Карабурма

Деоница 6 (линије 1), трасе Београдског метроа обухвата простор од Француске улице до Вилиних вода. Дуж трасе је пројектована изградња тунела (методом TBM и Cat&Caver) и четири станице: МС. „Скадарлија“, МС. „Дунав“, МС. „Панчевачки мост“ и МС.

„Карабурма“. Са геолошког аспекта и гледишта режима подземних вода такорећи свака од станица има своју специфичност. Објекти метроа су предвиђени у песковито-шљунковитим седиментима алувијалне равни Дунава у којим је заступљена међузрнска издан, затим сарматским кречњацима са дискутабилном појавом карсно-путкотинске издани, као и слабо водопропусним седиментима (миоценске и квартарне старости) у којима је филтрација подземних вода изузетно успорена. Хетерогеност терена кроз које пролази траса метроа, као и обим расположивих података о режиму подземних вода у заступљеним литолошким срединама, иницирало је више нивоа и видова анализе и приказа резултата обраде, од примене математичког модела до аналитичког поступка.
Математичким моделом је разматран режим подземних вода у оквиру алувијалних депоната. Довољан фонд улазних података је омогућио калибрацију модела и анализу пропагације утицаја Дунава на нивое подземних вода у зони метро станице „Дунав“, за стања са и без објеката метроа. Базу обраде овог дела чини подаци о резултатима бушења и мониторингу нивоа подземних вода, који су реализовани, за потребе праћења утицаја ХЕПС. “Ђердап“ на приобаље.

Преостали делови терена су са знатно нижим обима података о режиму подземних вода. За МС. „Скадарлија“, МС. „Панчевачки мост“ и МС. „Карабурма“, располагало се само са подацима осматрања која су спроведена за потребе изградње метроа (ДТД.“Хидрозавод“, 2021.год.) у трајању мањем од једног хидролошког циклуса (апр. – нов. 2021). Изостају оскултациони објекти и резултати осматрања нивоа по простору, на основу којих би се детаљније сагледао и моделски симулирао режим издани у кречњацима или глиновито-лапоровитим (алевритским) срединама. У складу са изнетим констатацијама, обрада режима је у овим срединама обављена на нивоу анализе података осматрања ниво подземних вода.

Детаљном анализом расположивих подлога (првенствено са хидрогеолошког аспекта) утврђено је, да обрада филтрације подземних вода применом модела има реалну основу само у алувијалним седиментима који се на траси метроа јављају у зони станице „Дунав“. За преостале станице и већи део трасе Деонице 6, који су пројектовани у условно водонепропусним седиментима, није сагледана потреба за овим видом обраде, нити се располагало са довољним фондом података да би се кроз моделску обраду анализирао режим вода у овим срединама

*Шематизација средине - слојеви и њихови параметри*
Струјање подземних вода је шематизовано као просторно. Сходно комплексној геолошкој грађи терена на Деоници 6 и захтеву Пројектног задатка да се у оквиру порозне средине инкорпорира траса тунела (са станицама) метроа, за шематизацију у вертикалном пресеку је издвојено 5 целина (слојева) и то:

I слој модела - „насути материјал“. У саставу слоја је набачај од глине, прашине, песака, шута, са промењивим филтрационим карактеристикама. Просечна дебљина је око 5 m, локално и до 7 m. Наделу терена од станице „Скадарлија“ ка станици „Дунав“, насути слој има мању заступљеност, од 1,5 до 2,5 m.

II слој модела - оригинални „повлатни слој“. Чине га слабо пропусни седименти квартарне старости различитог порекла - флувијални, делувијални, еолски, колувијални ... Дебљине је од 4 - 20 m, у просеку око 10 m. Северно од станице „Карабурма“ ка Дунаву, повлатни слој локално има дебљину око 1 m.
III слој модела - „водоносни слој“. Овим слојем су шематизовани седименти фације корита, (песак и шљунак) са филтрационим карактеристикама веће пропусности. Дебљина слоја се генерално смањује од Дунава ка залеђе (југу), односно ка метроу. Просечна вредност износи око 10 m, локално (ближе Дунаву) и до 20 m. У зонама где водоносна средина исклињава,

дебљина слоја је испод 2 m. У окружењу станице „Дунав“ песковити седименти су заступљени у висини до 8 m.
IV слој модела - симулира „трасу метроа“. У зависности од литолошког члана кроз који тунел пролази, слоју „метро“ су придодате хидрогеолошке карактеристике тог слоја и то, водоносне средине „слоја III“ или условно водонепропусног „слоја V“. Ван трасе тунела „слој IV“ такође има карактеристике „слоја III“ или „слоја V“, што зависи од висинског положаја литолошких јединица. Само дуж трасе метроа дебљина слоја одговара величини тунела, од 10 m. У преосталом делу варира у зависности од простирања осталих слојева.

V слој модела - је издвојен као „подински слој“ водоносне средине. У саставу доминирају слабопропусне глине и лапори, локално у зони Панчевачког моста кречњаци. Дебљина слоја није позната. Према резултатима истражних бушења она је већа од 20 m.

*Гранични услови*
Током рада на хидродинамичком моделу анализираног простора, коришћени су гранични услови који се могу сврстати у две категорије:

- Гранични услов са задатом (дефинисаном) вредношћу нивоа (River),
- Гранични услова са задатом вредношћу протицаја (Well).

Простор изван области струјања (у коме се не врши прорачун) је у складу са поставкама програмског пакета, издвојен кроз No Flow поља

*Почетне вредности коефицијената филтрације*
Полазне филтрационе карактеристика издвојених слојева у моделу су задате на основу обраде резултата теренских и лабораторијских испитивања. Најзаступљенији су коефицијенти филтрације прорачунати применом емпиријских формула које за основу користе гранулометријски састава седимената. Затим, као репрезентативни али знатно мањег обима (само дуж трасе модела) су коришћени и подаци добијени применом опита наливања, црпења и ВДП (Хидрозавод ДТД, 2021.).

Крајњи распоред филтрационих карактеристика по простору и по слојевима, је добијен поступком калибрације математичког модела

Изради математичког модела је претходила геометризација шематизованих средина, као и анализа утицаја водостаја и падавина на режим подземних вода. Калибрација математичког модела је спроведена на основу архивских података за временски период од 01.01.2003. до 31.12.2009. године. Одабрани период је усвојен као меродаван будући да се за исти располагало са резултатима мониторинга знатног обима и на највећем броју објеката. У склопу прогнозних прорачуна обухваћен је знатно дужи период (01.01.1985.-31.12.2020.год.) што је омогућило детаљније сагледавање интеракције подземних вода и метроа, за промењиве хидролошке услове (екстремне пресеке). Ефекти варијанти (са и без метроа) су праћени на фиктивним контролним пијезометрима, који су распоређени по профилу од Дунав до трасе метроа.

Генерални закључак хидродинамичких прорачуна применом модела је да изградња станице метроа „Дунав“ и дела трасе кроз алувијалне седименте, нема знатан утицај на режим подземних вода у окружењу. На то указују упоредна стања нивоа подземних вода и криве трајања нивоа подземних вода са и без метроа, при чему су забележене центиметарске разлике. Наведена констатација је у складу са физичким удаљењем до Дунава, као и чињеницом да је траса метроа пројектована по рубу распрострањења алувијалне равни.

Са гледишта режима подземних вода, другој групацији седимената припадају полувезани и везани седименти средњег и горњег миоцена, као и квартарне старости. Одликују се ниским вредностима коефицијената филтрације и изразито успореном водозаменом. Дуж трасе

метроа, у наведеним срединама су изведена три објекта, која локацијски одговарају пројектованим позицијама станица „Скадарлија“, „Панчевачки мост“ и „Карабурма“. У вертикалном профилу каптирају издан на дубини ископа метроа и то: два са филтарским делом конструкције у оквиру глине, лапора и прашине (са ознаком Bps-41 и Bps-50) и један у сарматским кречњацима (Bps-48). За ове делове терена, анализа режима није спроведена на нивоу математичког моделирања, већ је генерално сагледана интеракција подземних вода и објеката метроа. Присутно је више разлога за овакав став. Ако се изузму осматрања на локацијама станица, за остале делове терена се не располаже са подацима осматрања нивоа у обиму за просторно сагледавање режима. Друго, спроведена осматрања за потребе предметног задатка су реализована у трајању од осам месеци, што није довољно за подробнију анализу режима, нити успостављање корелативне зависностима са осталим утицајним параметрима (водостај Дунава, падавине, подземни дотицај итд.). И трећи, као најважнији разлог је издвојен „вид“ филтрације подземних вода у овим срединама. Генерално, глиновито- лапоровите седименте карактеришу ниске вредности коефицијената филтрације, успорена водозамена и мала ефективна порозност, што указује на то да је филтрација гравитационог карактера (слободне воде) секундарна, такорећи да је нема. У овим срединама подземна вода је већим делом физички везана за кластите (као хидроскопна, адсорпциона или опнена), док се кретање обавља под утицајем молекуларних сила, енергије хидратације и градијента влажности (код опнених вода).

Према резултатима истражних радова, сарматски кречњаци су компактни без назнака израженије испуцалости. Изузетак је окружење локације Панчевачки мост, где је утврђена нешто виша пропусност. Постоје индиције да су алувијалне наслаге у контакту са кречњацима. Према постојећим сазнањима и нивоу истражености терена, не може се сагледати просторна контура нити проценити интензитет контакта са хидрауличког аспекта (уколико постоји), тако да хидродинамичким моделом ова појава није анализирана.

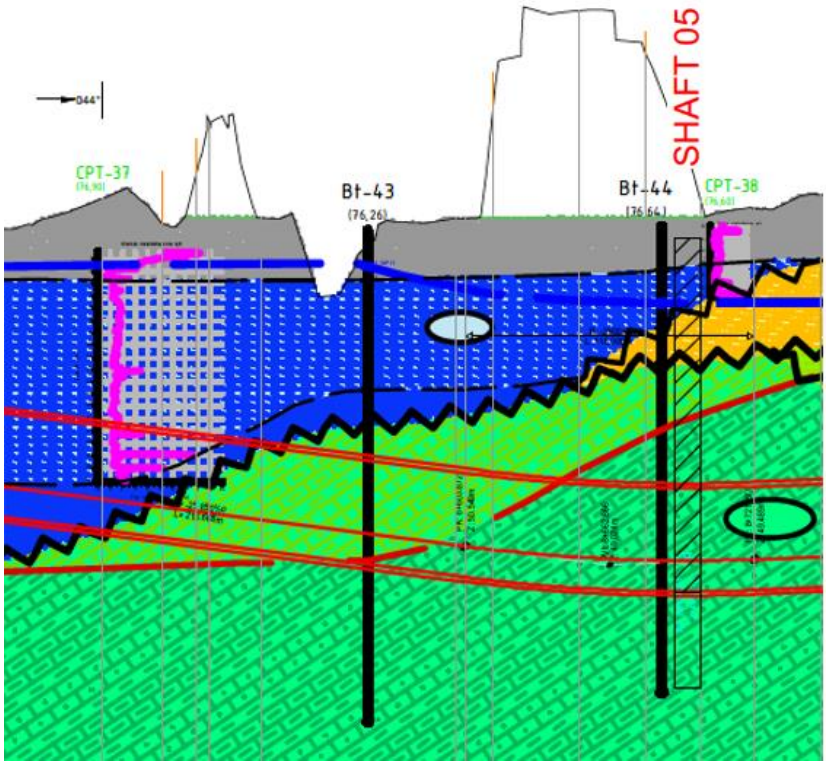
Генерално закључак је да су регистровани нивои подземних вода у групације слабије пропусних седимената виши у односу на осцилације у алувијалним седиментима, док се измене нивоа не могу корелисати са водостајем Дунава.

## 6.2 Утицај на површинске воде

Како је наведено у поглављу 2.3, линија 1 траса линије 1 београдског метроа укршта се са Топчидерском реком и каналима 1-7-4, 1-5 и 1-6.

Као што је приказано на слици испод, Топчидерска река је релативно плитак водоток (дубина дна мања од -10 m од нивоа терена). Тунел метроа у овој области је дубоко под земљом (око -20 m од нивоа земље). Дакле, не очекује се утицај на режим реке, због активности TMB машине током изградње, као ни због рада метроа.

Што се тиче изградње окна 05, у близини овог подручја, током његове изградње ће бити потребно испумпавање подземних вода (отворени ископ), али се очекује да ће протоци бити мали (0,69 $m^3/h$) и лако управљиви.




*Слика 6.8 Попречни пресек на подручју Топчидерске реке*

Присуство водних тела је важније у јужном делу Линије 1 фазе 1, на подручје Макишког поља.

Канал Претраж (1-5) и канал Б (1-7-4), са којим се укршта станица Жарково и градилиште за лансирање ТВМ машине поред станице Беле воде, биће модификовани хидротехничким решењем планираним за реализацију на територија коју покрива ПДР Макишког поља. Услед насипања терена постојећи канали губе намену, због чега је планирано њихово укидање и затрпавање, као и замена елементима хидротехничког решења, обезбеђивање одводњавања вода из постојећих водотокова (Железничка реке и Жарковачког потока), вода са подручја ранжирне станице, вода која отиче са падина брда (Баново брдо, Жарково, Савска тераса и Железник), као и евакуација атмосферских вода са територије коју покрива ПДР. У хидротехничком решењу канал 1-5 је замењен колектором 5 и канал 1-7-4 је зацевљен и преусмерен: због количине дотока воде предлаже се изградња колектора испод улице Милорада Јовановића, који ће бити прикључен сукцесивно на колекторе 5, 6 и 7, тако да се доток воде из припадајућих сливних подручја прераспоређује.

Колектор 7 се не укршта са трасом метроа. Међутим, колектори 5 и 6 се укрштају са обе стране станице Жарково. Тренутно се планира трајно измештање ових колектора на већу дубину пројектовањем помоћних објеката: сифона.

У фази рада, првобитно пропусно земљиште које је ће бити застрто и водонепропусно за пројекат метроа (приближно 3 ha) доводи до повећаног отицања атмосферске воде.

## 6.3 Утицај на земљиште и управљање материјалом од ископа

До утицаја на земљиште може доћи у случајевима акцидентног проливања горива, уља и бетона из грађевинске механизације и инфилтрацијом загађене атмосферске воде.

Мерама које укључују забрану допуњавања горива, поправке и сервисирања механизација и транспортних средстава, испирање бетона ван за то предвиђених и опремљених локација, вероватноћа акцидента се значајно смањује.

Изградња линије 1, фаза 1, ће резултирати физичким уклањањем земљаног материјала. Међутим, како би се дугорочни утицај ограничио, примениће се мере описане у наредном поглављу.

За окно 02, станицу Трговачка, окно 03, станицу Пожешка, станицу Парк Баново брдо и деоницу у отвореном ископу Карабурма, могућа карстна природа појединих локалних слојева могла би имплицирати губитак бентонита у појединим фазама изградње (нпр. изградња зидова дијафрагми).

Површинско земљиште са присуством метала (као што је описано у поглављу 5) примећено је у близини трасе. Да би се промовисала стварна валоризација ископаног материјала у минералне ресурсе за поновну употребу, потребно је извршити анализе, узимањем узорака из ископаног материјала. Загађено земљиште биће одвојено од незагађеног површинског слоја и њиме ће се управљати у складу са прописима Републике Србије. Поред тога, на неколико локација током грађевинских радова могло би се наћи контаминирано земљиште у вези са присуством потенцијално загађених локација. У овом случају, пројекат и управљање ископаним материјалом ће се локално прилагодити у складу са прописима Србије о загађењу земљишта, здрављу и безбедности запослених и корисника метроа.

У погледу потенцијалног загађења услед грађевинских радова, неодговарајућег руковања отпадом или неправилног депоновања и привременог складиштења, примењиваће се мере заштите описане у наредном поглављу, а посебно у оквиру III санитарне зоне заштите за деоницу Линије 1 Фазе 1 која се налази на подручју Макиш.

**Управљање материјалом од ископа са градилишта**

Деоница Линије 1 фазе 1 у насипаном подручју

Приближно 255.000 $m^3$ хумуса биће ископано са пројектне локације која се налази унутар насипаног подручја, што укључује депо и део метро линије дуж депоа.

Подручје депоа се налази у близини ранжирне станице, где је дошло до загађења услед случајног изливања велике количине ксилола 1984. године. Спроведена су истраживања и обимне мере санације, као и мониторинг земљишта и подземних вода. Према теренском истраживању за потребен утврђивања нултог стања обављеном на подручју депоа, у неким узорцима је прекорачена ремедијациона вредност за бакар и цинк, а прекорачена је гранична вредност за баријум, кадмијум, кобалт, никл и олово.

Линија 1 Фаза 1

Изградња линије 1, фазе 1, резултираће значајном количином ископаног материјала, укључујући инертни материјал и већ присутно контаминирано површинско земљиште.

Уклањање и транспорт значајне количине ископаног материјала такође ће утицати на друмски саобраћај, буку, визуелне сметње и емисије прашине.

Главне препознате локације екстракције материјала су следеће:

- два специфична објекта (станица Беле воде и окно 11) за лансирање машине за бушење тунела (TBM);
- Свака локација станице и површински објекти су тачка за евакуацију сопственог материјала.

Укупна запремина ископаног материјала је приближно 2.313.000 $m^3$, што се може поделити на (заокружене вредности):

- Станице: 1.042.000 m3;
- Окна и помоћни радови: 128.000 m3;
- Отворени ископ: 323.000 m3;
- Дубоки бушени тунел: 820.000 m3.

**Превоз ископаног материјала**

Утицај изазван превозом ископаног материјала је уско повезан и преклапа се са утицајем на саобраћај и утицајем на квалитет ваздуха, али је обрађен у овом поглављу.

Неколико фактора игра улогу у избору начина транспорта за евакуацију ископаног материјала:

- Природа материјала: у зависности од њихових физичких и хемијских карактеристика, неки материјали могу захтевати посебне услове руковања и транспорта (нпр. садржај воде). Од квалитета ископаног материјала зависиће и избор методе одлагања, а самим тим и одговарајуће логистичко решење.
- Запремина материјала: овај фактор одређује транспортни капацитет потребан за евакуацију земљишта и омогућава пројектовање потреба. У зависности од фаза разматраног локалитета, врсте радова и планираног начина изградње, брзине ископа су различите. Ископавање тунела је активност која производи највећу производњу ископаног материјала у одређеном времену. TBM метода омогућава континуирану производњу 24 сата дневно и дневне врхунце (до око 3.500 тона материјала при максималној брзини напредовања машине).
- Рокови: капацитет складишта на радним локацијама може бити ограничен, посебно у урбаним срединама. Од суштинског је значаја да логистичка организација може да ради по принципу „тачно на време“ и да се прилагођава потребама. Поузданост начина транспорта треба да апсорбује могуће варијације у протоку.
- Постојећа транспортна инфраструктура која опслужује градилишта и одредиште земљишта: избор начина транспорта зависи од транспортних мрежа и инфраструктуре присутних у близини база радилишта, као и од расположиве предности пролаза за утовар ископаног материјала у транспортне јединице: камионе, возове или барже за евакуацију реком. Зависи и од потенцијалних прихватних објеката.
- Трошкови: у зависности од начина транспорта који се разматра, трошак може варирати у зависности од прилагођавања потребних за њихову имплементацију, броја маневара које треба извршити за утовар/истовар транспортних јединица, множења броја ротација или креирања понуде возила прилагођене потребама.

Директна и индиректна ограничења која утичу на трошкове по врсти транспорта су представљена у наставку:

*Табела 6-1 Карактеристике различитих модалитета превоза ископаног материјала*

| | **Пут** | **Железница** | **Река** |
|---|---|---|---|
| **Капацитет по путу (тона)** | Између 8 и 40 t по возилу | Око 1.000 t по композицији, зависно од величине композиције | Између 400 и 5.000 t, у зависности од величине речног система |
| **Конкурентна дистанца** | Испод 50 km | Изнад 50 km | Изнад 30 km |
| **Флексибилност** | Висока | Ниска | Просечна |
| **GHG емисије** | 0.220 kg CO2 eq/t.km | 0.055 kg CO2 eq/t.km | 0.029 kg CO2 eq/t.km |
| **Цена транспорта** | Висока | Ниска | Ниска |
| **Спољни трошкови*** | Ниски | Високи | Просечни |

*Екстерни трошкови произлазе из трошкова везаних за помоћне радове неопходне за рад различитих превозних средстава (железничка теретна станица, пристаништа...).

Различити начини транспорта предвиђени за евакуацију ископаног материјала су:

Речни транспорт: треба дати предност градилиштима и објектима за коначно одлагање са директним приступом обалама са речним претоварним кејем како би се омогућио брзи претовар, без одвајања терета и без спољних ограничења. Градилишта ће се налазити у близини следећих пловних путева:

- Дунав северно од пројекта код станице Карабурма;
- река Сава западно од пројекта.

Мора се проценити могућност да се до обале пловног пута дође путем или другим средством (на пример, покретном траком). Конкретно, станице Дунав, станица Панчевачки Мост, Карабурма и Окна 10, 11 и 12, као и деоница у отвореном ископу Карабурма, били би посебно погодни за евакуацију речним путем (видети слику 20: приступни пут Дунаву за грађевинске радове). Чак и ископани материјали из ТВМ-а могли би се евакуисати овим средством, након третмана ако је потребно да се омогући транспорт. Укупна потенцијална запремина која је у питању била би 850.000 m3 материјала. Овај начин евакуације омогућава, конвојем, веома важан транспортни капацитет, капацитет једне барже је еквивалентан отприлике 160 камиона.

У поређењу са друмским и железничким, речни транспорт је начин који генерално нуди највећу енергетску ефикасност и најниже трошкове по тони-километру. Треба напоменути, међутим, да финансијски биланс није нужно у корист пловног пута, због чињенице да је често потребно додати трошкове транспорта камионом од радилишта до најближе лучке пошиљке и/или од луке доласка до крајње дестинације.

Железнички транспорт: као и пловни путеви, железница има предност великог капацитета по композицији и транспорта на велике удаљености, и на тај начин омогућава, с једне стране, да се ограничи број ротација камиона до и од локације, а са друге стране, да се стигне и олакша евакуација до објеката удаљених од подручја локације. Да би се избегао повратак их вагона, може се узети у обзир да су вагони за повратак натоварени материјалом за снабдевање. У поређењу са друмским и воденим путевима, железница нуди добар компромис између цене/брзине на великим удаљеностима, међутим њена имплементација је сложена. Потребно је испунити неколико услова, а главне потешкоће су следеће:

- Могућност спровођења почетног сортирања на бази локације на старту;
- Постојање истоварног објекта;
- Доступност возних траса;
- Доступност возних гарнитура компатибилних са транспортом ископаног материјала;
- Потреба за проналажењем станица које су компатибилне са утоваром/истоваром вагона;
- Ниво коришћења земљишта (спровођење железничког теретног саобраћаја захтева већи степен коришћења земљишта него за друге видове транспорта због броја колосека потребних за смештај колоне возова и сталног присуства машина на локацији за обављање разне маневре, што је тешко ускладити са расположивим правом пута).

Пројекат се налази у близини различитих железничких објеката, посебно у близини Макиша.

Друмски транспорт: то је најједноставнији вид транспорта. Нуди највећу флексибилност у прилагођавању ограничењима градилишта, у поређењу са речним и железничким транспортом. Транспорт материјала друмским путем ће резултирати проласком камиона на

главним путевима у областима обухваћеним пројектом. Број камиона зависиће од фаза пројекта. Возила веће тонаже, прилагођена врсти путева који ће се користити, биће фаворизована за смањење броја ротација.

Саобраћајни план у договору са локалним властима биће постављен током фазе изградње како би се обезбедио коегзистенција општег саобраћаја до оног специфичног за локација пројекта. Конкретно, биће дефинисане приступне руте до радилишта како би се ограничили могући поремећаји у мрежи. Принципи евакуације ископаног материјала на путу су следећи:

- Превоз ископаног материјала;
- Доћи до главних путева што је брже могуће из подручја поласка
- Користите главну мрежу и главне путеве за моторна возила да би се избегло коришћење главне и секундарне мреже.

Предност пројекта је што је близу мреже аутопутева. Е70 и Е75, као и М19, користиће се за евакуацију материјала.

Мултимодални транспорт: састоји се од коришћења неколико узастопних начина транспорта да би се обезбедио логистички ланац. Нарочито у северном делу пројекта, градилишта се налазе на удаљеностима од пловних путева које омогућавају осмишљавање мултимодалних могућности. У овим случајевима ће се извршити пре- и/или накнадни транспорт друмом (или покретном траком) који ће омогућити коришћење алтернативних начина евакуације.

## 6.4 Утицај на квалитет ваздуха

**Утицај на квалитет ваздуха током изградње**

Утицај на квалитет ваздуха током фазе изградње објеката метроа очекује се при обављању припремних и грађевинских радова и коришћења грађевинске механизације, али и транспортних средства за допрему грађевинског материјала.

Током грађевинских радова, а највише током земљаних радова (уклањање слоја хумуса, насипања ломљеним каменом и песком), очекује се емисија прашине. При извођењу грађевинских радова емисија прашине зависи од актуелних метеоролошких услова. Негативни утицај на квалитет ваздуха је просторно и временски ограничен и може се очекивати само на простору одвијања радова и најближој околини јер са повећањем удаљености опада концентрација прашине у ваздух, односно неће доћи до погоршавања квалитета животне средине изван самог простора градилишта. Такође, применом одговарајућих мера уређења градилишта, утицај ће се свести на минимум.

Током фазе изградње, идентификује се и индиректан утицај саобраћаја камиона на квалитет ваздуха. Ови утицаји ће бити привремени и ограничени на период изградње и могу се свести на нижи ниво значаја, применом добре праксе која ће бити детаљно описана од стране извођача у њиховом Плану управљања животном средином.

Током коришћења ангажованих грађевинских машина и транспортних средстава, односно током рада мотора са унутрашњим сагоревањем, у ваздух околине емитују се прашкасте материје, NOx, CO, $SO_2$, $NH_3$, полициклични ароматични угљоводоници, који су резултат сагоревања бензина, дизел горива и других погонских материја. Емисиони фактори су код бензинских мотора највећи за угљен-моноксид и угљоводонике, док су код дизел мотора за азот-диоксид, сумпор-диоксид и честице чађи.

На емисиони фактор мотора грађевинских машина утичу врста опреме и њено стање (година производње, модел, врста и јачина мотора, квалитет горива), одржавање опреме (рутинско одржавање, редовно сервисирање, стање гума), услови рада (врста радова, услови локације).

Применом одговарајућих мера, избор грађевинске механизације и транспортних средстава, као и организација радова допринеће смањењу утицаја на квалитет ваздуха на подручју самог градилишта и у његовој непосредној близини.

**Утицај на квалитет ваздуха током експлоатације**

У фази експлоатације, одржавање инфраструктуре линије 1 обављаће се са фиксним инсталацијама са дизел моторима. Њихова активност ће се одвијати ноћу у трајању од приближно 4 сата, једном недељно.

Такође, за фазу експлоатације, компанија Egis д.о.о. извршила је процену емисија издувних гасова за сваку деоницу путне мреже и извршено је поређење два сценарија:

- Сценарио 1: процена емисија издувних гасова уколико се пројекат изградње метроа не реализује за референтну 2027. годину,
- Сценарио 2: процена емисија издувних гасова уколико се пројекат изградње метроа реализује за референтну 2027. годину.

Методологија за процену утицаја пројекта на квалитет ваздуха спроведена је кроз процену емисије загађујућих материја из друмског саобраћаја на који ће утицати пројекат.

Путна мрежа и саобраћај

Подаци о саобраћају потичу из студија које су израдио Egis Villes et Transports. Путна мрежа одабрана за студију састоји се од свих колосека на чији саобраћај пројекат значајно утиче:

- путеве са фреквенцијом саобраћаја већом од 5.000 возила по дану, деонице чији саобраћај варира за најмање ±10% на годину почетка рада метроа;
- путеве са фреквенцијом саобраћаја мањом од 5.000 возила по дану, где саобраћај варира за најмање ± 500 возила по дану;
- свих постојећих или одобрених пројеката путне инфраструктуре који су присутни у области истраживања, чак и ако пројекат не утиче нити на њих утиче.

У оквиру изградње београдског метроа ниједна деоница пута не спада у наведене категорије јер пројекат нема значајнији утицај на саобраћај.

Изабрана путна мрежа је подељени према округзима, односно 21 различита група: Барајево, Бели Поток/Пиносава, Чукарица, Гроцка, Јајинци, Калуђерица, Кумодраж, Мали Мокри Луг, Миријево, Аутопут А1, Нови Београд, Палилула, Раковица, Савски венац, Стари Град, Сурчин, Велики Мокри Луг, Вождовац, Врачар, Земун, Звездара.

За већину група путева, упоредна анализа емисија загађујућих материја до 2027. године за наведена два сценарија показује одсуство значајних промена без обзира на загађујућу материју, као што је приказано у наредној табели и на наредној слици. Ипак, неке групе показују промене: количина емитованих гасова и честица ће се смањити на простору Гроцке за 5%, а на Палилули и Старом граду за 1%, док се пораст емисија може очекивати на простору Белог Потока и Пиносаве за 1%. На осталим деоницама на којима је вршено моделовање неће доћи до значајних промена.

Изградња метроа неће довести до значајне промене количине емисија у ваздух пореклом од саобраћаја.

*Табела 6-2 Процена емисија пореклом од саобраћаја – сценарио 1*

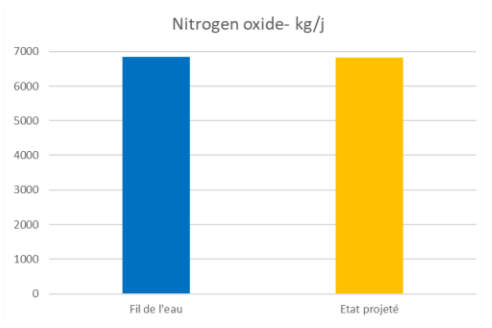
| | | Group of road sections | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Barajevo | Beli Potok / Pinosava | Cukarica | Grocka | Jajinci | Kaludjerica | Kumodraz | Mali Mokri Lug | Mirijevo | Motorway A1 | Novi Beograd | Palilula | Rakovica | Savski Venac | Stari Grad | Surcin | Veliki Mokri Lug | Vozdovac | Vracar | Zemun | Zvezdara | |
| **Nitrogen oxides (NOx)** | kg/j | 32.2 | 45.3 | 736.9 | 2.0 | 21.8 | 65.8 | 126.8 | 193.4 | 105.9 | 873.3 | 1160.3 | 246.3 | 182.5 | 657.4 | 205.4 | 239.6 | 136.8 | 534.0 | 136.8 | 929.8 | 204.4 | **6 836.9** |
| **Nitrogen monoxide (NO)** | kg/j | 15.7 | 22.1 | 360.8 | 1.0 | 10.8 | 30.5 | 59.4 | 92.8 | 51.4 | 398.5 | 566.2 | 121.2 | 89.3 | 320.0 | 101.5 | 111.7 | 63.3 | 260.8 | 67.6 | 441.2 | 100.7 | **3 286.6** |
| **Nitrogen dioxide ($NO_2$)** | kg/j | 8.1 | 11.4 | 183.9 | 0.5 | 5.3 | 19.1 | 35.8 | 51.1 | 27.1 | 262.3 | 292.4 | 60.5 | 45.6 | 166.8 | 49.8 | 68.3 | 39.7 | 134.2 | 33.1 | 253.5 | 50.1 | **1 798.6** |
| **VOC** | kg/j | 2.3 | 3.3 | 54.3 | 0.2 | 1.7 | 3.1 | 6.6 | 10.4 | 6.6 | 34.7 | 78.4 | 18.1 | 13.2 | 43.5 | 16.0 | 12.0 | 6.4 | 36.2 | 10.7 | 52.5 | 15.2 | **425.4** |
| **NMVOC** | kg/j | 2.2 | 3.0 | 50.5 | 0.1 | 1.6 | 2.9 | 6.2 | 9.6 | 6.2 | 32.5 | 73.3 | 17.0 | 12.3 | 40.6 | 15.0 | 11.2 | 6.0 | 33.8 | 10.1 | 49.1 | 14.3 | **397.4** |
| **Carbon monoxide (CO)** | kg/j | 43.4 | 59.9 | 856.7 | 2.0 | 20.3 | 69.0 | 137.9 | 133.5 | 79.1 | 954.3 | 978.0 | 201.3 | 193.7 | 593.9 | 179.6 | 251.7 | 149.2 | 449.6 | 115.4 | 955.6 | 167.2 | **6 591.3** |
| **$CH_4$** | kg/j | 0.17 | 0.23 | 3.63 | 0.01 | 0.10 | 0.18 | 0.41 | 0.68 | 0.41 | 2.05 | 4.91 | 1.09 | 0.86 | 2.81 | 0.95 | 0.71 | 0.39 | 2.27 | 0.63 | 3.33 | 0.91 | **26.7** |
| **$NH_3$** | kg/j | 0.33 | 0.46 | 7.11 | 0.02 | 0.20 | 0.24 | 0.61 | 0.87 | 0.65 | 1.97 | 8.55 | 2.02 | 1.65 | 4.86 | 1.88 | 1.00 | 0.50 | 3.93 | 1.24 | 5.25 | 1.72 | **45.1** |
| **$N_2O$** | kg/j | 0.47 | 0.66 | 10.26 | 0.03 | 0.29 | 0.27 | 0.77 | 0.99 | 0.84 | 1.64 | 11.72 | 2.86 | 2.36 | 6.63 | 2.73 | 1.21 | 0.57 | 5.38 | 1.80 | 6.84 | 2.44 | **60.8** |
| **PM10** | kg/j | 1.8 | 2.6 | 43.2 | 0.1 | 1.3 | 3.3 | 6.5 | 11.0 | 6.2 | 40.8 | 68.5 | 14.9 | 10.7 | 38.5 | 12.5 | 12.1 | 6.7 | 31.6 | 8.4 | 49.8 | 12.4 | **382.8** |
| **PM2,5** | kg/j | 1.4 | 2.0 | 32.2 | 0.1 | 1.0 | 2.6 | 5.0 | 8.5 | 4.7 | 32.9 | 51.1 | 10.9 | 8.0 | 28.8 | 9.1 | 9.4 | 5.3 | 23.5 | 6.1 | 38.3 | 9.1 | **289.9** |
| **Carbon dioxide ($CO_2$)** | t/j | 8.7 | 12.2 | 196.4 | 0.5 | 5.7 | 15.1 | 30.0 | 49.6 | 27.4 | 194.0 | 302.5 | 64.3 | 48.3 | 172.1 | 53.8 | 55.8 | 31.5 | 139.5 | 35.7 | 228.5 | 53.3 | **1 725.0** |
| **Sulphur dioxide ($SO_2$)** | kg/j | 0.22 | 0.31 | 4.96 | 0.01 | 0.14 | 0.38 | 0.76 | 1.25 | 0.69 | 4.90 | 7.63 | 1.62 | 1.22 | 4.34 | 1.36 | 1.41 | 0.79 | 3.52 | 0.90 | 5.77 | 1.34 | **43.5** |
| **Benzene** | g/j | 47.5 | 66.1 | 984.1 | 2.4 | 25.6 | 51.1 | 114.0 | 144.2 | 92.8 | 608.0 | 1169.4 | 256.9 | 226.2 | 687.2 | 232.9 | 198.1 | 110.5 | 538.0 | 152.0 | 883.4 | 215.5 | **6 806.0** |
| **Lead (Pb)** | mg/j | 4.4 | 6.2 | 99.2 | 0.3 | 2.9 | 7.6 | 15.1 | 25.0 | 13.8 | 97.9 | 152.7 | 32.4 | 24.4 | 86.9 | 27.2 | 28.2 | 15.9 | 70.4 | 18.0 | 115.4 | 26.9 | **870.8** |
| **Copper (Cu)** | mg/j | 12.3 | 17.3 | 278.9 | 0.7 | 8.1 | 21.4 | 42.6 | 70.4 | 38.8 | 275.4 | 429.4 | 91.2 | 68.6 | 244.4 | 76.4 | 79.2 | 44.7 | 198.1 | 50.8 | 324.5 | 75.6 | **2 449.1** |
| **Cadmium (Cd)** | mg/j | 0.55 | 0.77 | 12.40 | 0.03 | 0.36 | 0.95 | 1.89 | 3.13 | 1.73 | 12.24 | 19.09 | 4.06 | 3.05 | 10.86 | 3.40 | 3.52 | 1.99 | 8.81 | 2.26 | 14.42 | 3.36 | **108.8** |
| **Chromium (Cr)** | mg/j | 17.3 | 24.3 | 390.5 | 1.0 | 11.4 | 30.0 | 59.7 | 98.6 | 54.4 | 385.6 | 601.2 | 127.7 | 96.0 | 342.1 | 106.9 | 110.9 | 62.6 | 277.4 | 71.1 | 454.3 | 105.9 | **3 428.7** |
| **Nickel (Ni)** | mg/j | 6.3 | 8.9 | 142.6 | 0.4 | 4.2 | 10.9 | 21.8 | 36.0 | 19.9 | 140.8 | 219.5 | 46.6 | 35.1 | 124.9 | 39.0 | 40.5 | 22.8 | 101.3 | 25.9 | 165.8 | 38.7 | **1 251.8** |
| **Selenium (Se)** | mg/j | 0.55 | 0.77 | 12.40 | 0.03 | 0.36 | 0.95 | 1.89 | 3.13 | 1.73 | 12.24 | 19.09 | 4.06 | 3.05 | 10.86 | 3.40 | 3.52 | 1.99 | 8.81 | 2.26 | 14.42 | 3.36 | **108.8** |
| **Zinc (Zn)** | mg/j | 90.4 | 127.1 | 2045.3 | 5.4 | 59.7 | 157.0 | 312.5 | 516.5 | 284.9 | 2019.8 | 3149.3 | 669.1 | 503.0 | 1792.1 | 560.2 | 580.8 | 327.7 | 1453.0 | 372.2 | 2379.4 | 554.7 | **17 960.1** |
| **Arsenic (As)** | mg/j | 0.82 | 1.16 | 18.59 | 0.05 | 0.54 | 1.43 | 2.84 | 4.70 | 2.59 | 18.36 | 28.63 | 6.08 | 4.57 | 16.29 | 5.09 | 5.28 | 2.98 | 13.21 | 3.38 | 21.63 | 5.04 | **163.3** |

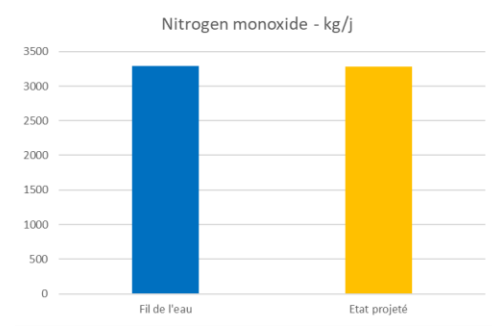
*Source : Egis*

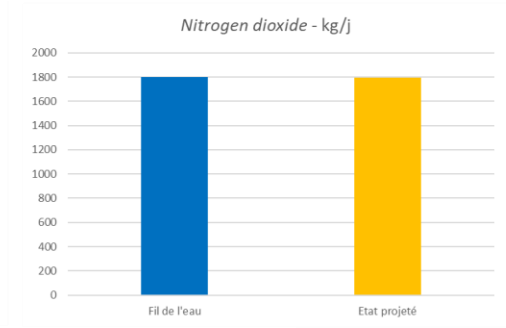
## Табела 6-3 Процена емисија пореклом од саобраћаја – сценарио 2

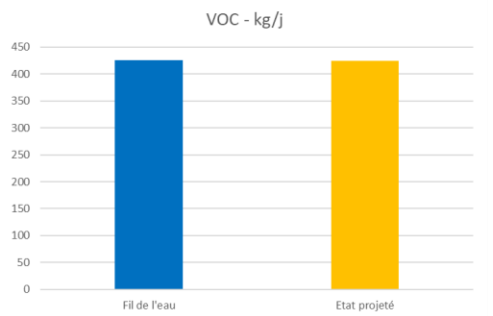
| | | Group of road sections | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Barajevo | Beli Potok / Pinosava | Cukarica | Grocka | Jajinci | Kaludjerica | Kumodraz | Mali Mokri Lug | Mirijevo | Motorway A1 | Novi Beograd | Palilula | Rakovica | Savski Venac | Stari Grad | Surcin | Veliki Mokri Lug | Vozdovac | Vracar | Zemun | Zvezdara | |
| **Nitrogen oxides (NOx)** | kg/j | 32,3 | 45,6 | 735,6 | 1,9 | 21,8 | 65,8 | 126,6 | 194,0 | 105,7 | 873,6 | 1162,0 | 244,0 | 182,1 | 655,0 | 203,2 | 239,4 | 136,7 | 535,0 | 137,2 | 930,5 | 204,2 | **6 832,1** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Nitrogen monoxide (NO)** | kg/j | 15,8 | 22,2 | 360,1 | 0,9 | 10,7 | 30,5 | 59,3 | 93,1 | 51,3 | 398,7 | 567,0 | 120,0 | 89,1 | 318,8 | 100,4 | 111,6 | 63,3 | 261,3 | 67,8 | 441,5 | 100,6 | **3 284,2** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Dioxyde d'azote ($NO_2$)** | kg/j | 8,2 | 11,5 | 183,6 | 0,5 | 5,3 | 19,1 | 35,7 | 51,3 | 27,1 | 262,4 | 292,8 | 60,0 | 45,5 | 166,2 | 49,3 | 68,3 | 39,7 | 134,4 | 33,2 | 253,7 | 50,1 | **1 797,4** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *0,0%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **VOC** | kg/j | 2,3 | 3,3 | 54,2 | 0,1 | 1,7 | 3,1 | 6,6 | 10,4 | 6,6 | 34,7 | 78,5 | 17,9 | 13,2 | 43,3 | 15,8 | 12,0 | 6,4 | 36,2 | 10,7 | 52,6 | 15,2 | **425,0** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,4%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,1%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,5%* | *-1%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **NMVOC** | kg/j | 2,2 | 3,1 | 50,4 | 0,1 | 1,6 | 2,9 | 6,2 | 9,7 | 6,1 | 32,5 | 73,4 | 16,8 | 12,3 | 40,4 | 14,9 | 11,2 | 6,0 | 33,9 | 10,1 | 49,1 | 14,3 | **397,1** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,4%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,1%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,5%* | *-1%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Carbon monoxide (CO)** | kg/j | 43,5 | 60,2 | 855,0 | 1,9 | 20,2 | 69,0 | 137,7 | 133,9 | 78,9 | 954,7 | 979,3 | 199,3 | 193,3 | 591,8 | 177,7 | 251,4 | 149,1 | 450,5 | 115,7 | 956,4 | 167,1 | **6 586,6** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *0%* | *-0,2%* | *-6%* | *-0,3%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,2%* | *-0,3%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **$CH_4$** | kg/j | 0,2 | 0,2 | 3,6 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 2,1 | 4,9 | 1,1 | 0,9 | 2,8 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 2,3 | 0,6 | 3,3 | 0,9 | **26,7** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *-0,1%* | *-0,4%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,1%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,2%* | *-0,4%* | *-1%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **$NH_3$** | kg/j | 0,3 | 0,5 | 7,1 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 2,0 | 8,6 | 2,0 | 1,6 | 4,8 | 1,9 | 1,0 | 0,5 | 3,9 | 1,2 | 5,3 | 1,7 | **45,0** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *-0,2%* | *-0,5%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,2%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,2%* | *-0,5%* | *-1%* | *0,0%* | *-0,3%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **$N_2O$** | kg/j | 0,5 | 0,7 | 10,2 | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 1,6 | 11,7 | 2,8 | 2,4 | 6,6 | 2,7 | 1,2 | 0,6 | 5,4 | 1,8 | 6,8 | 2,4 | **60,7** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *-0,2%* | *-0,6%* | *0,3%* | *-0,3%* | *0,3%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,2%* | *-0,5%* | *-1%* | *0,1%* | *-0,4%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,2%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **PM10** | kg/j | 1,9 | 2,6 | 43,1 | 0,1 | 1,3 | 3,3 | 6,5 | 11,0 | 6,2 | 40,8 | 68,6 | 14,7 | 10,7 | 38,3 | 12,4 | 12,1 | 6,7 | 31,7 | 8,4 | 49,8 | 12,4 | **382,5** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,3%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **PM2,5** | kg/j | 1,4 | 2,0 | 32,1 | 0,1 | 1,0 | 2,6 | 5,0 | 8,5 | 4,6 | 32,9 | 51,1 | 10,8 | 8,0 | 28,7 | 9,0 | 9,4 | 5,3 | 23,6 | 6,1 | 38,4 | 9,1 | **289,7** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Dioxyde de carbone ($CO_2$)** | t/j | 8,7 | 12,3 | 196,1 | 0,5 | 5,7 | 15,1 | 29,9 | 49,8 | 27,3 | 194,1 | 302,9 | 63,7 | 48,2 | 171,5 | 53,2 | 55,8 | 31,4 | 139,8 | 35,9 | 228,7 | 53,2 | **1 723,7** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Dioxyde de soufre ($SO_2$)** | kg/j | 0,2 | 0,3 | 4,9 | 0,0 | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 1,3 | 0,7 | 4,9 | 7,6 | 1,6 | 1,2 | 4,3 | 1,3 | 1,4 | 0,8 | 3,5 | 0,9 | 5,8 | 1,3 | **43,5** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Benzene** | g/j | 47,7 | 66,4 | 982,2 | 2,3 | 25,6 | 51,1 | 113,6 | 144,6 | 92,6 | 608,5 | 1170,9 | 254,3 | 225,6 | 684,5 | 230,4 | 198,0 | 110,3 | 539,1 | 152,5 | 884,4 | 215,3 | **6 799,8** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-6%* | *-0,3%* | *-0,1%* | *-0,3%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,1%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,2%* | *-0,4%* | *-1%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Lead (Pb)** | mg/j | 4,4 | 6,2 | 99,0 | 0,2 | 2,9 | 7,6 | 15,1 | 25,1 | 13,8 | 98,0 | 152,9 | 32,1 | 24,3 | 86,6 | 26,9 | 28,1 | 15,9 | 70,6 | 18,1 | 115,5 | 26,9 | **870,2** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Copper (Cu)** | mg/j | 12,4 | 17,4 | 278,4 | 0,7 | 8,1 | 21,4 | 42,5 | 70,6 | 38,8 | 275,6 | 430,0 | 90,4 | 68,4 | 243,5 | 75,6 | 79,2 | 44,6 | 198,5 | 50,9 | 324,7 | 75,6 | **2 447,3** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Cadmium (Cd)** | mg/j | 0,5 | 0,8 | 12,4 | 0,0 | 0,4 | 1,0 | 1,9 | 3,1 | 1,7 | 12,2 | 19,1 | 4,0 | 3,0 | 10,8 | 3,4 | 3,5 | 2,0 | 8,8 | 2,3 | 14,4 | 3,4 | **108,8** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Chromium (Cr)** | mg/j | 17,3 | 24,4 | 389,8 | 1,0 | 11,4 | 30,0 | 59,5 | 98,9 | 54,3 | 385,8 | 602,1 | 126,5 | 95,8 | 340,8 | 105,8 | 110,8 | 62,5 | 277,9 | 71,3 | 454,6 | 105,8 | **3 426,3** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Nickel (Ni)** | mg/j | 6,3 | 8,9 | 142,3 | 0,4 | 4,2 | 10,9 | 21,7 | 36,1 | 19,8 | 140,8 | 219,8 | 46,2 | 35,0 | 124,4 | 38,6 | 40,5 | 22,8 | 101,5 | 26,0 | 166,0 | 38,6 | **1 250,9** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Selenium (Se)** | mg/j | 0,5 | 0,8 | 12,4 | 0,0 | 0,4 | 1,0 | 1,9 | 3,1 | 1,7 | 12,2 | 19,1 | 4,0 | 3,0 | 10,8 | 3,4 | 3,5 | 2,0 | 8,8 | 2,3 | 14,4 | 3,4 | **108,8** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Zinc (Zn)** | mg/j | 90,7 | 127,8 | 2041,6 | 5,1 | 59,6 | 157,0 | 311,7 | 518,1 | 284,3 | 2020,7 | 3153,7 | 662,7 | 501,7 | 1785,4 | 554,2 | 580,5 | 327,4 | 1455,8 | 373,3 | 2381,5 | 554,3 | **17 947,1** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |
| **Arsenic (As)** | mg/j | 0,8 | 1,2 | 18,6 | 0,0 | 0,5 | 1,4 | 2,8 | 4,7 | 2,6 | 18,4 | 28,7 | 6,0 | 4,6 | 16,2 | 5,0 | 5,3 | 3,0 | 13,2 | 3,4 | 21,6 | 5,0 | **163,2** |
| | *(FE-ER)/ER* | *0,3%* | *1%* | *-0,2%* | *-5%* | *-0,2%* | *0,0%* | *-0,2%* | *0,3%* | *-0,2%* | *0,0%* | *0,1%* | *-1%* | *-0,3%* | *-0,4%* | *-1%* | *-0,1%* | *-0,1%* | *0,2%* | *0,3%* | *0,1%* | *-0,1%* | ***-0,1%*** |

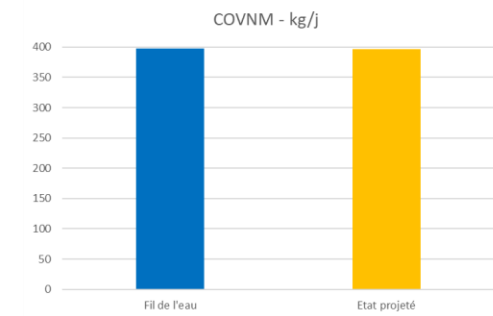
*Source : Egis*

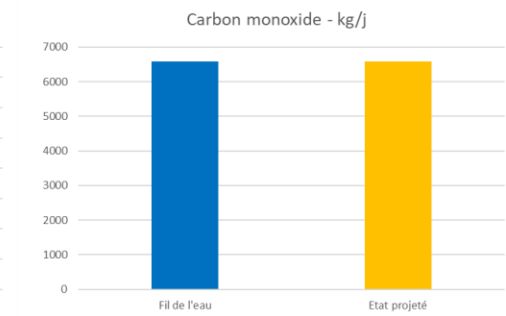

Nitrogen oxide- kg/j
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Fil de l'eau
Etat projeté

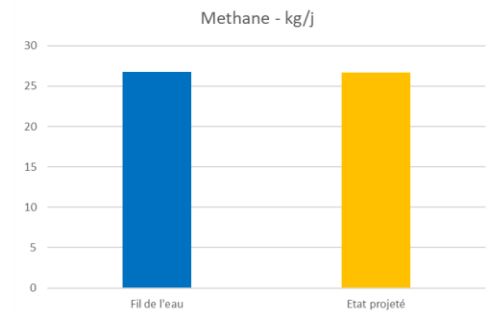

Nitrogen monoxide - kg/j
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Fil de l'eau
Etat projeté

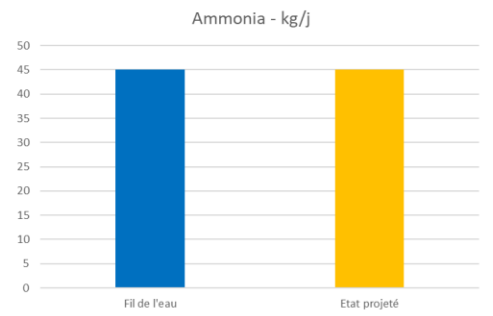

Nitrogen dioxide - kg/j
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Fil de l'eau
Etat projeté

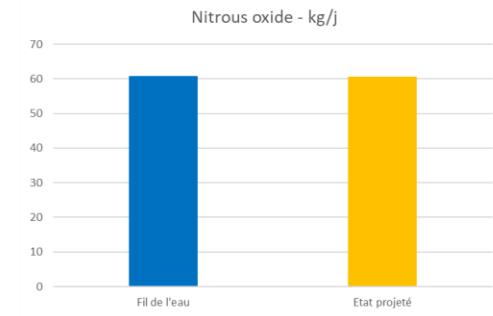

VOC - kg/j
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Fil de l'eau
Etat projeté

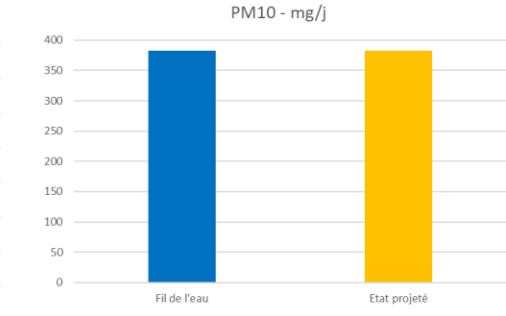

COVNM - kg/j
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Fil de l'eau
Etat projeté

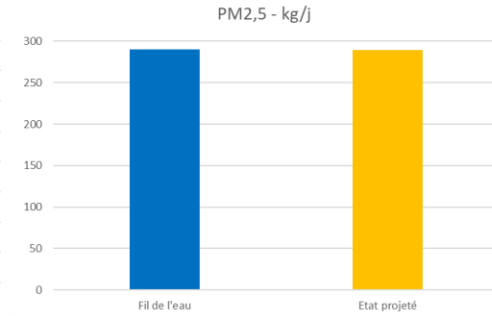

Carbon monoxide - kg/j
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Fil de l'eau
Etat projeté

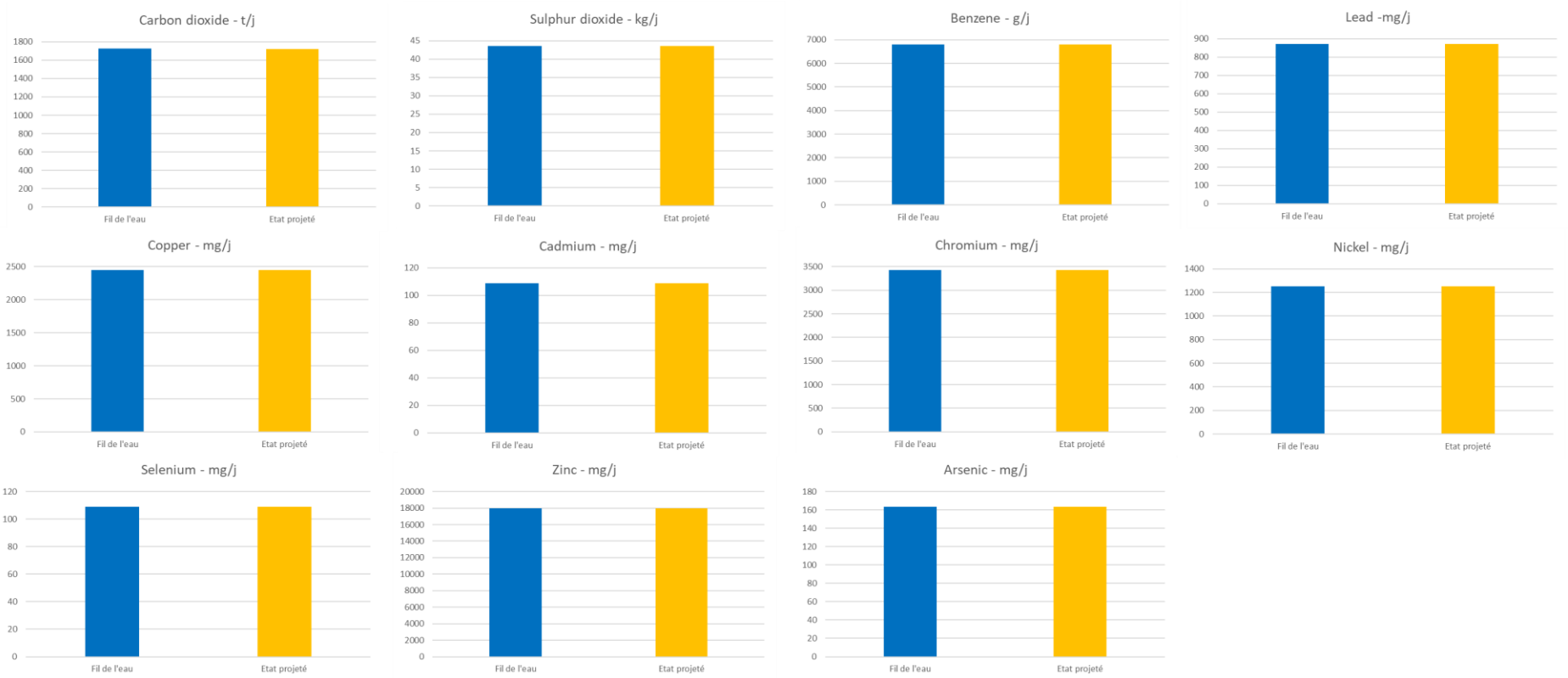

Methane - kg/j
30
25
20
15
10
5
0
Fil de l'eau
Etat projeté


Ammonia - kg/j
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Fil de l'eau
Etat projeté


Nitrous oxide - kg/j
70
60
50
40
30
20
10
0
Fil de l'eau
Etat projeté


PM10 - mg/j
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Fil de l'eau
Etat projeté


PM2,5 - kg/j
300
250
200
150
100
50
0
Fil de l'eau
Etat projeté




*Слика 6.9 Упоредни приказ емисија пореклом из саобраћаја – поређење два сценарија*

Међутим, иако је моделовање показало да развој пројекта београдског метроа неће утицати на промену квалитета ваздуха, може се приметити да ће реализација пројекта метроа допринети смањењу саобраћајних гужви у центру града и дуж реке Дунав (деонице пута са смањењем саобраћаја од 2 до 10%, понекад и више од 10%).

Стога се може сматрати да пројекат развоја београдског метроа нема значајан утицај на глобални квалитет спољашњег ваздуха и да има ограничен (до 10% смањења емисије) утицај на локални квалитет спољашњег ваздуха.




*Слика 6.10 Промене у фреквенцији саобраћаја услед рада пројекта*

## 6.5 Стварање буке и вибрација

**Бука и вибрације током фазе изградње**

У овој фази израде пројектне документације није позната прецизна организација и технологија извођења радова, као ни који алати, опрема и машине ће бити ангажовани. Нивои буке и вибрација дати су на основу претпоставки, док ће стварне вредности моћи да буду одређене тек када буде познат извођач радова и усвојена техника и технологија извођења радова.

Типични нивои буке који могу да потичу од алата, опреме и машина за време извођења радова на изградњи депоа дати су на основу BS5228 (Контрола буке и вибрација на грађевинским локацијама и отвореним теренима, Део 1 - Бука), AS2436 (Смернице за контролу буке на подручјима извођења радова, одржавања и рушења) и US Department of TFHA.

Ниво буке за време извођења радова зависи од великог броја фактора, и то: обима извођења радова, локације извођења радова, врсте алата, опреме или машина који се користе за извођење радова, постојећих извора бука, топографије терена и временских услова. Претпоставља се да ниједан алат, опрема или машина неће све време радити при пуној снази када су нивои буке које они емитују највећи.

За потребе анализе утицаја алата, опреме и машина за време извођења радова на нивое буке у окружењу извршена је процена простирања звука при њиховом максималном ангажовању у условима равномерног простирања. При овом прорачуну у разматрање нису биле узете у разматрање препреке приликом простирања звука, те се у реалним условима може очекивати да нивои буке буду нижи од процењених. Процењени нивои звучног притиска алата, опреме и машина на растојањима од 50, 100, 250, 500, 1000, 2000 и 3000 метара приказани су у наредној табели.

*Табела 6-4 Процењени нивои звучне снаге и звучног притиска алата, опреме и машина на одређеним растојањима [dB(A)]*

| Алат, опрема или машина | Процењени ниво звучне снаге Lw [dB(A)] | Растојање [m] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 3000 |
| Булдожер | 114 | 72 | 66 | 58 | 52 | 46 | 40 | 36 |
| Грејдер | 105 | 63 | 57 | 49 | 43 | 37 | 31 | 27 |
| Хидраулични багер 20 t | 107 | 65 | 59 | 51 | 45 | 39 | 33 | 29 |
| Багер 20 t | 108 | 66 | 60 | 52 | 46 | 40 | 34 | 30 |
| Кипер | 109 | 67 | 61 | 53 | 47 | 41 | 35 | 31 |
| Ваљак 18 t | 101 | 59 | 53 | 45 | 39 | 33 | 27 | 23 |
| Ровокопач | 96 | 54 | 48 | 40 | 34 | 28 | 22 | 18 |
| Цистерна | 109 | 67 | 61 | 53 | 47 | 41 | 35 | 31 |
| Покретна дизалица | 99 | 57 | 51 | 43 | 37 | 31 | 25 | 21 |
| Опрема за бушење рупа за шипове | 110 | 68 | 62 | 54 | 48 | 42 | 36 | 32 |
| Опрема за подбијање шипова | 133 | 91 | 85 | 77 | 71 | 65 | 59 | 55 |

*Извор: Alpha Coal Project (Rail), Noise and Vibration Assessment, 2010.*

У табели су сивом бојом означени нивои буке који су према табели очекивани у окружењу односно у близини комерцијалних (на 50 метара) и првих стамбених објеката (више од 700 метара).

Детаљи неопходних алата, опреме и машине који ће се користити у највећим временским условима за рад нису доступни у овој фази студија, а зависиће од стратегије рада извођача радова. Али како се ради о обављању послова у одвојеним, истовременим мањим слотовима, могло би се проценити да ће број такве опреме бити прилично ограничен. Као први приступ, и само за илустрацију могућег нивоа буке, могао би се прорачунати ниво буке за сет од 5 багера (108 Lw [dB (A)]), 5 булдожера (114 Lw [dB (A)]) и 10 ваљака (101 Lw [dB (A)]). Треба узети у обзир да се због логаритамске природе dB скале ниво звука не додаје аритметички (тј. 50+50 = 53 dB и 50+60 = 60,4 dB). У таквом случају, ниво буке у најближем суседном насељу могао би бити између 54 и 60 dB.

Током извођења радова на локацији градилишта ће се уз буку емитовати и вибрације. Утицаји приликом изградње спадају у краткотрајне, и присутни су само за време извођења радова. Утицаји за време експлоатације спадају у дуготрајне и биће присутни за све време рада метро линија, односно експлоатације депоа.

Вибрација

Током фазе изградње, грађевински радови (померања тла изазвана проласком машине за бушење тунела или радовима на отвореном ископу) ће стварати вибрације.

Машине које подлежу стварању непријатности услед вибрација на удаљености до неколико десетина метара чине:

- машине са поновљеним импулсним вибрационим режимом, као што су шипови, хидраулични разбијачи камена или бургије;
- машине са одржаваним вибрационим режимом, међу којима су вибрациони компактори и виброфилтери;
- ТБМ, за који опсег ризика од неугодности услед тактилних вибрација или емисије буке која се преноси на тлу, посебно ноћу, варира до 50 метара у зависности од терена на којем се наилази, врсте темеља зграде и природе коришћених материјала у њима. Како су ТБМ дизајнирани за бушење просечном брзином од око 10 метара по дану, свака структура ће бити изложена видљивим вибрацијама само неколико сати до неколико дана.

Утицаји ће бити привремени и ограничени на период изградње.

У садашњој фази студије, није идентификована никаква опрема или активности осетљиве на вибрације које би изазвале ограничења вибрација у окружењу пројекта. Међутим, ова тачка ће бити верификована током детаљних студија са потенцијално заинтересованим установама. Треба направити разлику између дневног периода за који су прихватљиви нивои виши и ноћног периода, за који се примењују рестриктивнији прагови, који ће вероватно забранити употребу метода рада које највише стварају вибрације. Штавише, осетљивост појединаца на вибрације зависи од њене амплитуде и трајања.

**Бука и вибрација током редовног рада**

1. Бука

*Надземни део трасе на Макишком пољу*

Компанија Egis д.о.о. извршила је моделовање буке користећи софтвер "CadnaA" верзија 2021 и најновије топоградске податке (контурне линије, објекти и постојећа транспортна инфраструктура). Надземни део трасе метроа налази се на Макишком пољу, на коме је планирана изградња депоа, чији су објекти и активности узети у обзир при моделовању буке.

Неопходне информације за процену акустичног утицаја циркулације метроа на надземној траси су:

- звучна снага сличних возних гарнитура
- фреквенција саобраћаја током дана, вечери и ноћи.

Прецизне информације о возним гарнитурама које ће бити коришћене у Београду тренутно нису познати. С обзиром да је предвиђено да возне гарнитуре Београдског метроа имају дужину од 72 метра и 4 вагона, за потребе моделовања е коришћен француски возни парк (референца: Z21500, дужине 79 метара, висине 4 метра са 4 вагона). Спектар акустичне снаге овог воза је већ постављен у CadnaA софтверу:

| | **Опсег по октави у dB** | | | | | | **У dB(A)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Врста извора** | **125 Hz** | **250 Hz** | **500 Hz** | **1 kHz** | **2 kHz** | **4 kHz** | **Укупно** |
| Z21500 вагони | 100 | 102 | 104 | 108 | 102 | 97 | 110 |

Треба напоменути да је ова врста воза гласнија од метроа који ће се користити, тако да се ово моделовање буке може посматрати као ниво буке у неповољној ситуацији.

Метро саобраћај који се узима у обзир заснива се на дугорочном циљу капацитета и експлоатацији током просечне недеље. Табела испод представља саобраћај (по правцу) коришћен у акустичном моделу:

| Дан<br>6:00 до 18:00 | Вече<br>18:00 до 22:00 | Ноћ<br>22:00 до 06:00 |
|---|---|---|
| 338 | 53 | 28 |

Будућа брзина метроа се креће између 30 и 80 km/h (за акустични модел узета је у обзир брзина од 30 km/h дуж станица Железник и Макиш). Слика 6.11 илуструје профиле брзине у сваком смеру.

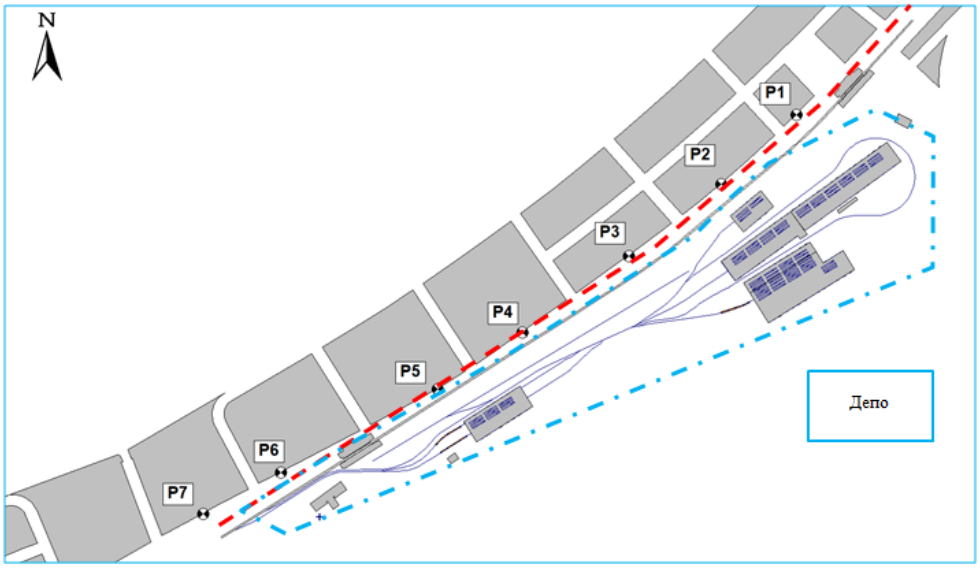
С обзиром да се пројекат депоа и надземне трасе метроа не могу посматрати раздвојено када је у питању ниво буке током редовног рада, на наредним сликама је приказан укупни ниво буке који потиче од кретања вагона и рада депоа.

Измерени еквивалентни нивои буке на простору Макишког поља су:

- Дан: LAeq (6:00 до 18:00) = 48 dBA,
- Вече: LAeq (18:00 до 22:00) = 45 dBA,
- Ноћ: LAeq (22:00 до 06:00) = 45 dBA.

С обзиром да подручје око будуће надземне трасе и депоа није изграђено, за потребе моделовања хипотетички је усвојено да се за потребе моделовања користи низ зграда уз тренутно неизграђену северо-западну границу предметног пројекта. Моделовање је извршено са седам пријемника постављених на висини од четири метра и на два метра

од фасаде зграде и директно изложено буци која потиче од самог депоа и кретања возова.




*Слика 6.11 Положај пријемника за потребе моделовања*

Доња табела приказује све резултате прорачуна специфичне буке (депо + кретање возова на надземној траси) и амбијенталну буку на два метра испред зграда (бука измерена пре почетка рада метроа + специфична бука), у сваком периоду (дан, вече и ноћ). Нивои амбијенталне буке испод дозвољених нивоа приказани су зеленом бојом.

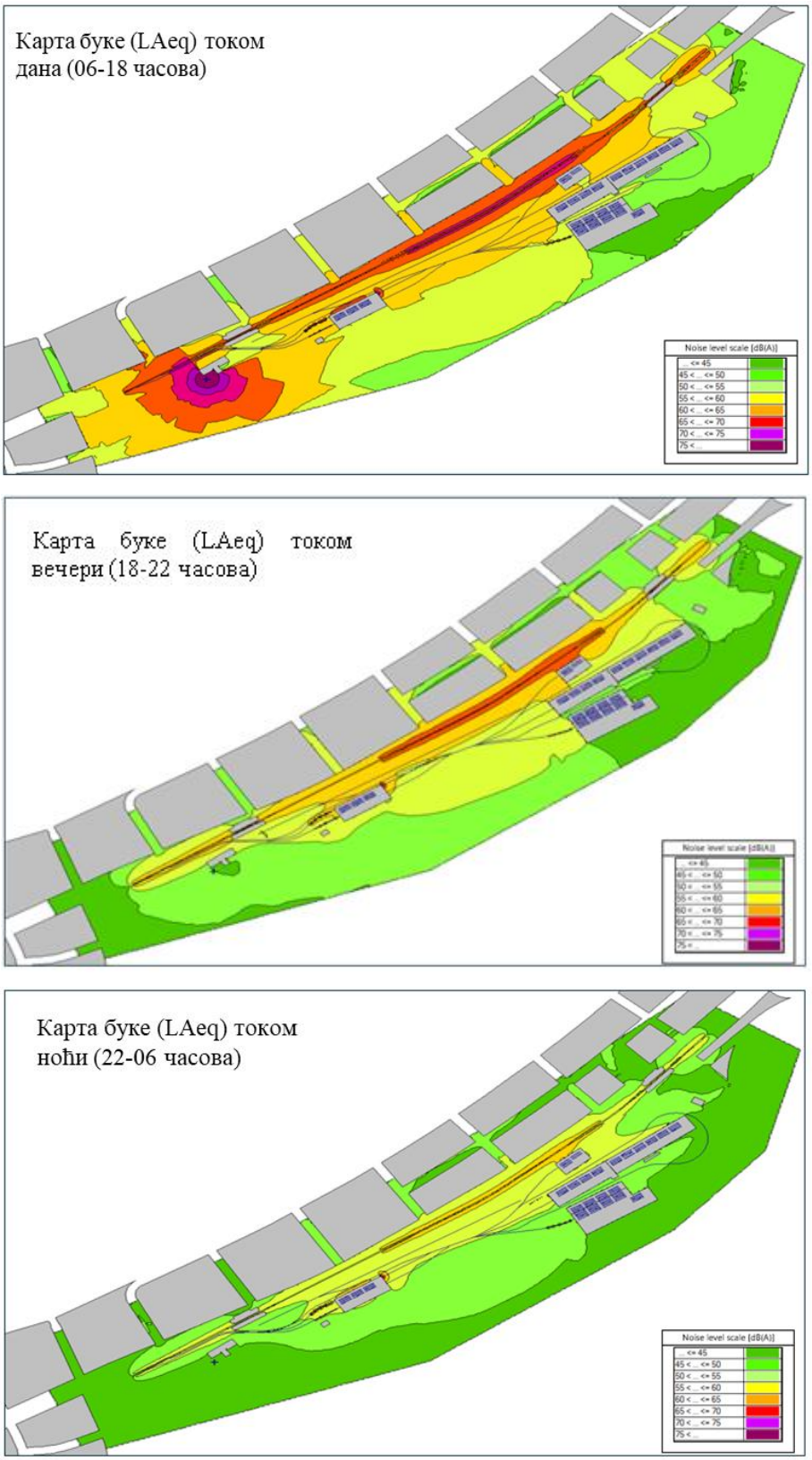
Граничне вредности дате у табели износе 63 dB(A) дан и вече и 53 dB(A) ноћу. С обзиром да су и специфична и амбијентална бука моделовани за рецепторе који се налазе на два метра од зграда, граничне вредности из Уредбе о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини (Сл. гласник РС бр. 75/10) су модификоване како би се одредио утицај одбијања звука о зграде. Из тог разлога су граничне вредности буке повећане за 3 dB(A).

*Табела 6-5 Прорачун специфичне буке пореклом од депоа и кретања возова и амбијенталне буке*

| **Тачка прорачуна (2 m испред зграде)** | **Специфична бука депоа и кретања метроа – LAeq у dB(A)** | | | **Граничне вредности буке – у dB(A)** | | | **Прорачун амбијенталне буке – LAeq у dB(A)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Дан 06 -18** | **Вече 18-22** | **Ноћ 22-06** | **Дан 06 -18** | **Вече 18-22** | **Ноћ 22-06** | **Дан 06 -18** | **Вече 18-22** | **Ноћ 22-06** |
| P1 | 55 | 52 | 47 | 63 | 63 | 53 | 56 | 52 | 49 |
| P2 | 61 | 58 | 53 | | | | 61 | 58 | 53 |
| P3 | 60 | 57 | 51 | | | | 60 | 57 | 52 |
| P4 | 60 | 57 | 52 | | | | 61 | 57 | 53 |
| P5 | 60 | 56 | 51 | | | | 60 | 57 | 52 |
| P6 | 61 | 50 | 45 | | | | 61 | 51 | 48 |
| P7 | 58 | 47 | 42 | | | | 58 | 49 | 47 |

На основу резултата може се закључити да бука која потиче од депоа и кретања возних гарнитура на надземној траси не прекорачује дозвољене вредности, осим код

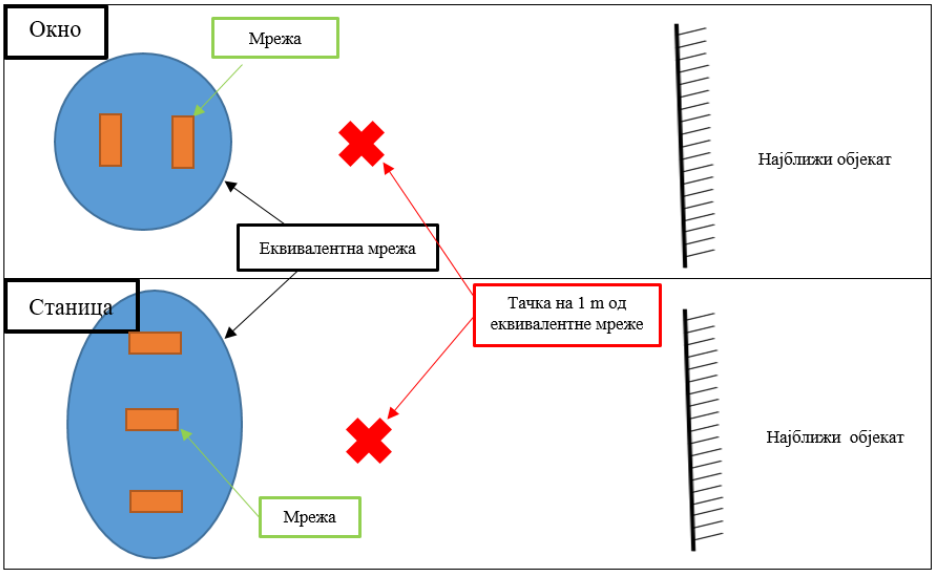
пријемника P2 и P4 где су вредности током ноћи на граници. На наредним сликама приказана је мапа депоа и израчунати нивои буке у различитим деловима дана.




*Слика 6.12 Карте буке (LAeq) пореклом од депоа и кретања возних гарнитура на надземној траси*

*Вентилациона окна и метро станице*

Карактеристике све опреме (вентилатори, клима и акустични спектар при проласку метроа) још нису дефинисане. Циљ моделовања је да се одреди максимални ниво буке на 1 метар од „еквивалентне мреже“ којом су обухваћени сви извори буке (на следећој слици су обележени као „мрежа“) коју емитују вентилациона окана и метро станице.




*Слика 6.13 Графички приказ еквивалентне мреже*

Нивои буке опадају са растојањем (за тачкаст, линеаран или површински извор).

*Табела 6-6 Промена буке у функцији растојања*

| **Удаљеност од извора (m)** | 1 | 2 | 4 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Смањење буке при удаљавању од извора [dB] | 0 | -1,5 | -4,3 | -5,5 | -8,3 | -9,9 | -12,9 | -15,2 | -17,1 | -18,7 | -20,1 | -21,3 | -23,4 | -25 | -30,4 |

Такође, сабирање нивоа буке врши се по логаритамској формули, а у методологији примењеној за моделовање висине буке која потиче од рада метроа, коришћено је:

– за два извора истог звучног интензитета, укупан ниво буке се повећава за 3 dB,




– за два извора различитог нивоа, уколико је један већи за намање 10 dB, резултујући ниво буке је једнак гласнијем извору јер се тиши извор маскира гласнијим.




*Објашење примењене методологије*

Методологије примењена за израчунавање максималног нивоа буке која се може очекивати на 1 метар од еквивалентне мреже изнад вентилационих окана и станица подразумева следеће:

- Коришћење L50 за дан, вече и ноћ који су измерени током кампање мерења нивоа буке на траси линије 1 метроа,
- Додавање 5 dB на измерене вредности за дан и вече и 3 dB за ноћ, чиме се добија ниво буке у случају вандредних околности,
- Прорачун буке коју емитују станице и окна,
- Редукција буке услед удаљености објеката (према табели Промена буке у функцији растојања) и додавање 3 dB због одбијања звука о зидове зграде,
- Израчунавање L50 за дан, вече и ноћ на 1 метар од еквивалетне мреже.

С обзиром да се на већ измерене вредности додаје 5 dB за дан и вече и 3 dB за ноћ, резултати моделовања приказују најнеповољнији сценарио.

Такође, с обзиром да су на многим локацијама повећани нивои буке (извршени мониторинг буке приказан је у поглављу 9.1.), усвојено је да је највиши очекиван ниво буке током дана и вечери 65 dB. Резултати моделовања су приказани у наредној табели: при чему је

У наредној табели приказани су акустични утицаји сваког окна и сваке станице у зависности од раздаљине између еквивалентне мреже.

Као максимално дозвољена вредност на 1 метар од еквивалнетне мреже за дан и ноћ, усвојена је вредност од 65 dB која може потицати од окана и станица.

Резултати моделовања буке током ноћи приказују најнеповољнији случај, а добијене вредности су обележене бојама које представљају:

- Lноћ< 60 dB(A) (црвено): дозвољена је веома ниска бука, преставља локацију којој треба посветити посебну пажњу;
- 60 < Lноћ < 65 dB (жуто): дозвољен је умерен ниво буке;
- Lноћ > 65 dB (зелено): дозвољен је висок ниво буке.

На основу добијених резултата, издвојене су најосетљивије локације:

- Окно 08: Савски
- Окно 11: Карабурма ТВМ
- Станица 04: Беле воде
- Станица 06: Трговачка
- Станица 14: Француска.

*Табела 6-7 Резултати моделовања буке на траси метроа*

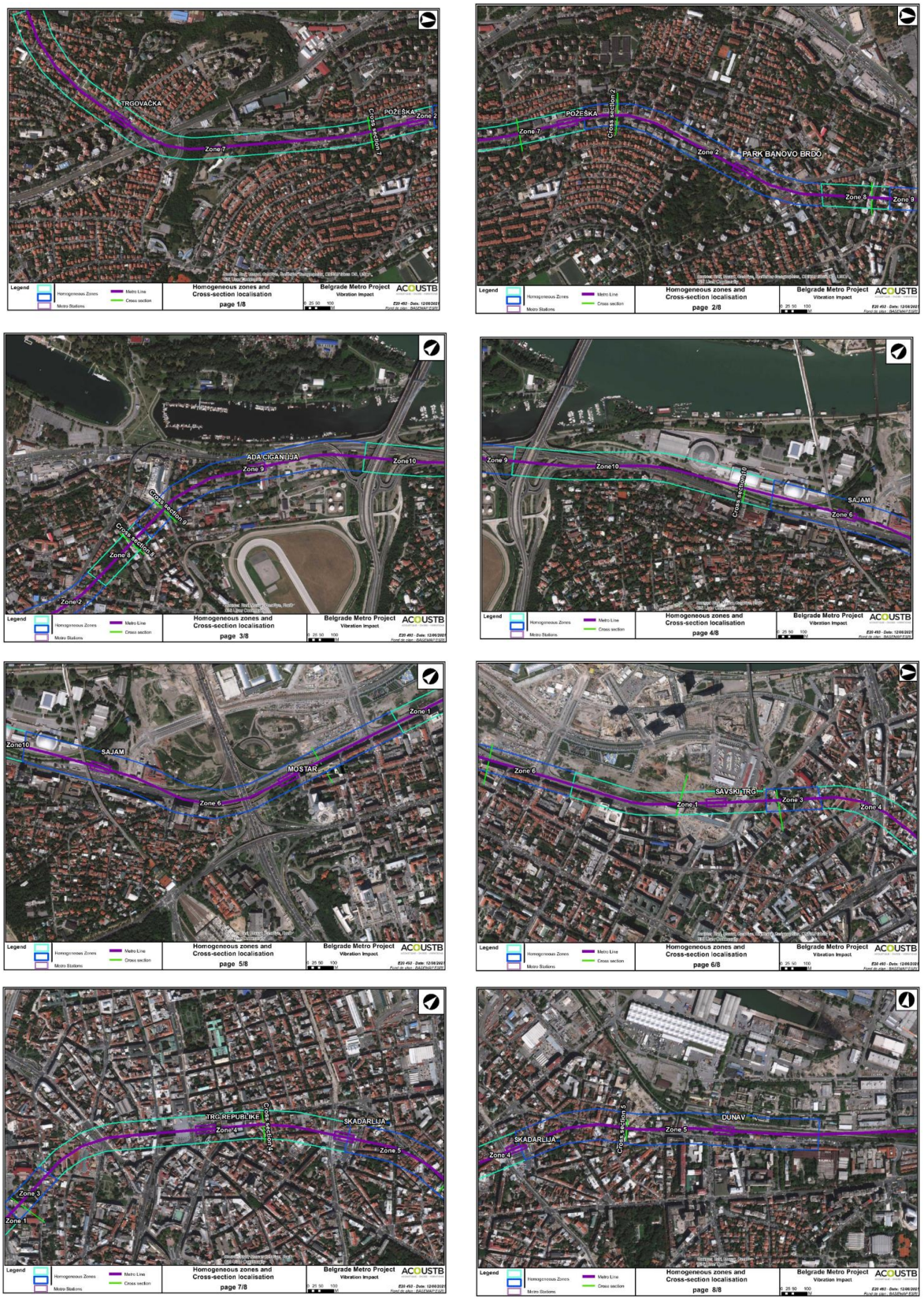
| Локација | Удаљеност најближе зграде [m] | Максимално дозвољени ниво буке (измерени ниво L50 + 5 dB за дан и вече и 3 dB за ноћ) | | | Максимално дозвољена вредност на 1 m од еквивалентне мреже– L50 in dB | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Дан 06-18 h | Вече 18-22 h | Ноћ 22-6 h | Дан 06-18 h | Вече 18-22 h | Ноћ 22-6 h |
| Окно 01_Макиш парк | 40 | 51 | 49 | 45 | 65 | 65 | 63 |
| Окно 02_Макиш | 140 | 51 | 49 | 45 | 65 | 65 | 65 |
| Окно 03_Требевићка | 50 | 73 | 71 | 53 | 65 | 65 | 65 |
| Окно 04_Стара шећерана | 30 | 54 | 54 | 45 | 65 | 65 | 60 |
| Окно 05_Мост на Ади | 100 | 64 | 62 | 53 | 65 | 65 | 65 |
| Окно 06_Сајам | 60 | 67 | 66 | 59 | 65 | 65 | 65 |
| Окно 08_Савски | 10 | 57 | 60 | 51 | 64 | 65 | 58 |
| Окно 09_Луке Ћеловића | 20 | 65 | 64 | 54 | 65 | 65 | 65 |
| Окно 10_Панчевачки мост | 30 | 56 | 53 | 47 | 65 | 65 | 63 |
| Окно 11_Карабурма ТВМ | 15 | 58 | 53 | 49 | 65 | 63 | 59 |
| Окно 12_Карабурма | 50 | 65 | 63 | 53 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 03_Жарково | 40 | 58 | 56 | 50 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 04_Беле воде | 20 | 51 | 49 | 45 | 63 | 62 | 57 |
| Станица 06_Трговачка | 10 | 60 | 59 | 49 | 65 | 65 | 56 |
| Станица 07_Пожешла | 10 | 67 | 67 | 58 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 08_Пијаца Баново брдо | 30 | 64 | 63 | 47 | 65 | 65 | 63 |
| Станица 09_Мост на Ади | 30 | 71 | 70 | 61 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 10_Сајам | 70 | 68 | 73 | 67 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 11_Мост Газела | 10 | 67 | 70 | 59 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 12_Савски трг | 80 | 55 | 56 | 47 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 13_Трг републике | 20 | 67 | 67 | 59 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 14_Француска | 10 | 59 | 63 | 51 | 65 | 65 | 58 |
| Станица 15_Цвијићева | 30 | 64 | 62 | 50 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 16_Панчевачки мост | 20 | 70 | 70 | 59 | 65 | 65 | 65 |
| Станица 17_Карабурма | 80 | 68 | 65 | 57 | 65 | 65 | 65 |

## 2. Вибрације

Компанија Egis д.о.о. извршила је анализу делова трасе (секција) која могу бити под утицајем вибрација које узрокује метро:

- Секција 1: траса на површини од km 0+000 до 1+200, западно од депоа;
- Секција 2: траса на површини од km 1+200 до 2+000, дуж депоа, укључујући станицу Железник;
- Секција 3: траса на површини од km 2+000 до 2+300, дуж депоа;
- Секција 4: траса на површини од km 2+300 до 3+750, дуж депоа, укључујући и станицу Макиш;
- Секција 5: отворени ископ од km 3+750 до 4+461, укључујући станицу Жарково, окно 01 и станицу Беле воде;

– Зона 1 до Зона 10: дубоки тунел између km 4+461 и 14+547, које су представљене на наредној слици.




*Слика 6.14 Зоне трасе у дубоком тунелу*

Деоница у отвореном ископу у делу од станице Панчевачки мост до окна 12 није предмет анализе утицаја вибрација јер је смештен у индустријској зони у којој је већа раздаљина имаћу трасе линије и околних објеката.

Обухваћене су вибрације које изазивају тактилну и звучну нелагодност и вибрације које могу довести до оштећења конструкција.

Тактилна нелагодност

Ризик од појаве тактилне нелагодности у вези са телесном перцепцијом вибрација процењује се упоређивањем са циљном вредношћу од 69 dB на подовима зграда, у близини просторија пројекта (праг телесне перцепције од 66 dB може бити прекорачен за до 3 dB, према норми ISO стандарду 2631-2 из 1989. године, која дефинише прихватљиве прагове вибрација за људе, а који је замењен са ISO 2631-2:2003).

У следећој табели су представљени, за различите типове полагања колосека, поређење максималног нивоа брзине вибрације Lv израчунатог на поду зграда по опсегу треће октаве, са циљном вредношћу. Ово поређење је спроведено како за све три врсте трасе.

Размотрене су четири врсте полагања колосека:

- N0: стандардно причвршћивање шине на плочу (једностепена шинска подлога);
- N1: двостепено причвршћивање шине на плочу (шинска подлога + подлога за подножје);
- N2: моноблок железнички прагови масе 200 kg, са подлогом за прагове;
- N3: моноблок железнички прагови масе 300 kg, са подлогом за прагове, или плутајућом плочом на дискретним еластичним подлогама.

*Табела 6-8 Поређење максималног нивоа брзине вибрације Lv израчунатог на поду зграда по опсегу треће октаве са циљном вредношћу, за различитер врсте полагања колосека (N1, N2 и N3) у делу трасе са дубоким тунелом*

| **Зона** | **Максимални нивоа брзине вибрације Lv израчунатог на поду зграда по опсегу треће октаве (dBv)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Стамбене бетонске зграде | | | Зидане стамбене зграде | | |
| | N1 | N2 | N3 | N1 | N2 | N3 |
| Зона 1 (11+177.31 - 11+945.667) | 63 | 61 | 64 | 61 | 61 | 61 |
| Зона 2 (6+345.30 - 7+343.50) | 65 | 61 | 65 | 62 | 62 | 62 |
| Зона 3 (11+945.667 - 12+150.46) | 59 | 59 | 59 | 68 | 68 | 67 |
| Зона 4 (12+150.46 - 13+368.40) | 54 | 49 | 52 | 55 | 55 | 55 |
| Зона 5 (13+368.40 - 14+547.64) | 60 | 56 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Зона 6 (9+600.00 - 11+177.31) | 60 | 62 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Зона 7 (4+461.62 - 6+345.30) | 64 | 60 | 63 | 70 | 70 | 69 |
| Зона 8 (7+343.50 - 7+609.22) | 63 | 61 | 64 | 66 | 65 | 65 |
| Зона 9 (7+609.22 - 8+580.46) | 66 | 59 | 62 | 63 | 61 | 61 |
| Зона 10 (8+580.46 - 9+600.00) | 67 | 62 | 65 | 66 | 67 | 66 |

Зелено: $L_v < 66$ dBv
Наранџасто: 66 dBv $\leq L_v < 69$ dBv
Црвено: $L_v \geq 69$ dBv

*Табела 6-9 Поређење максималног нивоа брзине вибрације Lv израчунатог на поду зграда по опсегу треће октаве са циљном вредношћу, за различитер врсте полагања колосека (N1, N2 и N3) на делу трасе на површини и у отвореном ископу*

| Секција | Максимални нивоа брзине вибрације Lv израчунатог на поду зграда по опсегу треће октаве (dBv) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | N0 | N1 | N2 | N3 |
| Секција 1 (0+000 – 1+200) | 51 | 53 | 50 | 53 |
| Секција 2 (1+200 – 2+000) | 43 | 46 | 47 | 49 |
| Секција 3 (2+000 – 2+300) | 43 | 46 | 47 | 49 |
| Секција 4 (2+300 – 3+750) | 38 | 40 | 38 | 39 |
| Секција 5 (3+750 – 4+461) | 38 | 40 | 38 | 39 |

Зелено: $L_v$ < 66 dBv
Наранџаст: 66 dBv ≤ $L_v$ < 69 dBv
Црвено: $L_v$ ≥ 69 dBv

Максимални ниво брзине вибрације израчунат унутар зграда не прелази циљну вредност постављену на 69 dBv у већини случајева. Ризик од појаве неугодности у вези са тактилном перцепцијом вибрација када је метро у функцији је стога релативно низак за стамбене зграде.

Звучна нелагодност

Ризик од звучне нелагодносту вези са перцепцијом буке која се преноси на земљу услед проласка метроа процењује се упоређивањем са циљном вредношћу од 30 dB(A).

У следећој табели је приказано, за три различита типа полагања колосека N1, N2 и N3, поређење резултата прорачуна укупног нивоа вибрације тла Lp унутар зграда са циљном вредношћу, за трасу метроа у дубоком тунелу.

*Табела 6-10: Поређење укупног нивоа вибрације тла Lp унутрар зграда са циљном вредношћу, за различите типове полагања колосека (N1, N2 and N3) у делу трасе са дубоким тунелом*

| Зона | Ниво вибрације тла Lp (dB(A)) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Стамбене бетонске зграде | | | Зидане стамбене зграде | | |
| | N1 | N2 | N3 | N1 | N2 | N3 |
| Зона 1 (11+177.31 - 11+945.667) | 42 | 29 | 29 | 36 | 24 | 26 |
| Зона 2 (6+345.30 - 7+343.50) | 46 | 33 | 31 | 41 | 28 | 27 |
| Зона 3 (11+945.667 - 12+150.46) | 37 | 24 | 24 | 31 | 19 | 20 |
| Зона 4 (12+150.46 - 13+368.40) | 33 | 20 | 19 | 28 | 15 | 16 |
| Зона 5 (13+368.40 - 14+547.64) | 38 | 24 | 24 | 31 | 18 | 20 |
| Зона 6 (9+600.00 - 11+177.31) | 42 | 29 | 29 | 36 | 24 | 24 |
| Зона 7 (4+461.62 - 6+345.30) | 45 | 31 | 30 | 39 | 26 | 25 |
| Зона 8 (7+343.50 - 7+609.22) | 42 | 29 | 30 | 37 | 24 | 26 |
| Зона 9 (7+609.22 - 8+580.46) | 45 | 31 | 30 | 39 | 26 | 27 |
| Зона 10 (8+580.46 - 9+600.00) | 44 | 30 | 32 | 38 | 26 | 29 |

Зелено: усклађено ($L_p$ ≤ 30 dB(A))
Црвено: није усклађено ($L_p$ > 30 dB(A))

Уопштено говорећи, вибрација тла услед проласка метроа зависи од учинка пригушења вибрација полагања колосека и од удаљености између свода тунела и темеља зграде.

У следећој табели је приказано, за четири различита типа полагања колосека N0, N1, N2 и N3, поређење резултата прорачуна укупног нивоа вибрације тла Lp унутар зграда са циљном вредношћу, за трасу метроа у дубоком тунелу..

*Табела 6-11 Поређење нивоа вибрације тла са циљном вредношћу за различите врсте полагања колосека (N0, N1, N2 и N3) на делу трасе на површини и у отвореном ископу*

| Секција | Ниво вибрације тла Lp (dB(A)) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | N0 | N1 | N2 | N3 |
| Секција 1 (0+000 – 1+200) | 30 | 29 | 16 | 17 |
| Секција 2 (1+200 – 2+000) | 19 | 21 | 10 | 12 |
| Секција 3 (2+000 – 2+300) | 19 | 21 | 10 | 12 |
| Секција 4 (2+300 – 3+750) | 18 | 17 | 3 | 3 |
| Секција 5 (3+750 – 4+461) | 18 | 17 | 3 | 3 |

Зелено: усклађено ($L_p \leq 30$ dB(A))
Црвено: није усклађено ($L_p > 30$ dB(A))

Ризик од појаве оштећења конструкције услед вибрација

Очекивани ниво вибрација у зградама је много нижи од граничних вредности за појаву оштећења на објектима (укључујући културно наслеђе које се налази дуж трасе метроа). Стога је ризик од оштећења конструкције ограничен.

**Закључак**

Анализа резултата прорачуна показује да:

- Пројекат представља малу вероватноћу додирне нелагодности када је метро у функцији;
- Пројекат представља ризик од непријатности слуха за зграде изграђене на дубоким темељима када је метро у функцији;
- Пројекат не представља ризик од оштећења структуре када је метро у функцији.

## 6.6 Утицај на климатске промене

**Утицаји и мере које се тичу климе**

Пројекат Београдског метроа ће имати позитиван утицај на климу доприносећи смањењу емисије гасова стаклене баште, омогућавајући прелазећи ка модалној употреби са приватних аутомобила ка мрежи јавног превоза.

Пројекат неће имати утицаја на циркулацију ветра, падавине или температуру.

Изградња и рад метро линије ће такође трошити енергију и изазвати емисију гасова стаклене баште. Дуж линије 1, фазе 1, укупна површина од приближно 3,5 ha ће бити непропусна (видети табелу у наставку), што одговара шинама на површини и појави станица и шахтова (улази, мреже). Од ових 3,5 ha, отприлике 3,2 ha је у почетку већ било непропусно. Дакле, само 0,3 ha (8% градилишта) ће се променити из пропусног у непропусно дуж линије од више од 16 km линије 1, фазе 1, и неће бити значајног доприноса ефектима урбаних топлотних острва.

Тачније, у просечним окнима и станицама ће бити потребна непропусност првобитно пропусних површина реда величине 3% укупне површине њиховог градилишта, у распону од 0 до 7% за окна и од 0 до 36% за станице. Станице са највећом стопом непропусности су Железник и Макиш (станице на нивоу пољопривредног подручја).

*Табела 6-12 Градилиште и непропусна подручја – укупно Л1Ф1*

| **Врста утицаја** | **Линија** | **Станице** | **Окна** | **Укупно Л1Ф1** |
|---|---|---|---|---|
| Само привремени утицај ($m^2$) | 148160,44 | 169922,34 | 46383,33 | **364466,11** |
| Трајни утицај – првобитно пропусно ($m^2$) | 19961,21 | 11125,67 | 1055,49 | **32142,37** |
| Трајни утицај - првобитно непропусно ($m^2$) | 0,00 | 2948,98 | 370,82 | **3319,81** |
| **Укупна површина градилишта ($m^2$)** | **168.121,65** | **183.996,99** | **47.809,64** | **399.928,28** |
| **Површина која је постала непропусна услед пројекта (%)** | **12%** | **6%** | **2%** | **8%** |

*Табела 6-13 Градилиште и непропусна подручја – окна и станице*

| **Окно и станице** | **Само привремени утицај ($m^2$)** | **Трајни утицај – првобитно пропусно ($m^2$)** | **Трајни утицај - првобитно непропусно ($m^2$)** | **Укупна површина градилишта ($m^2$)** | **Површина која је постала непропусна услед пројекта (%)** |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 3492,31 | 137,32 | 0 | 3629,63 | 4% |
| 02 | 5851,78 | 71,08 | 71,37 | 5994,23 | 1% |
| 03 | 1796,98 | 131,84 | 0 | 1928,82 | 7% |
| 04 | 2422,67 | 141,3 | 0 | 2563,97 | 6% |
| 05 | 2408,83 | 51,63 | 0 | 2460,46 | 2% |
| 06 | 2493,75 | 51,64 | 99,54 | 2644,93 | 2% |
| 08 | 2024,17 | 0 | 130,06 | 2154,24 | 0% |
| 09 | 5019,09 | 132,01 | 0 | 5151,1 | 3% |
| 10 | 2825,68 | 119,81 | 0 | 2945,49 | 4% |
| 11 | 14952,1 | 131,53 | 0 | 15083,6 | 1% |
| 12 | 3095,96 | 87,34 | 69,85 | 3253,15 | 3% |
| Железник | 6732,17 | 3257,4 | 0 | 9989,57 | 33% |
| Макиш | 5901,11 | 3283,92 | 0 | 9185,03 | 36% |
| Жарково | 13107,86 | 457,05 | 0 | 13564,91 | 3% |
| Беле Воде | 26241,11 | 483,72 | 0 | 26724,83 | 2% |
| Трговачка | 6895,51 | 251,5 | 453,14 | 7600,15 | 3% |
| Пожешка | 6171,33 | 110,05 | 347,4 | 6628,77 | 2% |
| Парк Баново Брдо | 9093,17 | 608,26 | 0 | 9701,43 | 6% |
| Ада Циганлија | 13396,11 | 47,81 | 152,34 | 13596,26 | 0% |
| Сајам | 8977,79 | 253,32 | 236,49 | 9467,6 | 3% |
| Мостар | 14833,76 | 637,62 | 38,35 | 15509,73 | 4% |
| Савски Трг | 14184,2 | 434,75 | 222,64 | 14841,59 | 3% |
| Трг Републике | 6951,53 | 675,61 | 86,37 | 7713,5 | 9% |
| Скадарлија | 8113,11 | | 399,52 | 8512,62 | 0% |
| Дунав | 8905,65 | 445,06 | 86,96 | 9437,66 | 5% |
| Панчевачки мост | 11493,35 | 139,2 | 389,77 | 12022,32 | 1% |
| Карабурма | 8924,6 | 40,41 | 536,02 | 9501,03 | 0% |

Компанија Egis извршила је моделовање емисије угљен-диоксида, узимајући у обзир:

- Врсту радова (земљани радови који укључују застирање земљишта (промена намене земљишта са травњака на застрто, непропусно земљиште), ова промена намене земљишта је интегрисана само у фази изградње једнократним уклањањем; усеке, насипање, са разликом између поновне употребе на локацији и одлагања материјала);
- Грађење подземних објеката и зграде, путева, железница и других објеката.

Коришћени су емисиони фактори који укључују:

- Производња сировина (сечење, агрегати, битумен, цемент и др.);
- Превоз материјала и опреме;
- Употреба механизације за имплементацију.
- Крај животног века материјала.

У овој фази пројекта нису познате удаљености и начини транспорта за испоруку материјала, па је разматран начин друмског транспорта са просечним раздаљинама.

Коришћени емисиони фактори преузети су из објављених извора (Центар за студије и експертизу о ризицима, животна средина, мобилност и урбано планирање – CEREMA, база података INIES која је француска референтна база података о еколошким и здравственим подацима о грађевинским производима и опреми и француска Агенција за еколошку транзицију – ADEME) и повратне информације компаније EGIS о сличним пројектима.

Ови подаци се обично примењују на француске студије о процени емисија угљеника и остају компатибилни са контекстом београдског метроа.

Листа емисионих фактора је дата у табели испод.

*Табела 6-14 Листа емисионих фактора*

| **Тема** | **Елемент** | **Фактор емисије** | **Јединица** | **Извор** |
|---|---|---|---|---|
| **Припремни радови / земљани радови** | Промена коришћења земљишта | 190 | teqCO2/ha | ADEME |
| | Ископани материјал послат на депонију | 0,02072 | teqCO2/$m^3$ | CEREMA |
| **Подземне грађевинске конструкције укључујући подземне објекте** | Бушење тунела TBM-ом | 15 | teqCO2/m | EGIS |
| | Отворени ископ | 7,596 | teqCO2/m | EGIS |
| | Бруто површина просторија метро станица | 0,506 | teqCO2/$m^2$ | ADEME |
| | Бруто површине просторија окана | 0,506 | teqCO2/$m^2$ | ADEME |
| **Путеви и паркинзи паркирање** | Путеви | 0,0250 | teqCO2/$m^2$ | ADEME |
| | Паркиралишта – битумен, аутобуски терминал | 0,073 | teqCO2/$m^2$ | ADEME |
| **Шине и повезани објекти** | Обичне шине метроа | 401,3 | teqCO2/km | EGIS |
| | Само 2 метро шине | 264 | teqCO2/km | EGIS |
| | Површине перона | 0,08 | teqCO2/$m^2$ | SNCF RESEAU |
| | Возне гарнитуре | 9,5343 | teqCO2/m | EGIS |

| Тема | Елемент | Фактор емисије | Јединица | Извор |
|---|---|---|---|---|
| | Напајање (мрежа кроз линију 1 фаза 1) | 49,1 | teqCO2/km | EGIS |
| | НН- трафо станице | 61,875 | teqCO2/u | SNCF RESEAU |
| | ВН – трафо станице | 120 | teqCO2/u | SNCF RESEAU |
| **Зграде и компоненте зграда** | Пословна зграда - бетон | 0,65 | teqCO2/m² | ADEME |
| | Зграда -Лака конструкција – Метална конструкција | 0,22 | teqCO2/m² | ADEME |
| | Зграда са радионицом и складишним активностима | 0,656 | teqCO2/m² | ADEME |
| | Индустријска зграда – бетонска конструкција | 0,825 | teqCO2/m² | ADEME |
| | Индустријска зграда – метална конструкција | 0,275 | teqCO2/m² | ADEME |
| | Покретне степенице | 22,2 | teqCO2/m | INIES |
| | Лифт 1 600 kg | 22,1 | teqCO2/u | INIES |
| | Лифт 1 000 kg | 30,8 | teqCO2/u | INES |

Дакле, укупне емисије пројекта у фази изградње су реда величине 531.904 $TeqCO_2$. Треба имати на уму да је укупна несигурност ових емисија око 30%. Дистрибуција ових емисија по емисионим ставкама приказана је на следећим графиконима.




*Слика 6.15 Пропорција емисија која се може приписати пет идентификованих главних извора пројекта – Линија 1, фаза 1*

Главна емисиона ставка је везана за изградњу подземних грађевинских објеката (57% емисија). Ова ставка обухвата 14 метро станица повезаних са подземним радовима и 11 окана. Други главни извор емисије гасова стаклене баште су зграде на површини (31,6%). Ове ставке укључују 2 метро станице на површини, инсталације и зграде у депоу Макиш. Шине (и повезани објекти или елементи као што су станице за снабдевање електричном енергијом, метро електричне мреже и платформе) и земљани

радови представљају следеће две ставке емисије (односно 3,8% и 6,8% емисија). Путеви и паркиралишта представљају маргиналне изворе емисије гасова стаклене баште јер представљају 0,7% емисија гасова стаклене баште линије 1, фаза 1.

**Рањивост пројекта на климатске промене**

Подручје депоа и метро линија биће осетљиви на климатске промене, а посебно на топлотне таласе, хладне таласе, јаке ветрове и јаку кишу. Просторна дистрибуција потенцијалних утицаја климатских промена у вези са веома рањивим рецепторима на административној територији Београда (извор: Акциони план прилагођавања климатским променама и процена рањивости, 2015)).

Потенцијални утицаји у вези са **топлотним таласима** су следећи: нестанак струје, прегревање опреме, деформације шина и путева.

Потенцијални утицаји у вези са **хладним таласима** су следећи: опасан приступ различитим деловима депоа, платформама или станицама услед мраза, слабљење/пуцање шина, инхибиција електричног преноса, губитак ефикасности кочења, већи ризик од искакања из шина и отежано покретање воза.

Потенцијални утицаји у вези са **јаким ветровима** су оштећења која могу бити проузрокована објектима дрвећем које пада на колосеке и путеве.

Потенцијални утицаји везани за **јаку кишу** су: одрони земље, ерозија прагова, ризик од кратког споја и нестанка струје, прекорачење капацитета система за одводњавање и плављење објеката, посебно подземних објеката (станице, тунели).

## 6.7 Генерисање отпада

Током изградње објеката метроа генерисаће се грађевински и други отпад, а до утицаја на животну средину може доћи неправилним руковањем отпада или неправилним одлагањем на локацији. Правилним уређењем локације градилишта, сви потенцијално штетни ефекти, углавном везани за неадекватно одлагање отпада, земље, грађевинског отпада итд биће минимални.

Током изградње доћи ће до генерисања различитих врста опасног и неопасног отпада које припадају:

- 13 02 отпадна моторна уља, уља за мењаче и подмазивање
- 17 01 бетон, цигле, цреп и керамика
- 17 02 дрво, стакло и пластика
- 17 04 метали (укључујући и њихове легуре)
- 17 05 земља , камен и ископ
- 17 08 грађевински отпади на бази гипса
- 17 09 остали отпади од грађења и рушења
- 20 03 остали комунални отпади.

Да би се спречили негативни утицаји на животну средину на локацији градилишта, генерисаним отпадом се мора управљати тако да се максимално искористи на самом градилишту (насипање косина ископаним хумусом), а остатак генерисаног отпада мора се предати овлашћеним правним лицима за управљање отпадом. У зависности од врсте генерисаног отпада, поступање са њим треба извршити у складу са прописима који се односе на управљање отпадом.

Током редовног рада, а услед боравка путника и запослених, настајаће мешани комунални отпад и канцеларијски отпад (папир и картон, стакло, пластика, метали), амбалажа средстава за одржавања хигијене просторија.

## 6.8 Утицај на саобраћај

**Утицај на саобраћај током фазе изградње**

Изградња Линије 1 фаза 1 захтеваће транспорт и допрему материјала (бетон, метал...) камионима дуж постојеће путне мреже. С обзиром да се окна и станице налазе у урбанизованим подручјима, додатни саобраћај може имплицирати веће оптерећење на путевима са већ великим протоком саобраћаја који опслужују пословна, комерцијална и стамбена подручја. Изградња Линије 1 фаза 1 ће захтевати и транспорт ископаног материјала са два места за улазак/излазак TBM машине до коначног одредишта.

Градилишта осам станица и два окна имаће утицај на локални друмски саобраћај: станице Трговачка, Пожешка, Баново Брдо, Ада Циганлија, Мостар, Трг Републике, Скадарлија, Карабурма и окна 08 и 12. За наведене станице и окна, област под утицајем градилишта ће проузроковати делимично затварање околних улица током појединих фаза извођења грађевинских радова.

У наредним табелама приказан је распоред и трајање за горе наведене локације, као и процењени утицај на друмски саобраћај. Краткотрајни утицаји представљају утицаје који се односе на изградњу пешачких подземних пролаза. Трајање такве фазе изградње је краће од укупног трајања за цело градилиште.

*Табела 6-15 Утицаји на локални друмски саобраћај током изградње станица и окана*

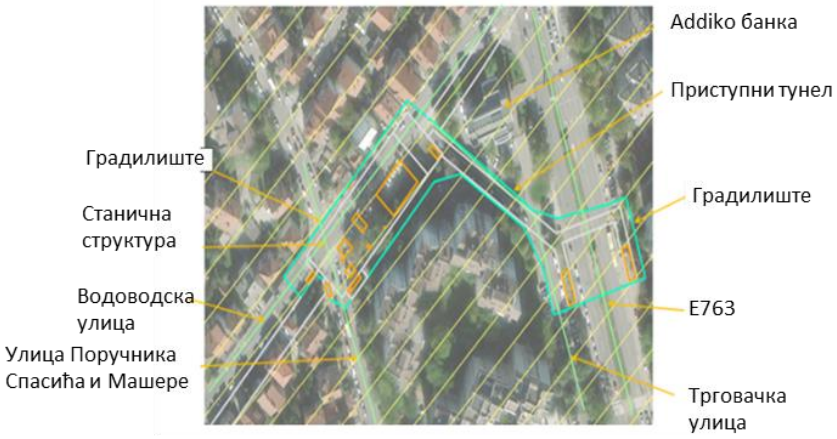
| Деоница | Број и назив | Трајање радова (месеци) | Утицај на друмски саобраћај | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Број улица | Укупно возила | Краткотрајани утицај (возила) | Дуготрајни утицај (возила) |
| Станице | | | | | | |
| ДТ | 5 Трговачка | 31 | 3 | 1400 | 1400 | 460 |
| ДТ | 6 Пожешка | 25 | 3 | 910 | | 910 |
| ДТ | 7 Баново Брдо | 28 | 2 | 910 | 910 | |
| ДТ | 8 Ада Циганлија | 21 | 1 | 4030 | 4030 | |
| ДТ | 10 Мостар | 23 | 5 | 1600 | 950 | 1600 |
| ДТ | 12 Трг Републике | 34 | 3 | 530 | | 530 |
| ДТ | 13 Скадарлија | 28 | 4 | 730 | 730 | |
| ОИ | 16 Карабурма | 26 | 3 | 1020* | | 1020 |
| Окна | | | | | | |
| ДТ | 08 Савски трг | 9 | 0 | 950 | | 950 |
| ОИ | 12 Карабурма | 9 | 3 | 1020* | | 1020 |

* Утицај изградње станице Карабурма и окна 12 у отвореном ископу има велики утицај на Вишњичку улицу у којој је фреквенција саобраћаја 1020 возила/h по смеру.

У наставку се анализира свако градилиште са утицајима, док су у наредном поглављу описане мере за њихово ублажавање.

Станица Трговачка

| **Главни утицај** | **Водоводска улица и раскрсница између Водоводске и Поручника Спасића и Машере, отежан приступ згради Addiko Bank Hill и отежано кретање пешака** |
|---|---|
| **Опис утицаја** | Станица Трговачка смештена је у урбаном окружењу. Сам станични објекат се налази у Водоводској улици, а постоји и приступни тунел (пешачки подземни пролаз) испод Трговачке. Трговачка улица је споредна саобраћајница која омогућава приступ згради Addiko Bank Hill и стамбеним блоковима. Станични објекат блокира и раскрсницу између Водоводске и Поручника Спасића и Машере. Поред градилишта се налази стамбена зграда од осам спратова, што ће имати значајан утицај на мобилност станара, а како би се утицај смањио, потенцијално ће бити примењена методологија изградње одозго надоле, што с друге стране може негативно утицати на логистику и фазно одвијање радова.<br>Током изграње зидова дијафрагме за објекат станице, који се граде одозго према доле, биће привремено затворена Водоводска и раскрсница између Водоводске и Поручника Спасића и Машере. Метода одозго надоле ће омогућити да се горња плоча у области раскрснице одмах изгради и да се површина пута обнови, чиме се минимизира затварање раскрснице.<br>Деоница Водоводске између раскрсница Поручника Спасића и Машере и Трговачке вероватно ће бити затворена за време трајања изградње. Биће обезбеђен приступ до четири куће.<br>Током изградње улазног тунела, приступ згради Addiko Bank Hill може се обезбедити директно са главног пута Е763. Приступни тунел пролази испод Е763, који је пут са две одвојене траке великим разделним острвом, тако да се саобраћај може преусмерити преко/на централно острво како би се омогућио ограничен проток саобраћаја током изградње једне половине подземног пролаза, а затим би се прешло на другу половину. Требало би обезбедити још један приступ стамбеним блоковима.<br>Додатни паркинг за зграду Addiko Bank Hill и стамбене блокове биће обезбеђен током изградње. |

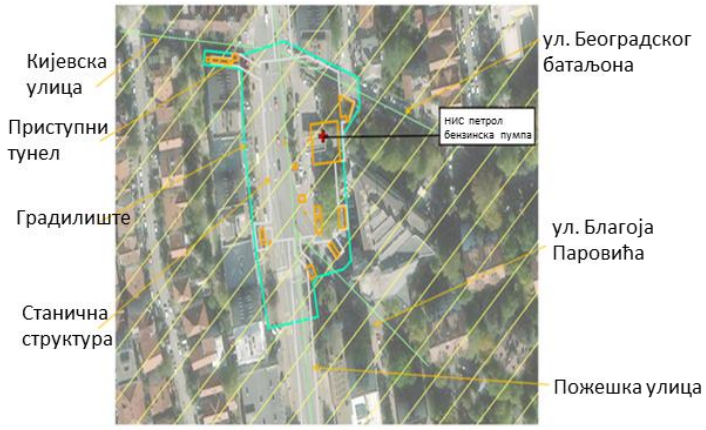



*Слика 6.16 Градилиште станице Трговачка*

Станица Пожешка

| **Главни утицај** | **Затварање улица Београдског батаљона и Благоја Паровића за време трајања изградње станице**<br>**Отварање Пожешке улице током изградње подземне конструкције станице** |
|---|---|
| **Опис утицаја** | Станица Пожешка се налази у урбаној средини са подземном конструкцијом испод Пожешке саобраћајнице и бензинском пумпом између раскрсница са Београдског батаљона и Благоја Паровића. Подземна конструкција пресеца све четири траке и трамвајске пруге на Пожешком путу као и обе раскрснице, градилиште ће блокирати цео тај простор. Такође, приступни тунел ће се протезати у Кијевску улицу.<br>Бензинска пумпа ће бити трајно затворена, њено место ће заузети главни улаз у станицу Пожешка. Деоница Пожешке улице између ове две раскрснице мора бити затворена током изградње станице. Методологијом одоздо надоле биће могуће делимично отворити Пожешку улицу док је остатак изградње у току: ово би минимизирало поремећаје у Пожешкој улици. Међутим, улице Београдског батаљона и Благоја Паровића вероватно ће |

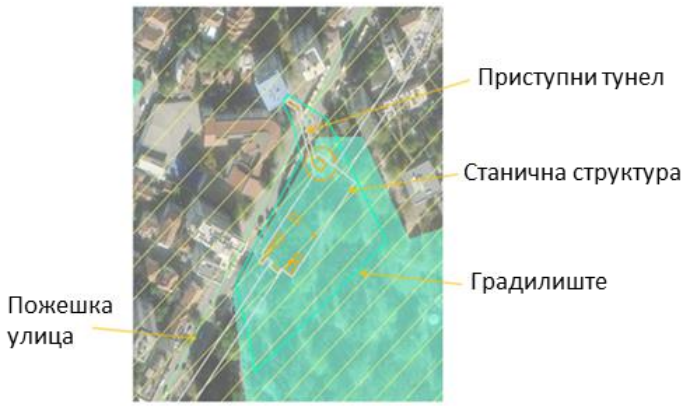
| | |
|---|---|
| | бити затворене за време трајања изградње станице. Због тога је потребно идентификовати и побољшати обилазне руте ради повећања протока саобраћаја. Одржаће се пешачки прилаз продавницама на Пожешкој улици као и паркинг за локално становништво. |




*Слика 6.17 Градилиште станице Пожешка*

Парк Баново Брдо

| | |
|---|---|
| **Главни утицај** | **Пресецање трамвајсе пруге током изградње прилазног тунела за пролаз испод Пожешке улице** |
| **Опис утицаја** | Станица Парк Баново Брдо се налази у потпуности у парку и због тога не би требало да буде дуготрајног затварања улица. Испод Пожешке улице на северном крају станице планиран је приступни тунел. Са отвореном конструкцијом, изградњом и саобраћајем се може управљати тако да пут никада не буде потпуно блокиран. Међутим, трамвајска пруга ће бити пресечена за време изградње прилазног тунела. |

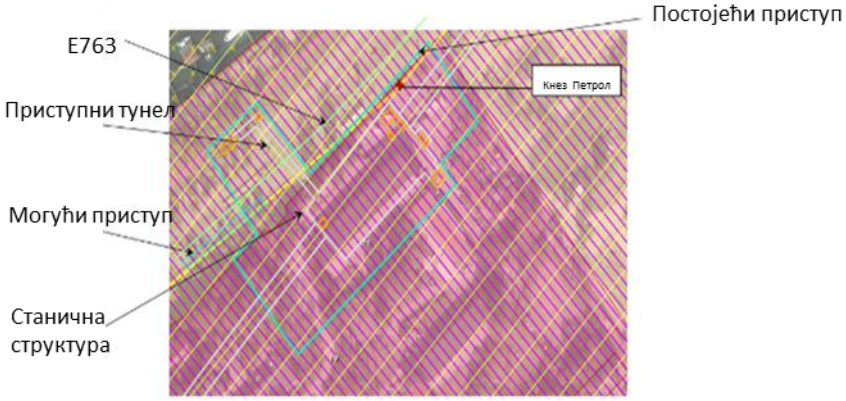



*Слика 6.18 Градилиште станице Парк Баново брдо*

Станица Ада Циганлија

| | |
|---|---|
| **Главни утицај** | **Утицај на главне токове саобраћаја** |
| **Опис утицаја** | Станица Ада Циганлија се налази на „brown field“ локацији у урбаној средини, односно на претходно изграђеној и коришћеној локацији. Градилиште се налази уз североисточну коловозну траку пута E763 (26) (Раднички пут). Постојећи прикључни пут који опслужује Стару шећерану поред локалитета Аде Циганлије, захтеваће извесно проширење како би се лакше савладао грађевински саобраћај. Алтернатива би била да се направи нова раскрсница на прикључном путу југозападно од локације како би се поновно спајање на главну коловозну траку могло безбедно обавити. |

| | |
|---|---|
| | Планиран је приступни тунел који пролази испод Е763. Изградња тунела ће морати да буде у фазама отвореног ископа, преусмеравајући саобраћај према потреби, међутим, очекује се да ће овај приступни тунел бити изграђен другим методама тунела како би се омогућило да пут остане потпуно отворен и минимизирао поремећај. |




Слика 6.19 Градилиште станице Ада Циганлија

Станица Мостар

| **Главни утицај** | **Затварање четири од пет трака Булевара Војводе Мишића**<br>**Пресецање трамвајских шина током свег времена изградње** |
|---|---|
| **Опис утицаја** | Локација Станице Мостар налази се на парку Три кључа и четири од пет трака Булевара војводе Мишића где прелази у Савску. Путеви на које утиче југозападни део градилишта су компликовани. Трамвајска линија мора да се пресече да би се изградио објекат станице. Трамвајска пруга ће вероватно пресећи приступ градилишту. Због тога се препоручује пресецање трамвајске пруге за све време изградње станице.<br>Булевар Војводе Мишића који долази са југозапада има три траке и са њим се спаја прикључни пут са Булевара Франше д'Епереа (Е75) који има две траке. Градилиште ће морати да блокира 4 ове траке. Такође, возила у правцу запада на Булвару Франше д'Епереа желећи да се укључе у Булевар војводе Мишића/Савску пролазе испод трамвајске пруге пре него што се поново попну на ниво терена да би се прикључила Булевару Војводе Мишића/Савској. Подвожњак и прикључни пут имају неколико потпорних зидова. Како би се омогућило да траса остане отворена, могуће је повећати нагиб на прикључном путу, што ће раније доћи до нивоа Булевара војводе Мишића и тиме омогућити спајање саобраћаја пре него што градилиште блокира пут. Једна трака која може остати отворена током изградње ће у великој мери ограничити проток саобраћаја. |




*Слика 6.20 Градилиште станице Мостар*

Окно 08

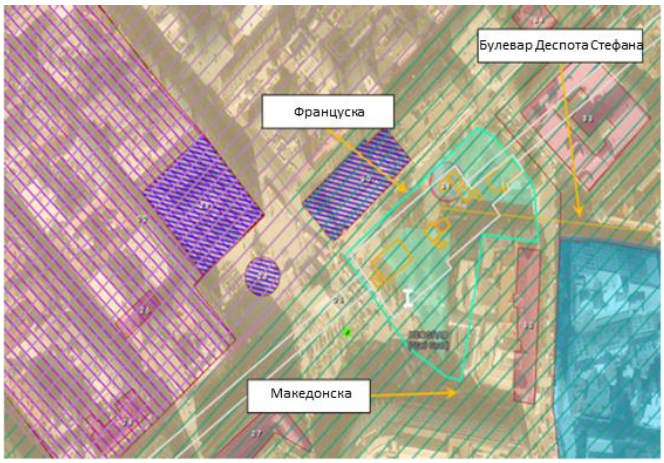
| | |
|---|---|
| **Главни утицај** | **Прекид саобраћаја у улици Николаја Кравцова (трајање 13 месеци) и смење приступу Београду на води**<br>**Ограничење саобраћаја у Савско улици на по једну траку у оба смера (13 месеци)** |
| **Опис утицаја** | Савско окно се налази на раскрсници путева, у урбаној средини. Тренутна локација ће захтевати опсежно престројавање пута, улица Николаја Кравцова, која иде северозападно од локације је нова улица која је део новог развоја у подручју.<br>Тренутна локација окна ће захтевати:<br>1. Савска улица - ограничена на 1 траку у оба смера, пошто се коловоз оријентисан на југ измешта на коловоз са севером (привремено?).<br>2. Николаја Кравцова: Затварање (привремено) или преусмеравање (привремено или трајно), ово би захтевало коришћење дела грађевинског земљишта.<br>(Премештање окна није могуће, због захтева пројекта за окна) |




*Слика 6.21 Градилиште окна 08*

Станица Трг републике

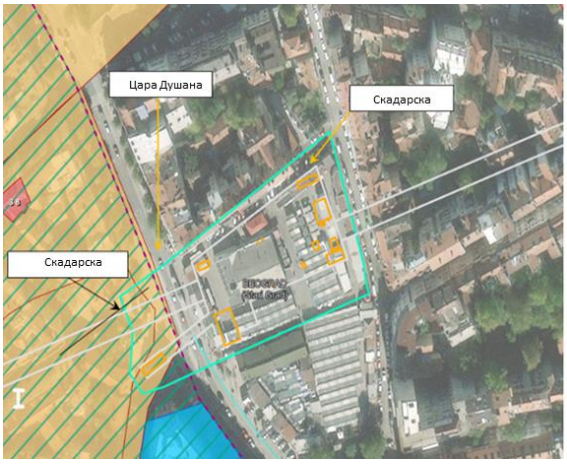
| | |
|---|---|
| **Главни утицај** | **Измештање аутобуског стајалишта у Булевару Деспота Стефана (окретница аутобуса између платоа Др Зорана Ђинђића и Гардијског парка)** |
| **Опис утицаја** | Локација станице Трг Републике налази у Гардијском парку. Градилиште ће блокирати Француску улицу и раскрсницу са Македонском због изградње приступних тунела. За главно градилиште, аутобуско стајалиште на Булевару Деспота Стефана мораће да буде измештено, што ће захтевати анализу саобраћаја и планирање како би се осигурало да велики број аутобуских стајалишта не омета ток саобраћаја. |




*Слика 6.22 Градилиште станице Трг републике*

## Станица Скадарлија

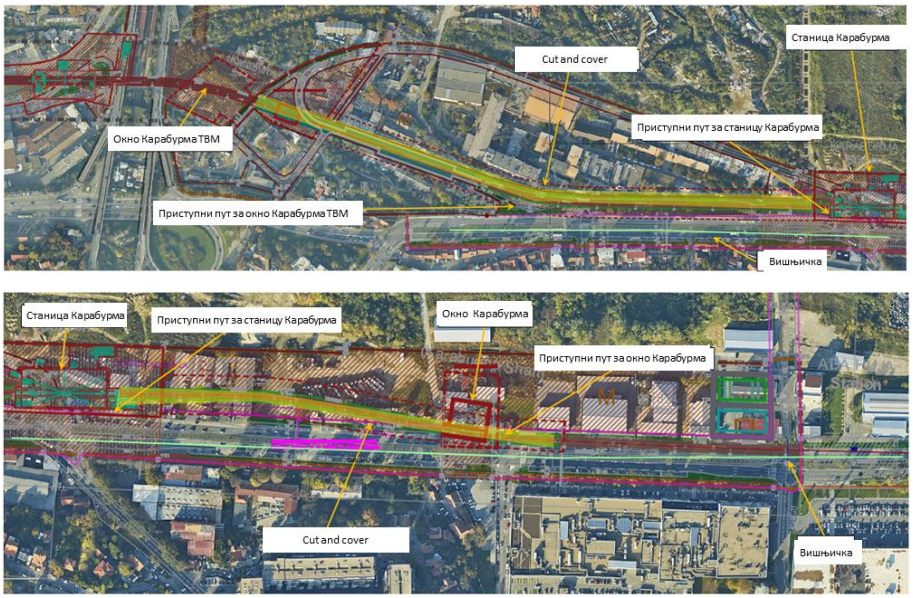
| | |
|---|---|
| **Главни утицај** | **Рушење објеката пијаце**<br>**Затварање северног дела Скадарске улице и тунела испод улице Цара Душана** |
| **Опис утицаја** | Локација станице Скадарлија захтева рушење објеката пијаце у урбаној средини. Станични објекат не омета ниједан локални пут, али ће градилиште блокирати део Скадарске улице, док траје извођење радова. Такође, постоји и прилазни тунел који пролази испод улице Цара Душана, што ће захтевати или блокаду улице током изградње и постављање скретања, или фазну изградњу где је улица само делимично затворена, са управљањем саобраћајем око градилишта.<br><br>Градилиште ће обухватити и паркинг зону поред пијаце на Скадарској. Биће потребно обезбедити приступ продавницама и стамбеним зградама на северу Скадарске улице. |




*Слика 6.23 Градилиште станице Скадарлија*

## Станица Карабурма и окно 12

| | |
|---|---|
| **Деоница у отвореном ископу** | |
| **Главни утицај** | **Плитки тунел у отвореном ископу од окна на Карабурми за улаз/излаз TBM машине до станице Карабурма** |
| **Опис утицаја** | Овај одељак такође садржи подземно скретање колосека (или цепни колосек). Терен се спушта ка северу од Вишњичког пута, а планирани објекат остаје на северу, избегавајући пут. Деоница у отвореном ископу се налази у приградском насељу: углавном са баштама, индивидуалним кућама и стамбеним блоковима, који ће бити срушени. Деоница у отвореном ископу може да користи приступне тачке са Вишњичке ка окну за улаз/излаз TBM машине и станицу Карабурма, минимизирајући утицај на ток саобраћаја. Постоје неке планиране изградње путева у овој области, али је нејасно да ли ће ова унапређења путева бити завршена пре изградње метроа. Грађевински саобраћај на деоници у отвореном ископу одвијаће се Вишњичком улицом са прилазима за улаз/излаз TBM машине и станици Карабурма. |
| **Станица Карабурма** | |
| **Главни утицај** | **Блокирање мањег пута који омогућава приступ другим индустријским јединицама северно од локације** |
| **Опис утицаја** | Станица Карабурма се налази у урбаном окружењу и захтеваће рушење неких мањих складишних објеката. Структура и изградња станице не утиче на главни Вишњичку улицу, али блокира мањи пут који омогућава приступ другим индустријским јединицама северно од локације. Постоје и други путеви који обезбеђују приступ овим индустријским јединицама. Међутим, локација мора да обезбеди приступ Балшиној улици. |
| **Окно 12** | |
| **Главни утицај** | Затварање једне траке Вишњичке улице |
| **Опис утицаја** | Угао објекта окна једва улази у прву траку Вишњичке улице, тако да ће граница градилишта блокирати једну коловозну траку Вишњичке. |




*Слика 6.24 Градилишта станице Карабурма и окна 12*

**Утицај на саобраћај током редовног рада**

Утицај на саобраћај током редовног рада приказан је у оквиру поглавља 6.4. Утицај на квалитет ваздуха.

## 6.9 Утицај на комуналну инфраструктуру

У Београду, као што су претходни пројекти у граду показали, катастарски подаци о подземној инфраструктури (водоводне и канализационе мреже) често су застарели и не одговарају њиховој стварној локацији, што ствара ризик од оштећења ове инфраструктуре приликом извођења било које врсте подземних радова.

Осим тога, уколико се утврди да је нека од подземне инфраструктуре у веома лошем стању, можда ће бити потребна њена замена, што продужава рокове изградње. Радови на поправци могу довести до прекида услуга за локално становништво и у зависности од тежине могу трајати дуже од прихватљивог. Локација радова у неким од централних градских зона такође носи ризик од утицаја на значајан број људи. Осетљивост рецептора је оцењена као умерена, јер немају алтернативу, док се величина утицаја сматра ниском до умереном, јер би број људи који би могли бити погођени могао бити значајан. Утицај се оцењује као умерено негативан и захтева ублажавање.

## 6.10 Утицај на природна добра, станишта флору и фауну

**Утицај на природна добра, станишта флору и фауну током изградње**

**<u>Природна добра</u>**

Београдски метро не пролази кроз заштићена природна добра, али се налази у близини неких, нпр. траси метроа најближи су Ушће Саве у Дунав (удаљен око 100 m) и Кошутњак (удаљен око 500 m). Директног утицаја на ова подручја неће бити јер врсте насељене у овим природним добрима не користе истражно подручје (200 метара око трасе метроа) за репродукцију, исхрану или трансфер. Заштићена станишта природног наслеђа могу бити индиректно погођена радовима: углавном буком и вибрацијама.

У наредној табели дати су утицаји на заштићена природна добра током извођења радова на изградњи.

*Табела 6-16 Утицај на заштићена природна добра током фазе изградње*

| Заштићено природно наслеђе | Опис | Локација градилишта | Директни утицаји | Индиректни утицаји |
|---|---|---|---|---|
| **Ушће Саве у Дунав** | Важна улога гнежђења, миграције и презимљавања птица: реке Сава и Дунав су еколошки коридори од националног и међународног значаја. | <100 метара између станица Ада Циганлија и Сајам | Нема Станишта и врсте на које се односи IBA нису присутни у границама градилишта | Бука и вибрације |
| | Међународно и национално подручје Важно подручје за птице: Ушће Саве у Дунав | <100 метара између станица Ада Циганлија и Сајам | Нема Станишта и врсте на које се односи IBA нису присутни у границама градилишта | Бука и вибрације |
| | Заштићено станиште великог корморана | <100 метара између станица Ада Циганлија и Сајам | Нема Мали вранац и његова станишта нису присутни у границама градилишта | Бука и вибрације |
| | Заштићено подручје гњива на Ади Циганлији | Отприлике 3 km | Нема | Нема |
| | Заштићено подручје Језеро Велико блато | Отприлике 4 km | Нема | Нема |
| **Кошутњак** | Подручје заштићено као важно станиште за очување разноврсности фауне сисара, птица, гмизаваца и водоземаца, инсеката и геолошког наслеђа | Отприлике 500 метара од Парка Баново брдо | Далеко од трасе метроа, али постоји еколошка веза са станицом Парк Баново Брдо | Бука и вибрације, постоји еколошка веза са станицом Парк Баново Брдо |
| | Споменик природе: шума Кошутњак | Око 500 метара од Парка Баново брдо | | |
| | Строги резервати природе: Шума сребрне липе | Око 5 km од парка Баново брдо | | |
| | Шума храста лужњака и граба код Хајдучке чесме | Око 3 km од трасе метроа | Нема | Нема |

## Станишта и фауна

Станишта су уско повезана са флором, па се у овом делу ова два ентитета проучавају заједно. Следећа табела описује и квантификује утицаје на природна станишта, а да би се избегли или смањили неки од утицаја, прописују се мере.

*Табела 6-17 Утицај на станишта и флору*

| | Назив | Опис утицаја | Површина (ha) |
|---|---|---|---|
| Грмови и живице | Живе ограде аутохтоних врста сиромашне врстама | Уништавање шипражја и живе ограде унутар подручја градилишта. Утицај је велики. | 0,23 |
| | Умерене шикаре и шипражје | | 1,84 |
| Шумско земљиште, шума и друго шумовито земљиште | Мезо- и еутрофне шуме | Уништавање дрвећа и шипражја унутар подручја градилишта. Утицај је велики. | 1,01 |
| | Мешовита приобално плавно подручје и галеријска шума | | 0,47 |
| | Дрвореди или појединачна стабла | | 0,30 |
| | Ране фазе природних и полуприродних шума и поновни раст | | 0,46 |
| | Недавно посечена подручја | | - |
| Редовно или недавно узгајана пољопривредна, вртларска и домаћа станишта | Интензивни немешани усеви | Уништавање обрађеног земљишта и паркова унутар подручја градилишта. Утицај је прилично јак до јак. | 12,94 |
| | Обрађена, угар или недавно напуштена ораница | | 0,67 |
| | Декоративне баштенске површине великих размера | | 2,90 |
| | Мале украсне и домаће баштенске површине | | 2,56 |
| | Недавно напуштене баштенске површине | | 0,44 |
| Изграђена, индустријска и друга вештачка станишта | Стамбене зграде градских и градских центара | Промена употребе земљишта. Утицај је непостојећи до мали. | 2,86 |
| | Урбане и приградске индустријске и комерцијалне локације су још увек у активној употреби | | 2,88 |
| | Градска и приградска градилишта и рушења | | 0,71 |
| | Путне мреже | | 7,22 |
| | Железничке мреже | | 0,95 |
| | Изузетно вештачке неслане текуће воде | Уништавање ровова. Утицај је средњи | 0,07 |
| | Отпад настао изградњом или рушењем зграда | Промена употребе земљишта. Утицај је мали. | 0,79 |
| | | **Укупно** | **39,30** |

Мапе са приказаним утицајем на станишта дати су у Свесци 2 – Графички прилози.

**Утицај на фауну**

*Методологија одређивања утицаја на фауну*

*Утицаји пројекта без примењених мера заштите – сирови утицај*

За свако станиште и врсту дат је сирови утицај пројекта, односно утицај пројекта уколико се не примене мере заштите. Сирови утицај се оцењује на основу нивоа утицаја и квантификује. Сирови утицаји на станишта одговарају директним и индиректним утицајима пројекта на природна станишта истраживаног подручја:

- Станишта су уништена или оштећена;
- Станишта индиректно оштећена (загађење итд...);
- Површина станишта је под утицајем (квантификација утицаја).

Сирови утицаји на флору и фауну (током изградње и експлоатације, директни и индиректни утицаји) односе се на:

- Уништавање јединки: ако би јединке могле бити убијене, повређене итд,
- Уништавање станишта: ако је станиште од виталног значаја за биолошки циклус врсте оштећено или уништено,
- Узнемиравање јединки у окружењу,
- Фрагментација станишта: уништавање или оштећење миграцијских или трансферних путева.

Да би се резимирао опис сирових утицаја, сирови утицаји се квалификују нивоом: **незнатан, мали, средњи, прилично велики или велики**.

Такође се квантификује **преостали (резидуални) утицај**. Ова квантификација одговара површини станишта или врстама на које је пројекат утицао.

*Преостали (резидуални) утицаји пројекта*

Мере прописане ради смањења утицаја пројекта на биодиверзитет утичу на сирове утицаје тако што смањују њихов ниво. Мере смањења примењене на сирове утицаје доводе до преосталог утицаја пројекта. Преостали утицај се квалификује као **незнатан, мали, средњи, прилично велики или велики**.

***Утицај на фауну***

У наставку је дат преглед утицаја на различите врсте фауне који се очекује уколико се на простору градилишта не примене мере заштите.

*Утицај на слепе мишеве*

- Уништавање јединки: сечењем дрвећа на подручју депоа, шуме и дрвеће истраживаног подручја подржавају уточиште слепих мишева. Сеча дрвећа довешће до убијања јединки слепих мишева. Зграде у оквиру радног истраживаног подручја такође могу подржати услове за слепе мишеве. Утицај је велики.
- Уништавање станишта: пројекат ће уништити станишта за уточиште, подручја за храњење и трансфер, углавном у Макишу. Уточишта се налазе на дрвећу или у зградама, док се подручја за храњење и трансфер углавном налазе дуж живих ограда и ивица шума. Утицај је јак.
- Узнемиравање: током изградње, узнемиравање ће бити прилично велико и привремено (бука, светлост).
- Фрагментација станишта: слепи мишеви прате живе ограде и ивице шума. Главну осу у Макишу (исток-запад) пресећи ће линија метроа и депо. Већина врста неће моћи да пређе подручје депоа. Утицај је јак.

*Утицај на копнене сисаре*

- Уништавање јединки: возила могу убити поједине јединке, али се утицај може сматрати средњим јер копнени сисари могу лако да побегну.
- Уништавање станишта: најважнији утицај на копнене сисаре. Сва станишта унутар подручја радилишта биће уништена и неће бити употребљива за копнене сисаре. Утицај је јак.
- Узнемиравање: копнени сисари у околини депоа биће узнемирени и морају избегавати околину. Ово се нарочито односи на срндаћа, док остале врсте као што је белогруди јеж, могу боравити у околини депоа. Утицај је прилично велики.

- Фрагментација станишта: станиште ће бити фрагментисано на местима која су ограђена. На пример, сисари који живе на истоку Макиша неће моћи да прелазе на западни део. Утицај је велики.

*Утицај на птице*

- Уништавање јединки: градња може уништити легла птица, посебно за врсте које се гнезде у жбуњу (руси сврачак), у дрвећу (сеоски детлић) или на тлу (прдавац). Изван сезоне парења (од марта до августа), птице ће моћи да побегну и избегну уништење. Утицај је јак током сезоне парења (пролеће и лето).
- Уништавање станишта: то је главни утицај на птице. Сва станишта (за гнеждење и исхрану) унутар подручја радилишта биће уништена и неће бити употребљива за птице. Утицај је јак
- Узнемиравање: током изградње, узнемиравање ће бити прилично јаке и привремено. Током фазе експлоатације, узнемиравање птица ће бити мало (светла...). Једна од најосетљивијих врста је прдавац: јединке би се могле одселити.
- Фрагментација станишта: утицај је умерен јер птице могу лако мигрирати, осим у подручју депоа: птице певачице (најмање птице) имаће мање могућности преласка с једне стране на другу јер ће бити мање склоништа (грмље, дрвеће...). Утицај је умерен.

*Утицај на гмизавце*

- Уништавање јединки: возила могу убити јединке, али се утицај може сматрати умереним јер гмизавци могу лако да побегну.
- Уништавање станишта: најважнији утицај на гмизавце. Сва станишта (где се гнезде или хране) унутар подручја радилишта биће уништена и неће бити употребљива за гмизавце. Утицај је јак.
- Узнемиравање: узнемиравања гмизаваца биће мали јер они могу да живе у близини појачане буке и вибрација. Утицај ће бити незнатно већи током изградње јер ће и ниво буке и вибрација бити већи.
- Фрагментација станишта: станиште ће бити фрагментисано на подручју депоа, а гмизавци ће тешко моћи безбедно да пређу депо. Утицај ће бити умерен јер популација гмизаваца може да преживи у изолованим стаништима.

*Утицај на водоземце*

- Уништавање јединки возила могу убити јединке, али се утицај може сматрати малим јер водоземци могу лако да побегну, а популација водоземаца у Макишу је сиромашна.
- Уништавање станишта: копнена станишта (живе ограде, жбуње...) водоземаца ће бити уништена, међутим, једнике би могле користити подручја у близини. Репродукциона станишта (јарци) ће такође бити измењена, али је степен изазова запажених врста и станишта низак.
- Узнемиравање: узнемиравање водоземаца ће бити мало јер они могу да живе у близини места појачане буке и вибрација. Удар ће бити незнатно већи током изградње јер ће бука и подрхтавање бити већи.
- Фрагментација станишта: Станиште са обе стране депоа биће одвојено. Дуги подземни ровови нису погодни за миграцију водоземаца. Међутим, популација водоземаца је сиромашна и није познато да запажене врсте (Pelophylax sp.) врше велике миграције. Утицај је умерен.

*Утицај на инсекте*

- Утицај на јединке: Могућност инсеката за бег је мала: одрасли летећи инсекти (лептири, вилински коњици...) могу лако да побегну, али ће копнени инсекти и ларве, јаја бити убијени. Утицај је јак (нарочито током изградње).
- Уништавање станишта: станишта за размножавање инсеката ће бити уништена. Утицај је јак.
- Узнемиравање: узнемиравање инсеката ће бити мало јер они могу да живе у близини места појачане буке и вибрација. Удар ће бити незнатно већи током изградње јер ће бука и подрхтавање бити већи.
  Фрагментација станишта: станиште ће бити фрагментисано на подручју депоа. Утицај ће бити умерен јер ће популација инсеката могу да преживе у изолованим стаништима.

Из свега наведеног, закључује се да су утицаји на фауну подељени на четири типа, а то су:

- **Утицај на јединке** зависи од капацитета врсте да побегне из уништеног подручја и да избегне метро који пролази. Велики утицај ће бити на слепе мишеве (нарочито слепе мишеве који се гнезде), птице (гнезда) и инсекте (углавном јаја и ларве);
- **Утицаји на станишта** су велики за све групе: велико подручје ће бити потпуно уништено, где ће се станишта Макиша претворити у антропогена станишта која нису погодна за већину аутохтоних врста.
- **Узнемиравање фауне** ће се углавном јављати у фази изградње. Одговара индиректном утицају (бука, вибрације…). Неке врсте виђене у истраживаном подручју могу се лако навикнути на те поремећаје (гмизавци, водоземци и инсекти), док ће за друге узнемиравање бити прилично велико.
- **Фрагментација станишта** ће бити велика за врсте које имају велику територију и којима су потребне шуме и живице за кретање (углавном слепи мишеви и копнени сисари). Птице ће бити изоловане, али ће моћи да се крећу са друге стране подручја депоа. Утицај на гмизавце, водоземце и инсекте биће средњи јер ће њихове популације моћи да преживе у изолованим стаништима.

Резиме утицаја на фауну током изградње дат је у наредној табели:

*Табела 6-18 Утицај на фауну током изградње (без примњених мера заштите)*

| Група | Утицај на јединке | Утицај на станишта | Узнемиравање врста | Фрагментацију станишта |
|---|---|---|---|---|
| Слепи миш | Велики | Велики | Прилично велики | Велики |
| Копнени сисар | Средњи | Велики | Прилично велики | Велики |
| Птице | Велики | Велики | Прилично велики | Средњи |
| Гмизавци | Средњи | Велики | Мали | Средњи |
| Водоземци | Прилично велики | Велики | Мали | Средњи |
| Инсекти | Велики | Велики | Мали | Средњи |

**Утицај на станишта, флору и фауну током редовног рада**

Резидуални утицај заштићена природна добра

С обзиром да траса метроа не пролази кроз заштићена природна добра, током редовног рада се не очекује директаб утицај на ушће Саве у Дунав нити на Кошутњак. Због удаљености од трасе метроа, утица буке и вибрација је смањен на занемарљив ниво.

Резидуални утицај пројекта на фауну

Предвиђеним мерама, утицај током изградње на различите врсте фауне је смањен и приказан у наредној табели.

*Табела 6-19 Поређење сировог и и преосталог утицаја пројекта на фауну*

| | Јединке | | Станишта | | Узнемиравање | | Фрагментација станишта | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Група** | **Сирови утицај** | **Преостали утицај** | **Сирови утицај** | **Преостали утицај** | **Сирови утицај** | **Преостали утицај** | **Сирови утицај** | **Преостали утицај** |
| Слепи мишеви | Велики | Средњи | Велики | Велики | Прилично велики | Велики | Велики | Велики |
| Копнени сисари | Средњи | Средњи | Велики | Велики | Прилично велики | Средњи | Велики | Велики |
| Птице | Велики | Мали | Велики | Велики | Прилично велики | Прилично велики | Средњи | Средњи |
| Гмизавци | Средњи | Средњи | Велики | Велики | Мали | Мали | Средњи | Средњи |
| Водоземци | Прилично велики | Прилично велики | Велики | Велики | Мали | Мали | Средњи | Средњи |
| Инсекти | Велики | Велики | Велики | Велики | Мали | Мали | Средњи | Средњи |

Резидуални утицај на станишта и флору

Следећа табела квантификује резидуални утицај по станишту.

*Табела 6-20 Површина станишта под утицајем*

| Станиште под утицајем | Ниво изазова (након примењених мера) | Површина стнаништа под утицајем (ha) |
|---|---|---|
| Вештачко земљиште | Незнатан | Станиште није погодно за биодиверзитет |
| Шумско земљиште | Средњи | 2,24 |
| Отворено земљиште (пољопривредно) | Незнатан | Станиште којим се добро управља, погодно само за неколико врло честих врста. |
| Отворено земљиште (Прдавац - Corn Crake) | Висок | - |
| Паркови и баште | Незнатан | Примењене мере су довољне да би се избегли резидуални утицаји |
| Река | Незнатан | Примењене мере су довољне да би се избегли резидуални утицаји |
| Полуотворено земљиште | Висок | 2,07 |
| Полуотворено земљиште | Низак | - |
| Вода | Средњи до низак | 0,07 |
| Укупно | | 4,38 |

## 6.11 Утицај на културна добра

Утицаји на археолошко наслеђе

Темељи остатака Виртембершке и Стамбол капије налазе се мало изнад дубоког подземног дела метроа и близу области под утицајем грађевинских радова. Стога пројекат не би требало да утиче на ово археолошко налазиште.

Међутим, постоји опасност од откривања других археолошких налазишта током грађевинских радова у близини ових остатака, или на неком другом месту на траси (нарочито у близини археолошких налазишта Антички Сингидунум и Праисторијска Карабурма, као и евидентираних археолошких локалитета (дати у поглављу 2.7), где се очекују археолошка налазишта), стога су у фази изградње прописане исте мере смањења као и за депо метроа.

Утицаји на значајно или заштићено наслеђе

На деоници трасе између окна 04 и станице Карабурма, метро се налази у близини културног наслеђа. Како је ова деоница углавном дубоко подземна, утицаји су везани за надземне радове и трајне појаве на свакој станици и окну, као и на радове рађене техником отвореног ископа на деоници на Карабурми.

Приликом пројектовања траса метроа као приоритет се поставља очување аутентичности (културне, историјске, архитектонске, урбанистичке, уметничке, функционалне и естетске вредности) простора и објеката културног наслеђа. Појединачна културна добра, односно она која немају ширу просторну покривеност, морају се приказати приликом детаљног планирања.

Чланом 99. Закона о културном наслеђу прописано је да се мере техничке заштите и други радови који могу изазвати промене у облику и изгледу културног наслеђа или оштетити његова добра, могу предузети ако се за то прибаве потребни услови и сагласности на основу о прописима о уређењу простора, уређењу простора и изградњи објеката.

Неопходна је непосредна сарадња са институцијама за заштиту културног наслеђа и примена обавезујућих правила заштите културног наслеђа. За сва непокретна културна добра, њихову заштићену околину и непосредну околину, као и за културна добра под претходном заштитом, не могу се предузимати радови без претходно прибављених услова и сагласности надлежних служби.

Надлежна служба су Републички завод за заштиту споменика за непокретна културна добра од изузетног значаја и Завод за заштиту споменика културе града Београда за непокретна културна добра, непокретна културна добра од великог значаја и културна добра под претходном заштитом, од којих су прибављени услови.

Опште мере које треба применити за очување културног наслеђа у близини метро станица су представљене у наставку, праћене фокусним тачкама на неколико елемената културног наслеђа који су уско повезани са отиском метроа.

Споменик културе „Фабрика шећера" и просторно културно-историјско место од изузетног значаја „Топчидер"

У оквиру заштићеног споменика културе „Фабрика шећера" планирано је да се сруши некадашњи магацин сувих резанаца за изградњу станице Ада Циганлија, а на крају парцеле изгради окно 04.

Реализација метроа на овом заштићеном подручју вршиће се у складу са условима Републичког завода за заштиту споменика културе, као и ближим условима који потребно је прибавити приликом обавезне сарадње са институцијом на дефинисању пројектног решења објекта као дела метро система.

Надземне делове станице Ада Циганлија који нису инкорпорирани у терен (у нивоу терена или 20 cm изнад нивоа земље) пројектује се у сарадњи са Републичким заводом за заштиту споменика културе.

Надземни отвори окна 04 пројектује се у сарадњи са Републичким заводом за заштиту споменика културе.

Споменик културе „Споменик Васи Чарапићу"

Споменик Васи Чарапићу, који се налази у оквиру зелене површине (к.п. 2283 КО Стари град) - сквер између улица Француске, Браће Југовића и Булевара деспота

Стефана, биће под утицајем радова на изградњи станице Трг републике због чега е потребно његово измештање. У складу са добијеним условима Завода за заштиту споменика културе града Београда, могуће је незнетно (транслаторно померање јавног споменика уз Француску улицу непосредно уз тротоар. Простор око споменика партерно уредити. За померање културног добра – споменика културе потребно је одобрење/сагласност Министарства културе.

Споменик културе од великог значаја „Железничка станица"

Улаз/излаз метро станице Савски Трг није дозвољено планирати унутар зграде Железничке станице или у њеној непосредној близини.

Културно наслеђе под претходном заштитом „Београдски памучни комбинат"

Део градилишта и станице Карабурма спада у комплекс Београдског памучног комбината.

Завод за заштиту споменика културе града Београда у свом допису од септембра 2020. означио је Београдски вунарски комбинат као културно наслеђе под претходном заштитом. Овај статус заштите подразумева да ако се непокретност под претходном заштитом не упише као непокретно културно добро у року од 3 године, на ту непокретност се више неће примењивати мере заштите утврђене Законом о културном наслеђу.

Штавише, у ПГР-у железничких система, локација вунарског комбината добија нову намену: зона за комерцијалне објекте, окружена са неколико зелених површина. У ПГР се наводи следећа смерница: „До реализације прве линије метроа ради привременог запоседања због формирања градилишта, коришћење предметне парцеле је ограничено и није дозвољена градња". Стога, ПГР је потврдио да ће метро линија утицати на Београдски вунарски комбинат током фазе изградње и да нови објекти планирани у тој области неће бити изграђени пре изградње метро линије.

## 6.12 Утицај на пејзаж

**Утицај на пејзаж током фазе изградње**

Током фазе изградње, сва градилишта ће заузимати укупну површину од приближно 40 ha, распоређену између деоница линије на површини и у отвореном ископу, станица и окана, стварајући привремени визуелни утицај.

Деонице на површини и у отвореном ископу у Макишу биће интегрисане у Пројекат урбаног развоја Макишког поља након изградње метроа, према ПДР дела Макишког поља. Слично томе, деоница отвореног ископа између Панчевачком моста и Карабурме биће интегрисана у нове развојне пројекте за ову област (укључен у ПГР шинских система).

Све површине око окана ће након изградње бити враћене у првобитно стање, колико год је то могуће.

Окно 02 захтева додатну процену и израду посебног пројекта пејзажне архитектуре, јер његова изградња обухвата значајне ископне радове на западној падини Јулиног брда.




*Слика 6.25 Пројекат пејзажне архитектуре за окно 02*

Након завршетка фазе изградње, пројекат пејзажне архитектуре за ово подручје ће се односити на целу област коју обухвата градилиште, како би се створила зелена површина (доњи врт) у континуитету будућег парка на падини. Такође ће повезати нову урбанизацију и постојеће приградско стамбено насеље. Са новог булевара (ПДР дела Макишког поља) на западном делу окна 02, зелена површина и будући парк стварање нову перспективу.

Подручје окна и његов технички излаз на површину биће интегрисани са засадима и минералним земљиштима. У средини овог врта, с обзиром да је слој земље изнад простора окна није дебео, предвиђена су мања стабла и цветни засади између вентилационих решетки.

На преосталој површини планиран је паркинг за становнике и комерцијалне делатности, према ПГР (хипотетички лоциран на северној ивици подручја на слици: Пејзажни пројекат за окно 02.). Површина за паркирање аутомобила може бити озелењена и пропусна.

Планиран је падина за повезивање нивоа платформе окна са постојећим брдом. Падина ће бити озелењена како би се направио континуитет са горњим парком, са циљем очувања што већег броја постојећих стабала и употпуњавања са више локалних врста.

Доњи врт и горњи парк биће доступни јавности за свакодневни живот, одмор и дечије активности.

**Утицај на пејзаж током редовног рада**

ЈКП Београдски метро и воз је у септембру 2021. године расписао архитектонски конкурс идејно архитектонско решење и дизајн метро станица линије 1 (фаза 1).

Локација компоненти пројекта метроа у **пејзажној секвенци А** (подручје Макишког поља) уско је повезана са пројектима урбанизације ПДР дела Макишког поља. Ово подручје ће бити изразито измењено прво насипањем, а затим изградњом пројекта заједно са ширим пројектом урбанизације сходно ПДР дела Макишког поља.

За деоницу и станице на површини (Железник и Макиш) модификација пејзажа због пројекта биће веома видљива током фазе изградње и прве фазе рада, до завршетка урбанизације Макиша. Када цела област буде урбанизована како је планирано, елементи пројекта метроа биће интегрисани у потпуно урбанизовано окружење. Подручје ће карактерисати преовлађивање комерцијалних и економских функција с једне стране, а са друге стране интермодалном везом са аутобуским терминалом и „паркирај и вози се“ објекатима за Железник и интермодалном везом са Бг возом. за Макиш. Штавише, зграде станица Железник и Макиш ће делимично маскирати перцепцију депоа од планиране стамбене зоне у Макишу (северозападно од линије).

Од станице Макиш до станице Беле воде, линија метроа биће изграђена у плитких тунела у отвореном ископу, што значи да неће бити видљива са површине. То ће бити случај и за станице Жарково и Беле воде, за које је планирано да буду потпуно подземне, осим улазних наткривених делова са обе стране улице.




*Слика 6.26 Пример урбанистичке интеграције за станице на површини (Железник и Макиш – лево и Жарково и Беле Воде - десно) - архитектонски конкурс*

Пројекат затим прелази преко стамбеног периурбаног подручја. Ова **пејзажна секвенца Б** односи се на станице Трговачка, Пожешка и Парк Баново Брдо.

Локација станице Трговачка граничи са урбаним блоком вишеспратница у кластерима. Изградња станице ће имати утицаја на садашњи пејзаж, посебно на постојећу вегетацију, и визуелне утицаје на становнике. Стога, да би се смањио визуелни утицај, приступне структуре се своде на једноставне наткривене објекте. Главни улаз се налази на зеленом тргу и добиће пешачки подземни ходник из Трговачке улице са по једним улазом (мањим наткривеним објектима) са обе стране улице.



*Слика 6.27 Урбанистичка интеграција станице Трговачка - архитектонски конкурс*

Окружење Пожешке станице се не одликује архитектонским квалитет јер је веома хетерогено у облицима и стиловима. Утицај на пејзаж у датој области биће низак.

Циљ изабраног решења за архитектуру станице Парка Баново брдо је да се избегне денатурација овог места и да се квалитетним мерама озелењавања и уређења надокнади утицај на парк и јавне просторе. Позиционирање метро станице и њених излаза неће имати значајан визуелни утицај на локално становништво, осим у фази изградње.



*Слика 6.28 Урбанистичка интеграција Парка Баново Брдо - архитектонски конкурс*

**Пејзажна секвенца Ц** односи се на станице Ада Циганлија, Сајам и Мостар.

Будућа станица Ада Циганлија налази се у старом индустријском комплексу занимљивом по свом архитектонском наслеђу. Подручје је предмет два плана, а то су План детаљне регулације Аде Циганлије и План детаљне регулације Старе шећеране. Простор ће бити преуређен у културни објекат са зеленим површинама. Према условима Републичког завода за заштиту споменика културе, метро станица је ће бити грађена у оквиру габарита објекта некадашњег магацина за смештај сушеног резанца, уз Радничку улицу, валоризованог као објекат амбијенталних вредности. При формирању подземног дела објекта дозвољава се уклањање постојећег објекта. Новоизграђеној станици планирати завршну обраду фасаде од фасадне опеке. Дозвољено је ремоделовање фасаду формирањем већих фасадних отвора за улазе, вентилационе решетке и стаклене излоге поштујући ритам, симетричност и начин фасадне поделе плитким пиластрима. Приликом ремоделовања фасаде користиће се савремени материјали, а боја и завршна обраду фасадне браварије биће усклађени са преовлађујућим фасадним материјалом



*Слика 6.29 Предлог пројекта станице Ада Циганлија*




*Слика 6.30 Урбанистичка интеграција станице Ада Циганлија*

Пројекат станице Сајам узима у обзир њену интеграцију у околно окружење, које карактерише типична југословенска архитектура. Садашње решење се састоји од само једног главног улаза (павиљона) у станицу и омогућава да се задржи постојећи подземни пролаз који води до сајма. Само мала зграда која је служила као продаја карата за сајам мора бити уклоњена.



*Слика 6.31 Урбанистичка интеграција за станицу Сајам - архитектонски конкурс*

Станица Мостар се налази у урбаној средини, на рубу парка Газела, а након изградње парк и пут ће бити враћени у првобитно стање, осим 4 наткривена објекта (са већом надстрешницом за главни улаз и 3 мање за додатне прилазе) и суседне поплочане површине. Због топографије околног простора и интеграције станице у парк, током рада визуелна перцепција објеката ће бити веома мала.

**Пејзажна секвенца Д** се односи на следеће станице: Савски Трг, Трг Републике и Скадарлија. Ово подручје има веома снажан пејзажни идентитет и карактерише га неколико елемената архитектонског наслеђа.

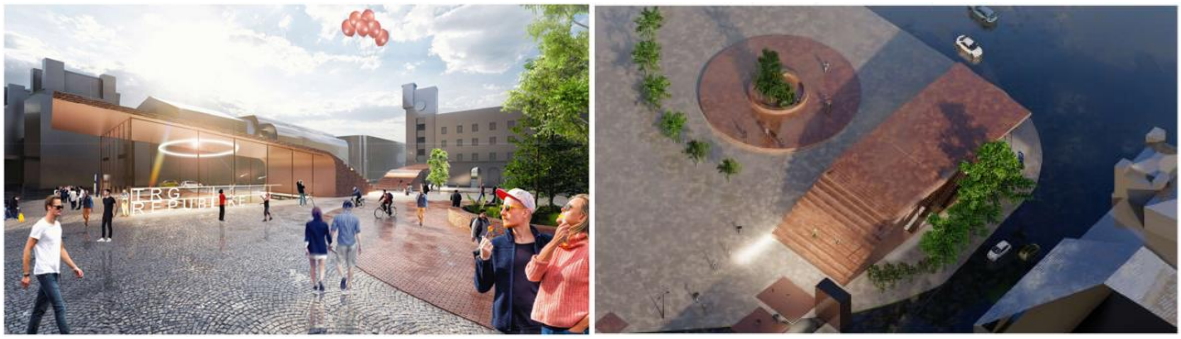
Станица Савски Трг се налази у зони железничке станице (Савски трг). Железничка станица је монументална неокласична грађевина с краја 19. века. Приступ станици

метроа биће обезбеђен кроз два наткривена улаза, лоцирана иза историјске зграде и због тога замаскирана погледом са реновираног Савског трга.



*Слика 6.32 Урбанистичка интеграција станице Савски Трг - архитектонски конкурс*

Пројекат изградње метроа и станице Трг републике подразумева потпуни редизајн зелених површина Платоа Зорана Ђинђића и Гардијског. Изградња метроа и његове станице ће имати велики утицај на садашњи урбани пејзаж, посебно потпуним уклањањем постојеће зелене површине, које су већ ретке у историјском центру. Одабрано је да станица има два улаза са надстрешницама, како би се боље интефрисала са историјским зградама око Трга и омогућавају више простора за рестаурацију неколико пејзажних елемената, као што је фонтана (биће привремено премештена током фазе изградње, а затим враћена на првобитни положај), Споменик Васи Чарапићу (трајно измештен неколико метара југоисточно у оквиру истог трга) и статуа Споменика Бранислава Нушића (привремено премештена и враћена близу улаза у метро).



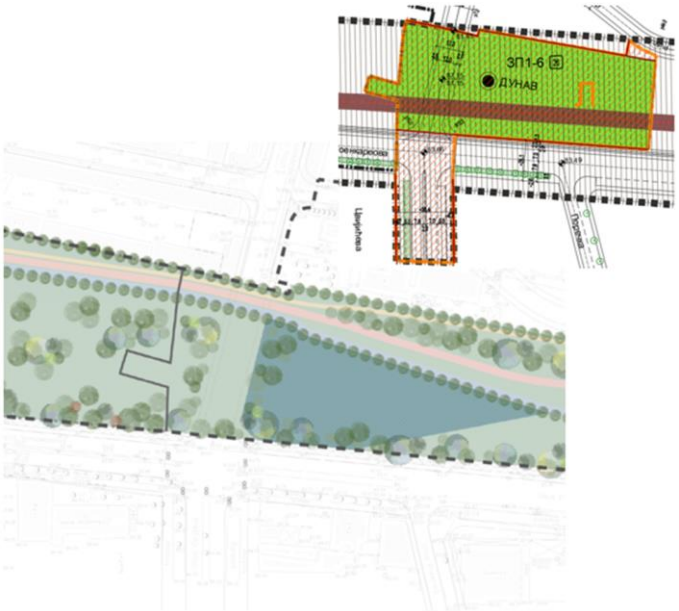
*Слика 6.33 Урбанистичка интеграција за станицу Трг Републике - архитектонски конкурс*

Скадарлијски крај има бројне радње, вокација коју посебно афирмишу Бајлони пијаца и Битеф театар. Бајлони пијаца се налази на тргу између улица Џорџа Вашингтона и Ђорђа Јовановића. Секретаријат за инвестиције града Београда расписаће тендер за пројектовање нове Бајлонијеве пијаце, а план Града Београда је да се изврши обнова свих објеката Бајлонијеве пијаце и изгради подземна гаража испод пијаце. Пројекат станице ће тако бити компатибилан са будућим наменама овог простора, а посебно будуће Бајлони пијаце. Главни улаз ће се налазити на постојећој пијаци (северни део), а други улаз (мањи наткривени објекат) налазиће се на западној страни улице Цара Душана, дуж Цетињске улице.



*Слика 6.34 Урбанистичка интеграција за станицу Скадарлију - архитектонски конкурс*

Подручје које припада **пејзажној секвенци Е** (станице Дунав, Панчевачки мост и Каранурма) је обухваћено Планом детаљне регулације Аде Хује и Планом детаљне регулације Линијског парка. У оба плана, локација станице Дунав је унутар Линијског парка који ће се градити на месту напуштене пруге. Овај урбанистички пројекат је прилика да се овом подручју промени намена и уклони индустријски пејзаж дуж Дунава. Из овог разлога су нивои и пројекат станице Дунав засновани на захтевима дефинисаним Пројектом Линијског парка (извод из ПДР је приказан на следећој слици).




*Слика 6.35 Урбанистичка интеграција за станицу Дунав*

Подручје Панчевачког моста такође је укључено у пројекат Линијског парка. Станица ће се састојати од једног главног улаза (наткривнеог објекта), који омогућавају везу са пројектом Линијског парка, и секундарног прилаза (наткривнеог објекта) који чини директну везу са станицом БГ воз.



*Слика 6.36 Урбанистичка интеграција за станицу Панчевачки мост - архитектонски конкурс*

Будућа станица Карабурма налази се уз Вишњичку улицу. Подручје је обухваћено Планом детаљне регулације Аде Хује. Дизајн метроа има мали утицај на постојећи пејзаж, пројекат станице има за циљ да обезбеди интермодалне везе са аутобуским саобраћајем, трамвајем и станицом БГ воза. Улаз у зграду ће бити заједнички са БГ возом. Изабрано решење садржи и други улаз, са наткривеним објектом, за повезивање „паркирај и вози се“ директно са метро станицом.




*Слика 6.37 Урбана интеграција станице Карабурма*

**Утицај на рељеф и топографију**

Глобално гледано, траса (укључујући станице и окна) не утиче трајно на рељеф, јер се налази на нивоу терена или испод земље. Фаза изградње пројекта ће створити само привремену модификацију локалне топографије унутар градилишта, што укључује привремене складишне површине, где је то потребно.

Ипак, две области треба посебно проценити:

- Деоница на површини у Макишу на котама од 74,2 до 75,5 мнв и
- Радове на ископу потребни за израду платформе за изградњу окна 02.

Ограничен утицај на рељеф ће се десити током фазе изградње због привременог складиштења ископаног материјала.

## 6.13 Кумулативни утицај пројеката изградње депоа и објеката линије 1 фазе 1 на животну средину

У наредној табели дата је анализа интеракције између различитих типова утицаја пројеката изградње депоа и објеката линије 1, фазе 1. Заједно, пројекти стварају додатни утицај који може смањити или повећати интензитет утицаја.

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Социјални и економски аспект | | * | + | | | | | | | + | | | | | ** | ** | ** | | | | |
| 2 | Саобраћај, инфраструктура | – | | | | | | | | | | | | | | ** | ** | ** | | + | | ** |
| 3 | Пејзаж и архитектура | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + |
| 4 | Културно наслеђе | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Светлосно загађење | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - |
| 6 | Квалитет ваздуха | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Бука | - | - | | | | - | | - | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Вибрације | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Топографија | | | | | | | | | | | | | | | | ** | ** | | | | |
| 10 | Ископани материјал | | | | | | | | | | | | | | - | - | | | | | | |
| 11 | Геологија | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Педологија | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Утицај на климатске промене | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Загађење земљишта | - | - | | | | - | | | | | - | | | | | | - | | | | |
| 15 | Подземне воде | | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Површинске воде | | | | | | | | | - | - | | | | | | | | | | | |
| 17 | Ризик од поплаве | | | | | | | | | | | | | | - | | | | | | | |
| 18 | Ерозија и клизишта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Технолошки ризик | | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Природна добра | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Биодиверзуитет | | | | | - | - | | | | | | | | | | | | | | | |

* Глобални утицај пројекта метроа на друмски и железнички саобраћај већ је процењен кроз студију о броју путника.

** Глобални утицај пројекта метроа и пројекта урбаног развоја Макис повећаће притисак на локалне подземне воде, површинске воде и биодиверзитет. Кумулативни утицаји су анализирани у оквиру стратешке процене утицаја на животну средину израђену за потребе ПДР Макишко поље.

| | |
|---|---|
| + | Интеракција утицаја која доводи до смањења интензитета утицаја (ако је негативан) или повећања интензитета утицаја (ако је позитиван) |
| | Нема или нема значајне интеракције |
| - | Благи кумулативни (негативни) утицаји |
| – | Јак кумулативни (негативни) утицаји |
| | Фаза редовног рада |
| | Фаза изградње |

### Фаза изградње (сиви део табеле)

Током фазе изградње, највећи кумулативни ефекат ће бити последица интеракције утицаја на друмски саобраћај (одступања у вези са отиском градилишта, саобраћајем камиона итд.) и социо-економског утицаја грађевинских радова (сметање комерцијалним активностима око изградње сајтови). Корисници локалних комерцијалних активности би могли да преферирају конкуренте који се налазе у различитим областима како би избегли сметње (саобраћај, прашина, бука, вибрације, итд. као што је приказано у табели, односи 1-2, 1-4, 1-6, 1-7, 1-8).

Благи кумулативни ефекат који умањује атрактивност појединих подручја (социо-економски аспекти, 1-4 у табели) могао би се генерисати интеракцијом самих

грађевинских радова са локалним утицајима на културно наслеђе (рушење Фабрике шећера, реконструкција тргова, измештање статуа и сл.).

Негативан ефекат приказан у табели као 7-2 представља благи додатни утицај који се односи на сметње буком због саобраћајних токова измештених плановима управљања саобраћајем који ће бити успостављени око неколико градилишта.

Сметња буком може имати благи кумулативни ефекат (7-6 и 8-7 у табели) са утицајем на квалитет ваздуха (мањи утицаји, мањи кумулативни ефекат) и сметње вибрацијама.

У случају акцидентног изливања или другог загађења током фазе изградње, миграција загађивача би могла:

- достићи околна подручја (различити власници земљишта), са социо-економским утицајем (14-1 у табели) који се односи на расположивост земљишта и коришћење земљишта;
- доћи до локалне водоводне мреже (14-2 у табели), мењајући квалитет воде;
- утицати на локални квалитет ваздуха у случају испарљивих једињења (14-6 у табели);
- изменити квалитет подземних вода, у случају да се загађење догоди у „cut and covere“ делу трасе где ископи доспевају до водоносног слоја (14-1 у табели).

Вероватноћа сценарија загађења описаних овде је ниска и временски ограничена током фазе изградње. Последњи сценарио се може одиграти само на неколико деоница и то тек када радови ископа достигну дубину дна, пре него што се створи водонепропусна бетонска површина на нивоу дна.

Током радова на ископавању подземне воде ће се испумпати и испуштати у локалне мреже. У случају да ће бити потребно испуштање воде на деоницама где је планиран привремени прекид мреже, може постојати ризик од недоступности мреже и мораће се дефинисати алтернативна решења за испуштање пумпаних подземних вода (15-2 у табели).

На подручју Макиша, модификација топографије (затрпавање) и локалне дренажне мреже (отворени канал трансформисан у цевне колекторе) ће утицати на режим локалних површинских вода (16-9 у табели). Како би се минимизирао такав утицај, распоред фазе изградње биће планиран у складу са глобалним развојем пројекта Макиш. Извођач ће извршити специфичне прорачуне како би се постигли циљеви постављени у ПДР Макишког поља.

Други потенцијални кумулативни утицај на површинске воде везан је за ризик од загађења Саве или Дунава, у случају да се ископани материјали бродовима транспортују до крајњег одредишта.

У случају акцидентног изливања или другог загађивања земљишта током изградње, миграција загађивача ће бити бржа и могла би захватити шире подручје ако би се поплава десила пре завршетка санације. Вероватноћа да се ова два ретка догађаја могу одиграти истовремено у ограниченом временском оквиру фазе изградње је наравно изузетно мала (17-14 у табели).

Да би се минимизирао сваки потенцијални кумулативни ефекат који се односи на изградњу локалне саобраћајне мреже у вези са пројектом у близини Севесо локација (тј. приступних путева око подручја депоа, 19-2 у табели), сви радници запослени на

изградњи пројекта, укључујући оне који су запослени на изградњи приступних путева, биће обучени за Севесо планове ризика / мере ублажавања.

Утицај на губитак станишта услед грађевинских радова ће имати благи кумулативни ефекат са локалном модификацијом нивоа светлости на градилиштима стварајући додатну сметњу за локалну фауну (21-5 у табели). Кумулативни ефекат на квалитет ваздуха могао би бити последица сече дрвећа током припремних радова, што ће повећати миграцију прашине на подручја око градилишта (21-6 у табели).

**Фаза редовног рада (плави део у табели)**

У фази редовног рада, интеракција утицаја на пејзаж и социо-економске аспекте (1-3 у табели) ће имати позитиван ефекат око нових станица, због локалног преуређивања на основу архитектонског пројекта улаза у станицу. Ово ће повећати вредност подручја и бити од користи за локално становништво и комерцијалне активности.

Пејзажни пројекти за станице ће узети у обзир прилагођавања нивоа светлости како би се оптимизовала интеграција у околном подручју (3-5 у табели).

Такође, пејзажни пројекат за подручје депоа ће помоћи да се компензују утицаји на губитак станишта/биодиверзитет услед засипања у области Макишког поља (3-21 у табели).

Утицај на губитак станишта ће имати благи кумулативни ефекат са модификацијом нивоа светлости (депо, улази у станице и само у секцији нивоа) и буке (депо и само у секцији нивоа) стварајући додатне сметње за биодиверзитет, али ће бити ограничен на Макишко поље (5-21 и 7-21 у табели).

Урбано окружење, а посебно путна мрежа око депоа биће изграђена током изградње депоа. Због тога ће, током рада пројекта, такви путеви и улице представљати додатну могућност евакуације подручја, у случају удеса на локацијама Севесо (технолошки ризици, види 2-19 у табели).

У зависности од начина поновне употребе ископаног материјала током изградње, интензитет утицаја може бити смањен у случају да се такви материјали користе за нпр. пуњење рудника, јер ће се на тај начин избећи тражење материјала на другом месту, уз додатне трошкове због растојање (1-10 у табели).

Ископани материјал може бити повезан са додатним ризиком од загађења земљишта и подземних вода (10-14 и 10-15 у табели), који ће бити детаљно обрађен у Плану управљања животном средином током изградње (Construction Environmental Management Plans (CEMP)).

Сметња буком може имати благи кумулативни ефекат (6-7 и 7-8 у табели) са утицајем на квалитет ваздуха (мањи утицаји, мањи кумулативни ефекат) и сметње вибрацијама.

У случају акцидентног изливања или другог загађења земљишта током рада депоа (тј. несрећа на шинама за гориво унутар подручја складишта), миграција загађивача ће бити бржа и могла би се односити на шире подручје ако би дошло до поплава десити пре завршетка санације. Вероватноћа да би се ова два ретка догађаја могла одиграти истовремено је, наравно, веома мала (14-17 у табели). Као мера за минимизирање ризика од поплава, ниво затрпавања ће бити подигнут на коначни ниво између 74,2 и 76 мнм на подручју депоа, а нивои улаза у станице и мреже ће такође бити подигнути до нивоа од 100 година поплава на сваком зона дуж трасе.

# 7 ОПИС МОГУЋИХ ЗНАЧАЈНИХ УТИЦАЈА ПРОЈЕКТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ У СЛУЧАЈУ УДЕСА

Удеси/акциденти, као неочекивани догађаји са нежељеним краткотрајним или дуготрајним ефектима по безбедност и здравље људи и животну средину, могу бити последица природних ризика локалитета, техничко-технолошких ризика, а најчешће су резултат људског фактора.

## 7.1 Природни ризици

### *7.1.1 Ризик од поплаве*

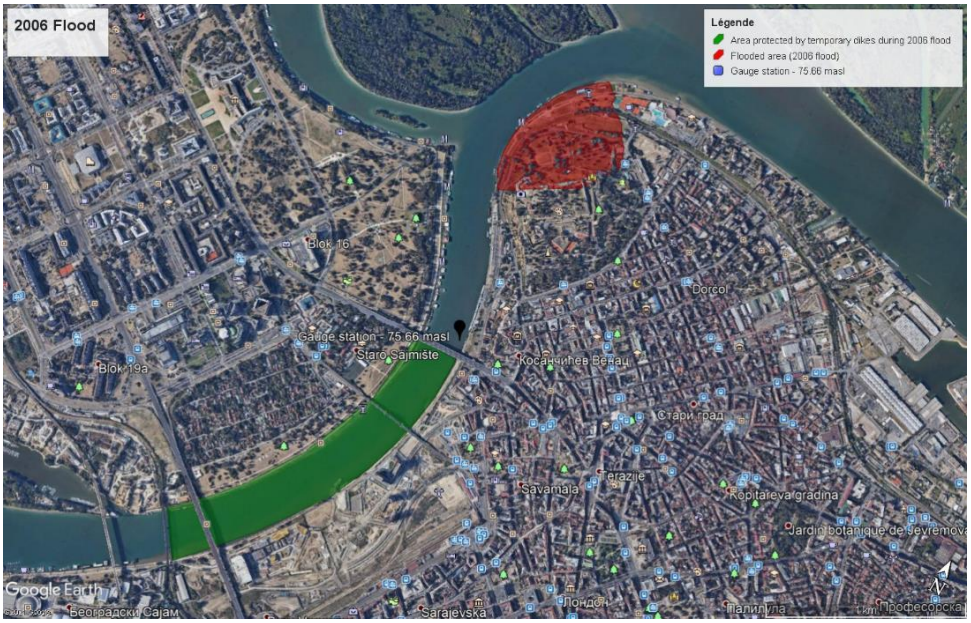
С обзиром да се линија метроа налази на десној обали Саве и Дунава, потребно је проценити ризик од поплаве узимајући у обзир три главна могућа узрока:

- Висок водостај реке Саве уз пробијање насипа или мобилне заштите од поплава (ризик се односи се на целу линију);
- Подизање нивоа подземних вода због квара на пумпној или складишној опреми изворишта воде у Београду (ризик постоји на Макишком пољу (Железник – Макиш – Жарково – Беле воде и окна 01 и 02));
- Запушеност канализационог и атмосферског дренажног система (ризик се односи се на целу линију).

**Поплава услед повећања водостаја реке Саве**

Према Хидролошком годишњаку за 2006. годину Републичког хидрометеоролошког завода Србије, хидролошка станица на реци Сави у Београду, са радним водостајем „0“ = 68,28 мнв, забележила је 16. априла 2006. године изузетно висок водостај од 738 cm. Дакле, максимални измерени ниво на реци Сави у Београду те године био је 68,28 + 7,38 = 75,66 метара надморске висине.

Током овог догађаја, поплаве су се догодиле само на ушћу у Дунав, у близини Калемегдана (црвена боја на слици испод). Остале ниске деонице, између Бранковог моста и Старог железничког моста и дуж Аде Циганлије (зелена боја на слици испод) биле су заштићене привременим насипима.




*Слика 7.1 Делови обале погођени поплавом 2006. године*

Садашњи систем заштите од поплава десне обале Саве састоји се од линије насипа изграђене од ушћа Саве у Дунав. Висина објеката за заштиту од поплава на подручју града Београда на 77,5 метара надморске висине дефинисана је 1976. године од стране водних тела, па су многе грађевине изграђене у складу са тим. Овај ниво безбедности омогућава заштиту града од 100-годишњих поплава, са додатним надвојем висине 1,2-1,5 метара (мобилна привремена заштита од поплава).

Нове препоруке за заштиту од поплава дате су у Плану управљања водама Републике Србије за 2001. годину: Велике градове (са више од 50.000 становника) треба заштитити од најмање двестогодишњих поплава сталним објектима за заштиту од поплава.

Генерални пројекат заштите Београда од поплава Дунава и Саве (Институт Јарослав Черни, 2012) препоручује: Ако подручје није заштићено, требало би направити нову структуру која ће издржати 200-годишње поплаве, док би на њен врх требало поставити мобилни заштиту како би се обезбедила сигурност у случају 1000-годишњих поплава. Ако је већ изграђена противпоплавна заштита која може издржати 100-годишњу поплаву, предвиђена је само мобилна заштита.

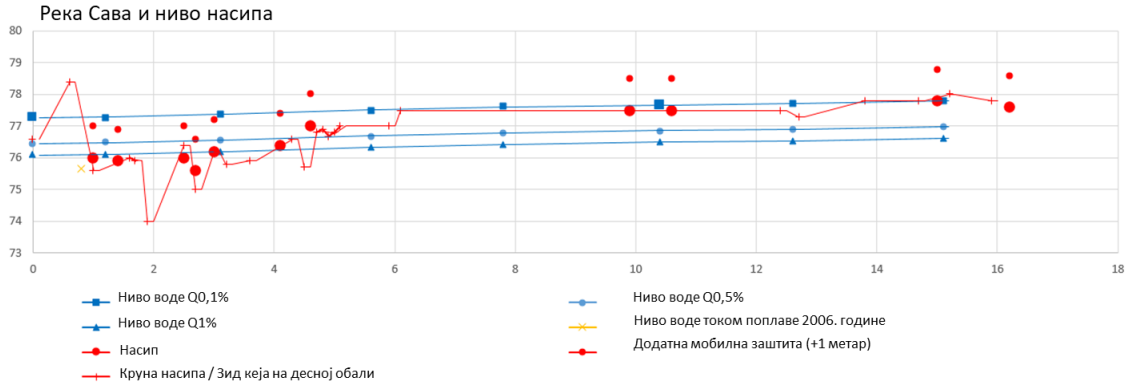
Управљање водама (2015) препоручује побољшање заштите од поплава градова са 50.000 становника или више до нивоа поплава од хиљадугодишњих вода. Ако су структуре за заштиту од поплава већ постављене (тренутно на стогодишњем нивоу поплава), хиљадугодишњу сигурност од поплава треба постићи или реконструкцијом постојећих објеката или/и са покретним зидовима на врху.

Уздужни профил десне обале Саве дат је на следећој слици и у табели, приказујући гребене структура за заштиту од поплава и прорачунате водостаје за 100, 200 и 1000-годишње поплаве.

На подручју Макиша реконструисана је насипна деоница између Аде Циганлије и железничког моста у Остружници (дуга 5000 метара) (Извор: Генерални пројекат заштите Београда од поплава Дунава и Саве, Јарослав Черни, 2012).

*Табела 7-1 Прорачун надморских висина које достиже Сава при ектремним догађајима*

| Најближа локација | Растојање од ушћа Саве у Дунав (km) | Речно дно (мнв) | Ниво воде (мнв) | | | Висина насипа дуж десне обале (мнв) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $Q_{1\%}$ | $Q_{0,5\%}$ | $Q_{0,1\%}$ | |
| - | 23+690 | 53,53 | 76,77 | 77,14 | 77,94 | узвишење |
| - | 21+530 | 61,82 | 76,76 | 77,13 | 77,94 | 77,90 |
| - | 19+740 | 62,85 | 76,71 | 77,08 | 77,89 | 77,85 |
| - | 17+820 | 61,33 | 76,65 | 77,02 | 77,83 | узвишење |
| Остружница мост | 15+120 | 62,16 | 76,61 | 76,99 | 77,80 | 77,10 |
| Макиш | 12+690 | 61,36 | 76,53 | 76,90 | 77,71 | 77,70 |
| ЦС Макиш | 10+450 | 59,14 | 76,49 | 76,86 | 77,67 | 77,50 |
| Ада Циганлија (западни део) | 7+860 | 61,35 | 76,42 | 76,79 | 77,61 | 77,50 |
| Ада Циганлија (источни део) | 5+650 | 60,23 | 76,33 | 76,70 | 77,51 | 77,50 |
| Београдски сајам | 3+180 | 60,00 | 76,20 | 76,57 | 77,38 | 76,00 |
| Бранков мост | 1+200 | 55,79 | 76,11 | 76,48 | 77,28 | 75,70 |
| Ушће Саве у Дунав | 0+000 | 57,34 | 76,09 | 76,46 | 77,26 | 76,60 |




*Слика 7.2 Река Сава и ниво насипа*

На основу приказане слике, може се закључити да у близини ушћа Саве у Дунав (1 до 6 км – стационажа реке):

- сами насипи нису довољни за заштиту од 100-годишњих догађаја на великој деоници.
- насипи и мобилна заштита од поплава нису довољни за заштиту од 200 и 1000-годишњих догађаја.

На подручју јужно од Макиша, односно око моста код Остружнице, постоји део са нижим насипима. Ово подручје представља потенцијални ризик од поплаве за планиране објекте на Макишком пољу (станице, надземни део трасе и депо), јер би вода лако доспела одатле до Макишког поља због његове ниже надморске висине, што је приказано на наредној слици. Треба напоменути да би насип ауто-пута (око 74 мнв) могао да функционише као додатна заштита од поплава. Ипак, постојећа атмосферска дренажна мрежа на неколико тачака пролази испод аутопута. Стога би се те тачке могле сматрати потенцијалним слабим тачкама (барем до завршетка целог пројекта

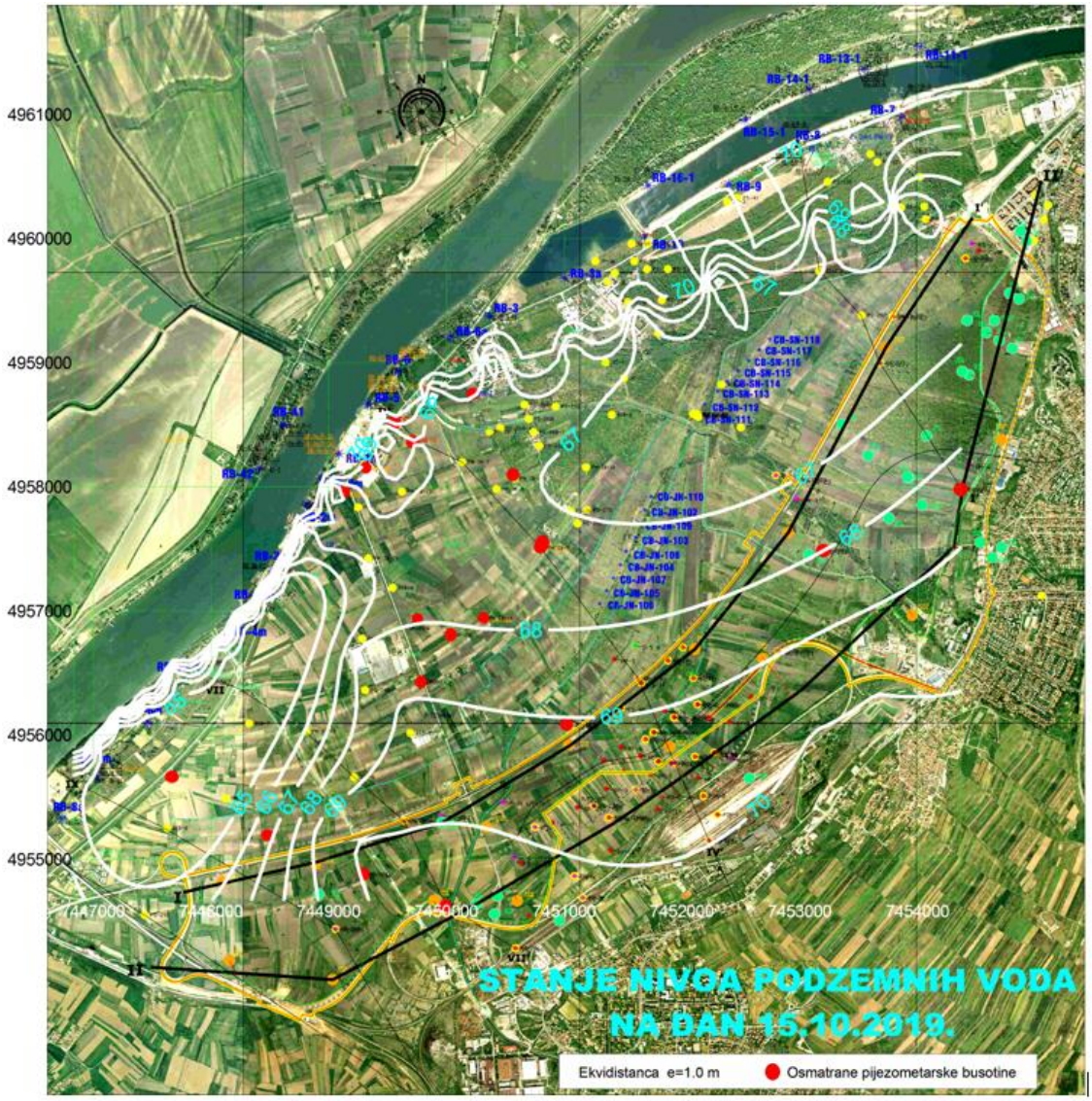
урбанизације Макиша) које би могле да доведу до поплаве у Макишком пољу и према пројектном подручју.




*Слика 7.3 Топографија око Остружничког моста*

**Поплаве услед подизања нивоа подземних вода**

Према подацима са пијезометара, који су доступни у Хидротехничком решењу Макишког поља, просечан ниво подземне воде на подручју Макиша је између 68 и 69 мнв (Слика 7.4). Максималне вредности су ограничене на 72 мнв, са изузетком пијезометра (ПМ 4) на 0,9 километара југозападно од Железника, који је достигао 73 мнв 2007. године (Слика 7.5).




*Слика 7.4 Положа пијезометара на Макишком пољу*

Следећа слика приказује осцилације водостаја Саве у области Макиша. Може се приметити да се не може успоставити директна веза са променом нивоа подземних вода. Чини се да је повећање нивоа подземних вода одложено у поређењу са највишим нивоима у реци Сави. Ово се јасно дешава за бунаре који су ближе реци.

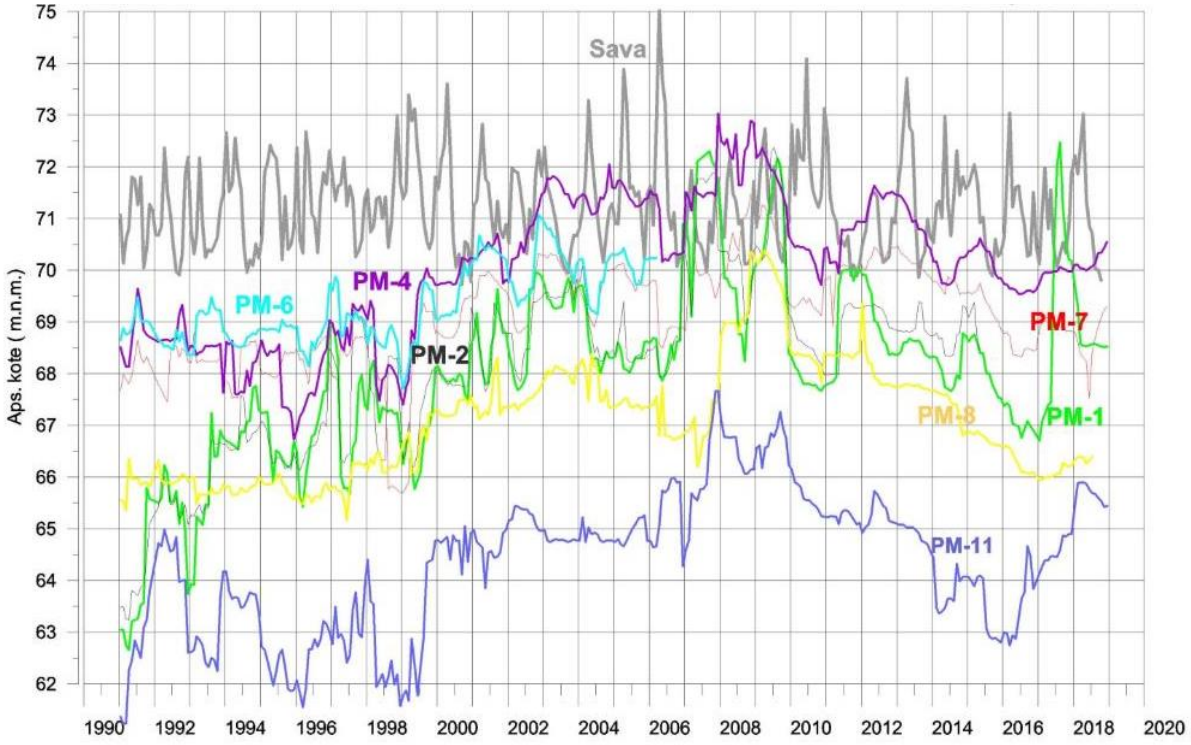
Постојећи рени бунари у Макишу и дуж реке Саве имају двоструку функцију: снабдевање питком водом (након третмана у Беле воде) и спречавање поплава снижавањем нивоа подземних вода.

Снижавање нивоа подземних вода у зони рени бунара доводи до убрзаног, већ започетог процеса старења бушотине и још бржег пада капацитета експлоатације бунара. Током екстремних киша 2006. године, рени бунари у области Макиша испумпавали су воду максималним капацитетом, што је омогућило да ниво подземних вода остане низак. Вода се непрекидно пумпала и слала у резервоаре Беле воде до њиховог максималног капацитета, када је пумпање заустављено.

Након таквог екстремног догађаја и брзине пумпања, ефикасност рени бунари је све брже опадала, што је довело до пада нивоа подземних вода који је уочен наредне

године. Да би се делимично поново успоставила ефикасност бунара, одржавање је извршено након неколико месеци.

У студији Хидротехничко решење Макишког поља урађена је детаљна анализа како би се установило понашање пијезометара на различитим локацијама у алувијалној равни. У пијезометру, који се налази у близини Саве (ПМ1), примећено је да пораст нивоа подземних вода може бити повезан са режимом реке. Међутим, пијезометри који се налазе ближе пројектном подручју (ПМ4 и ПМ7) и према источној и југоисточној граници алувијалног комплекса показују осцилације које често не кореспондирају са сезонским кретањем нивоа Саве, што указује на могућност ефекта услед отицаја/подземних вода из „залеђа“ (брда која окружују подручје Макиша на југоистоку). Ова пуњења би долазила из алувијалних седимената, али и из контакта са гребенастим (сарматским) кречњаком.




*Слика 7.5 Анализа осцилација нивоа Саве и нивоа подземне воде у пијезометрима*

**Управљање ризиком од пораста нивоа подземних вода услед урбанизације Макишког поља**

Пројекат урбанизације Макишког поља обухвата укупну површину од 671 хектара. Највећи део (437 ха) представља пољопривредно земљиште, док остатак чине путеви, шумски појас, као и део планираних и непланских пословно-стамбених објеката.

Насипање подручја покривања на коти 74,00 метара надморске висине (или 75,00 метара надморске висине на мањим, рубним деловима) планирано је као мера заштите подручја од високог нивоа подземних вода.

Планиране мере заштите подручја од високог нивоа подземних вода, што је неопходан услов за планирану урбанизацију истражног подручја, углавном се своде на три основне шеме:

- Насипање терена, односно вештачко подизање угрожених подручја на ниво који ће обезбедити да слободно формирани нивои подземних вода не буду на већој висини од потребног нивоа;
- Одводњавање угрожених подручја (дренажни бунари са потопним пумпама, дренажни колектори, хоризонтални дренови, бунари са хоризонталним дреновима и др.), тј. спуштање нивоа подземне воде на жељени ниво;
- Комбинована метода, тј. затрпавањем површине уз одводњавање површина.

За приобалне акумулације ХЕ „Ђердап“, којима припада и Макишко поље, као критеријум је усвојено да ниво подземних вода од 10% вероватноће појаве буде на дубини већој од:

- 0,8 до 1,0 m за пољопривредне површине,
- 2,0 m за мање урбане целине,
- 3,0 m за градове.

Имајући у виду наведено, као основни критеријум у погледу заштите објеката од подземних вода, поставља се услов да дубина до нивоа подземне воде буде 3,0 m од површине тла.

Предвиђене су две варијанте, у зависности од тога да ли бунари београдског водоизворишпта раде или не:

- Бушотине Београдског изворишта раде - Насипање терена до коте 74,00 мнв и континуирани рад бунара минималног струјног капацитета 523 l/s. На тај начин бунари београдског извора представљају дренажну завесу;
- Не раде бунари Београдског изворишта - Насипање терена до нивоа мин. 74,00 мнв и изградња дренажне заштите (застора) дуж јужне границе система. Реч је о 66 дренажних бунара, који се налазе на удаљености од приближно 100 m, потпуно опремљених хидрауличном и електричном опремом.

За насипање терена потребно је обезбедити минимално 13,5 милиона $m^3$ песка. Сама активност укључује следеће кораке, који се сукцесивно понављају у неколико фаза:

- Повраћај песка у барже, са оних сегмената река Саве и Дунава где је то дозвољено;
- Транспорт баржама до поља Макиш и друмски транспорт до локације обухваћене ПДР;
- Насип у камповима, уз одводњавање и поштовање услова заштите београдског изворишта и животне средине уопште.

Постојања и рад бунара Београдског изворишта су значајни, јер поред улоге за водоснабдевање, доприносе и дренажној заштити подручја од високог нивоа подземних вода.

На основу урађеног Хидротехничког решења Макишког поља - претходна студија оправданости са Генералним пројектом, (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2020), за предметни простор је предвиђено насипање подручја обухвата на коту 74,00 мнв (односно 75,00 мнв на мањим, рубним деловима подручја), као мера за заштиту простора од високих нивоа подземних вода.

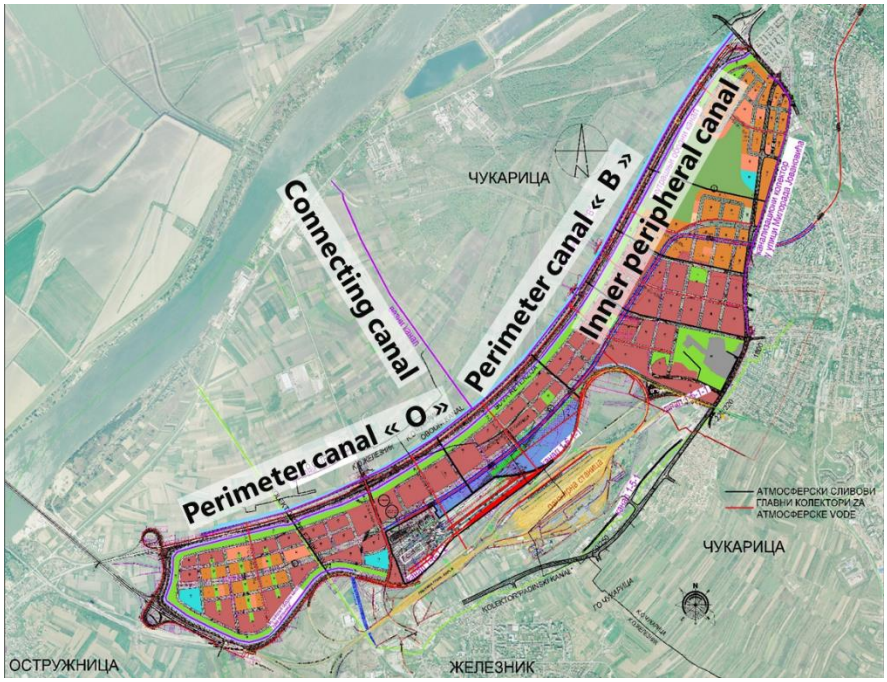
**Поплаве услед лошег рада дренажног система**

У складу са потребом насипања терена на подручју Макиша, део постојећег система ретензија, колектора и канала губи своју првобитну намену, а то је прихват вишка воде

са вишег терена узводно (Баново Брдо, Железник, Жарково, итд) који се даље испуштају у Саву гравитационим током или црпном станицом „Макиш“.

Планирани објекти за атмосферску канализацију обухваћени ПДР -ом су:

- Атмосферски колектори,
- Ободни канал са леве стране Савске магистрале;
- „Суве ретензије“ или унутрашњи ободни канал, са десне стране Савске магистрале;
- Прикључци од „сувих ретензија“ до атмосферских колектора;
- Секундарна мрежа атмосферских колектора.




*Слика 7.6 Атмосферски сливови и главни колектори атмосферске воде*

Када је реч о постојећим и планираним колекторима:

- Колектор 4 делимично постоји;
- Колектор 3 ће се градити истовремено са изградњом зграда предвиђених ПДР;
- Канал 1-6-1 постоји и налази се на око 20 метара удаљености од источне границе подручја складишта;
- Профил планираног колектора 5 не може се мењати како би се гарантовала исправна веза са постојећим одводним каналима;
- Профил планираног колектора 6 не може се мењати како би се гарантовала исправна веза са будућом цеви (дуж постојеће улице), која ће прикупљати уличну воду која долази са брда у подручју Белих вода.

Планиране ретензије треба изградити изван пројектног подручја, на узводном делу слива Железничке реке. У недостатку задржавања, потребно је значајно повећати и обезбедити објекте дуж каналске мреже која одводи воду до црпне станице.

Максимални пројектовани водостај у Ободном каналу и у главним бетонским колекторима је 72,5 мнм (што одговара 1% вероватноће прекорачења Q, односно за повратни период стогодишњих вода). Максимални пројектовани водостај у отвореном каналу („суво задржавање“) дуж Савске магистрале (што одговара 1% вероватноће

прекорачења Q, односно за повратни период стогодишњих вода) је 1,5 м изнад дна канала, између 72,5 и 73,0 мнв.

У првој фази рада пројекта, за одводњавање и заштиту депоа од атмосферских вода, могуће је користити постојеће мелиорационе канале као реципијенте за евакуацију воде са тог подручја до реке Саве кроз постојећу црпна станица „Велики Макиш“.

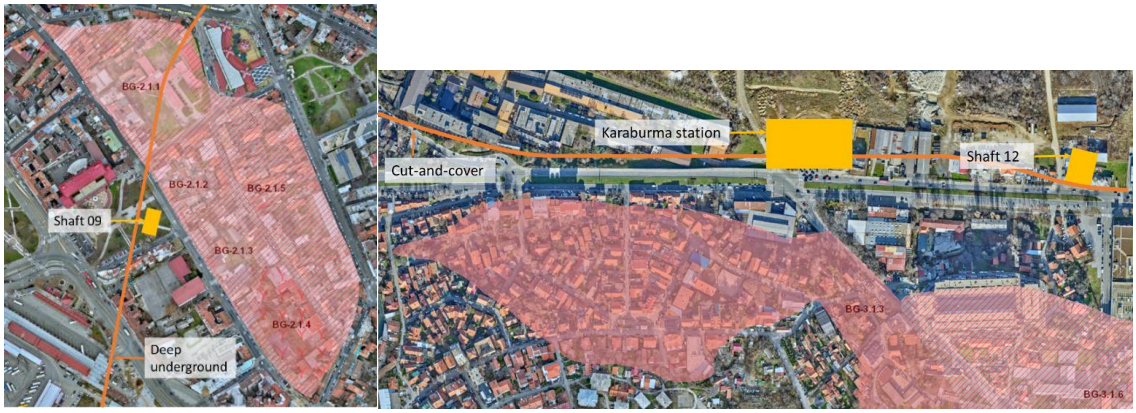
### *7.1.2 Остали природни ризици*

Две зоне нестабилности терена идентификоване су у близини пројекта и класификоване су као „неповољни терен“. То значи да коришћење ових терена за урбанизацију захтева претходну припрему применом санационих и мелиорационих мера, на пример у смислу побољшања стабилности косина и обезбеђења објеката. Међутим, у случају метроа, нису прописане посебне мере ублажавања:

- Метро станица Карабурма налази се на удаљености од приближно 50 метара од привремено мирујућег клизишта;
- Северно од окна 09, само дубоки подземни део пресеца неактивна клизишта.

На основу инжењерско-геолошке рејонизације, а за потребе просторног планирања, извршена је категоризација терена (извор: ПГР Београдских железничких система са елементима Детаљне регулације линије 1, фаза 1). Према основним карактеристикама издвојене су четири категорије: повољан терен, условно повољан терен, неповољан терен и изразито неповољан терен.

Ове две зоне нестабилности терена сврстане су у категорију „неповољни терен“.




*Слика 7.7 Положа пројекта метроа у односу на две зоне нестабилности терена (извор: Beoland GIS Website, Egis обрада)*

Београд се налази унутар подручја, који је дефинисан максималним хоризонталним убрзањем од 0,10 g (низак сеизмички ризик). Уопштено говорећи, ово убрзање је веће од вредности убрзања коју људи примећују (0,001 g) и ниже од оног због којег људи губе равнотежу (0,2 g).

Важно је одржати функцију метро станица у пуном капацитету, као и у случају елементарних непогода, јер су оне место окупљања великог броја људи.

На локацији метро станица нема ограничења урбанистичком развоју како то указује Eurocode EC8 , јер раседи на том подручју нису сеизмогени.

Током пројектовања, примењене су следеће мере избегавања и смањења ризика:

- Сви објекти су пројектовани у складу са Правилником за грађевинске конструкције („Службени гласник РС“, бр. 89/19 и 52/20 и 122/20);
- Сви прорачуни сеизмичке стабилности засновани су на подацима о микросеизмичкој рејонизацији;
- У случају земљотреса и прекида рада метроа, пре поновног пуштања метроа обавбезно је извршити контролу инфраструктуре.

## 7.2 Ризик од пожара

Напомена:

Пошто у Републици Србији не постоји пропис који је формално примењив на метро систем, а у складу са прибављеним локацијским условима издатим од „МУП, сектор за ванредне ситуације“, не постоји посебна књига која би представљала студије заштите од пожара. Ипак, усклађеност концепата примењених на пројекат метроа са препорукама NFPA (National Fire Protection Association / Национална асоцијација за заштиту пожара) заштите од пожара оправдана је у неколико књига предметног Идејног пројекта: Архитектонске књиге за станице и окна (1.1.x), Грејање, вентилација, климатизација (HVAC) и одвођење дима за станице и шахтове (6.3.x) и Вентилација и одвођење дима за тунеле и окна описано у засебној књизи бр. 6.3.35.1

Ризик од пожара се односи и на ризик од пожара у возу метроа (изнад или испод земље), и на ризик од пожара на станици. Потенцијални утицаји на животну средину у случају пожара односили би се на испуштање запаљивих гасова у ваздух и управљање водом за гашење пожара.

У случају пожара у станици, две пожарне зоне са сопственом вентилацијом у случају опасности биће развијене на нивоу перона. У случају пожара на перону, врата ће спречити ширење дима на суседни перон. Усисавање дима ће се вршити кроз наменске одводне канале и вентилаторе који су постављени. Довод свежег ваздуха на овом нивоу ће бити заустављен. Свеж ваздух долазиће са улаза у станице и кроз степениште на перону. Ова брзина протока свежег ваздуха ће помоћи у задржавању дима на нивоу перона. Међутим, у ту сврху треба поставити и димне баријере испод плафона око степеништа.

Шема евакуације је заснована на смерницама 130 Националне асоцијације за заштиту од пожара (НАЗП), које наводе да се платформа може евакуисати за 4 минута, а станица за 6 минута.

Сценарио који се разматра за евакуацију је период највећег оптерећења, где имамо возове са 4 вагона пуног капацитета (6 особа/$m^2$) и великим бројем путника који чекају (јутарњи или вечерњи шпиц), који се скупљају на перонима због прекида услуге.

Када је станица превише дубоко постављена, планирана је безбедна тачка изнад перона како би се испунило време евакуације од 6 минута.

Из оперативних сала или техничких просторија унутар станице, особље и техничко особље могу користити ходнике који воде до степеништа за хитне случајеве на једној страни станице, или до јавних површина на другој страни станице.

У случају пожара у окну, техничко особље може користити степениште које повезује сваки ниво од нивоа колосека до нивоа земље.

На деоницама подземних тунела, у случају пожара, возови углавном иду до најближе станице. Техничко особље може користити стазе дуж пруга које су континуиране у деоницама тунела.

**Евакуација**

Време евакуације

Пројекат метро станица мора бити у складу са противпожарним прописима „NFPA 130“ за евакуацију. Овим стандардом се утврђују захтеви за заштиту од пожара и безбедност за подземне и надземне фиксне транзитне путне и путничке системе. Време евакуације је постављено на 4 минута за перон и на 6 минута до безбедне тачке и засновано је на потражњи у вршном часу.

Безбедносна тачка

Безбедносна тачка је „затворени излаз који води ка јавном путу или безбедној локацији изван структуре, тачка на нивоу изнад било које ограђене структуре, или друга област која пружа адекватну заштиту за путнике који се евакуишу“.

Велики хол може бити сигурносна тачка ако је заштићена од излагања дејству пожара на нивоу перона растојањем, геометријом, одвајањем од пожара и системом вентилације у случају опасности.

Да би се обезбедила средства за евакуацију до безбедне тачке за мање од 6 минута, Безбедносна подручја чекања ('HOA') могу бити неопходна да би се испунио овај захтев. Простори за безбедносно чекање морају бити одвојени од перона преградом која има отпорност на ватру и дим најмање 1 сат. Простор за безбедносно чекање мора бити величине да прими једну особу на 0,46 m² и најмање једно степениште мора бити доступно из простора за безбедносно чекање.

Излази у случају опасности

Максимална раздаљина путовања са перона до тачке у којој излазна рута напушта перон не сме бити већа од 100 m.

Заједничка путања кретања од крајева перона не сме бити већа од 25 m или дужине једног вагона.

Најмање два излаза удаљена један од другог морају бити обезбеђена са сваког станичног перона. Средство за излаз у случају опасности може бити јавно средство комуникације или може бити одвојено од перона станице.

Дуж свих перона, ходника и рампи које служе за излаз у плаћену и неплаћену јавну површину станице треба обезбедити минималну чисту ширину од 1,12 m. Чиста ширина предвиђена у простору који није доступан јавности може се смањити на 90 cm.

Евакуација особа са инвалидитетом

Безбедносно подручје чекања ће бити обезбеђено на нивоу перона у близини лифтова или излаза који су доступни службама за спасавање у случају опасности.

Простори за безбедносно чекање морају бити одвојени од перона ватроотпорним преградама које не пропуштају дим, и имају отпорност на ватру од најмање 1 сат, али не мање од времена потребног за евакуацију из простора за безбедносно чекање.

Безбедносно подручје чекања мора бити под притиском када постоји пожар на нивоу перона.

Безбедносно подручје чекања треба да буде 15 m² за смештај 5 путника у инвалидским колицима. Димензија за особу у инвалидским колицима је 0,76 x 1,22 m и површина ротације је пречника 1,5 m.

Не разматра се задржавање на другим нивоима станице. Ниво перона је повезан са нивоом Великог хола који је директно повезан са нивоом улице.

## 7.3 Други могући утицаји

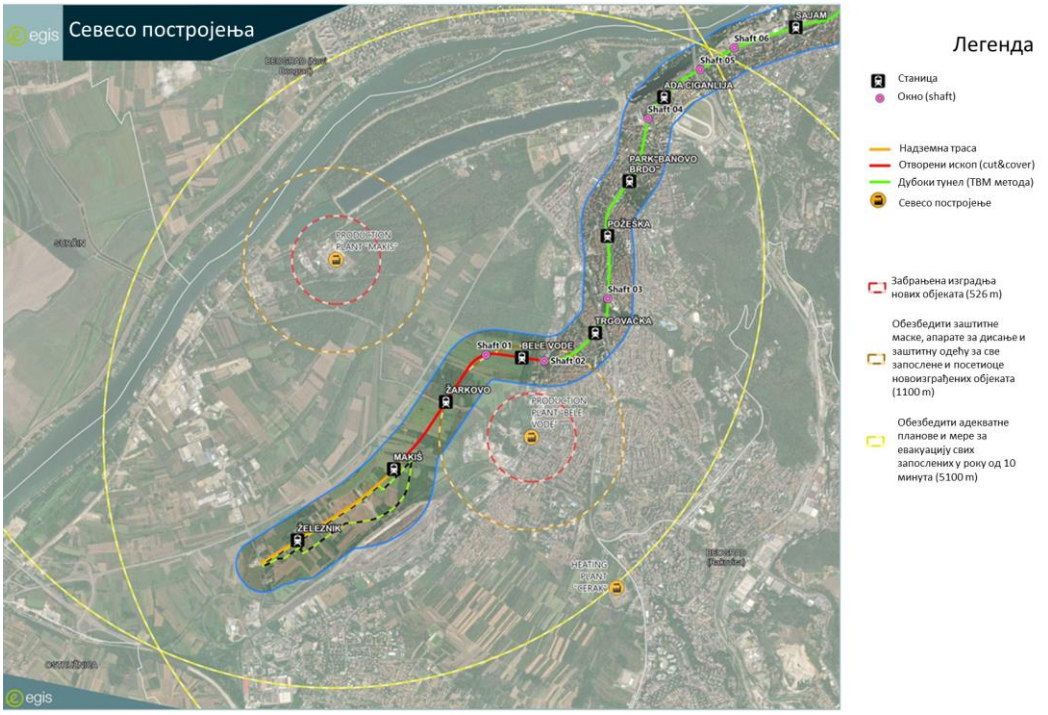
Узимајући у обзир чињеницу да су се на територији Републике Србије догодили оружани сукоби различитог интензитета (два светска рата и НАТО бомбардовање 1999. године), постоји ризик од проналаска неексплодираних смртоносних направа (UXO) током грађевинских радова.
Извођење радова мора се изводити уз препоруке Центра за деминирање и уз повећан опрез приликом извођења земљаних радова.

Услед близине Севесо постројења (постројења за припрему воде за пиће Беле воде и Макиш) потребно је безбедносним планом дефинисати мере опреза које треба применити у вези са активностима и обезбедити одговарајућу обуку за запослене или кориснике локације.

Планом детаљне регулације дела Макишког поља планира се измештање комплекса ППВ „Беле воде“ са свим потребним објектима у оквир комплекса „Макиш“. У току је израда Претходне студије оправданости са Генералним пројектом београдског водоводног система који ће дати коначно решење измештања.“

Због употребе хлора у постројењима Беле воде и Макиш, дефинисан је заштитни круг полупречника 1100 метара унутар којег се налазе станице Жарково и Беле воде. За све запослене и путнике на станици потребно је обезбедити одговарајуће заштитне маске или изолациони апарат за дисање и заштитна одела.

Поред тога, пројектно подручје од Железника до станице Аде Циганлије и окна 05 налази се у оквиру круга полупречника 5.100 метара. Унутар овог опсега, обавезно је „обезбедити одговарајуће планове и мере за евакуацију свих запослених у року од 10 минута“. Планови за ванредне ситуације биће детаљније развијени у каснијим фазама пројектовања.




*Слика 7.8 Положај предметне локације у односу на Севесо постројења*

# 8 ОПИС МЕРА ЗА СПРЕЧАВАЊЕ, СМАЊЕЊЕ И ОТКЛАЊАЊЕ СВАКОГ ЗНАЧАЈНИЈЕГ ШТЕТНОГ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

## 8.1 Мере које су предвиђене законом и другим прописима, нормативима и стандардима и роковима за њихово спровођење

**Мере заштите животне средине предвиђене законом и другим прописима**

Инвеститор је у обавези да примењује мере заштите животне средине прописане законским и подзаконским актима. Неки од законских аката, примењиви на пројекат, дати су у даљем тексту.

Општи законски прописи:

- Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/2004, 36/09 и 36/2009, 72/2009 - др. закон и 43/2011 – одлука УС, 14/2016, 76/18 и 95/18 – др. закон);
- Закон о заштити природе („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010 и 91/2010 – испр. 14/2016, 95/18 – др. закон);
- Закон о планирању и изградњи („Сл. гласник РС“, бр. 72/2009, 81/2009 - испр, 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - др. Закон, 9/2020 и 52/21);
- Закон о заштити од пожара („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009, 20/2015, 87/2018, 87/2018 – др. закон).

**Мере заштите ваздуха** предузимаће се у складу са:
- Законом о заштити ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009 и 10/2013, 26/2021);
- Уредбом о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 11/2010, 75/2010 и 63/2013);
- Правилником о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима („Сл. гласник РС“, бр. 40/12, 102/12, 19/13, 41/13, 102/14, 41/15, 78/15, 111/15, 14/16, 108/16, 7/17 – испр, 63/17, 45/18, 70/18, 95/18, 104/18, 93/19, 2/20 - испр)

**Мере за заштиту вода** предузимају се у складу са:
- Законом о водама („Сл. гласник РС“, бр. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018);
- Уредбом о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 67/2011, 48/2012 и 1/2016);
- Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 50/2012);
- Уредбом о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 24/2014);
- Уредбом о класификацији вода („Сл. гласник СРС“, бр. 5/1968);
- Уредбом о категоризацији водотока („Сл. гласник СРС“, бр. 5/1968);
- Правилником о опасним материјама у водама („Сл. гласник СРС“, бр. 31/1982);

- Правилником о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима („Сл. гласник РС“, бр. 33/2016);
- Правилником о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања („Сл. гласник РС“, бр. 92/2008).

**Мере за заштиту земљишта** ће бити у складу са следећим законским актима:

- Законом о заштити земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 112/15);
- Уредбом о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту („Сл. гласник РС“, бр. 30/2018, 64/2019);
- Правилником о листи активности које могу да буду узрок загађења и деградације земљишта, поступку, садржини података, роковима и другим захтевима за мониторинг земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 102/2020);
- Правилником о садржини пројеката ремедијације и рекултивације („Сл. гласник РС“, бр. 35/2019);
- Уредбом о систематском праћењу стања и квалитета земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 88/2020).

**Мере заштите биљног и животињског света** спроводе се у складу са:

- Законом о заштити природе („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010, 14/2016, 95/2018 и 71/2021) и Правилником о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Сл. гласник РС“, бр. 5/2010, 47/2011, 32/2016, 98/2016);
- Законом о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018, 95/2018);
- Законом о шумама („Сл. гласник РС“, број 30/2010, 93/2012, 89/2015, 95/2018);
- Уредбом о еколошкој мрежи („Сл. гласник РС“, број 102/10);
- Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Сл. гласник РС“, број 5/2010, 47/2011, 32/2016, 98/2016);
- Правилник о компензацијским мерама („Сл. гласник РС“, број 20/2010);
- Правилник о одштетном ценовнику за утврђивање висине накнаде штете проузроковане недозвољеном радњом у односу на строго заштићене и заштићене дивље врсте („Сл. гласник РС“, број 37/2010);
- Правилник о специјалним техничко-технолошким решењима која омогућавају несметану и сигурну комуникацију дивљих животиња („Сл. гласник РС“, број 72/2010) и др.

**Мере заштите приликом поступања са отпадним материјама** спроведе се у складу са:

- Законом о управљању отпадом („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/18 – др. закон);
- Законом о амбалажи и амбалажном отпаду („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 95/2018 – др. закон);
- Уредба о производима који после употребе постају посебни токови отпада, обрасцу дневне евиденције о количини и врсти произведених и увезених производа и годишњег извештаја, начину и роковима достављања годишњег извештаја, обвезницима плаћања накнаде, критеријумима за обрачун, висину и начин обрачунавања и плаћања накнаде („Сл. гласник РС“, бр. 54/2010, 86/2011, 15/2012, 3/2014, 95/2018, 77/2021);
- Правилник о обрасцу дневне евиденције и годишњег извештаја о отпаду са упутством за његово попуњавање („Сл. гласник РС“, бр. 7/2020, 79/2021)

- Правилник о листи мера превенције стварања отпада („Сл. гласник РС“, бр. 7/2019);
- Правилник о обрасцу Документа о кретању опасног отпада, обрасцу претходног обавештења, начину његовог достављања и упутству за њихово попуњавање („Сл. гласник РС“, бр. 17/2017);
- Правилник о обрасцу Документа о кретању отпада и упутству за његово попуњавање („Сл. гласник РС“, бр. 114/2013);
- Правилник о листи електричних и електронских производа, мерама забране и ограничења коришћења електричне и електронске опреме која садржи опасне материје, начину и поступку управљања отпадом од електричних и електронских производа („Сл. гласник РС“, бр. 99/2010);
- Правилник о начину и поступку управљања отпадним возилима („Сл. гласник РС“, бр. 98/2010);
- Правилник о условима и начину сакупљања, транспорта, складиштења и третмана отпада који се користи као секундарна сировина или за добијање енергије („Сл. гласник РС“, бр. 98/2010);
- Правилник о начину складиштења, паковања и обележавања опасног отпада („Сл. гласник РС“, бр. 92/2010, 77/2021);
- Правилник о начину и поступку управљања истрошеним батеријама и акумулаторима („Сл. гласник РС“, бр. 86/2010);
- Правилник о садржини потврде о изузимању од обавезе прибављања дозволе за складиштење инертног и неопасног отпада („Сл. гласник РС“, бр. 73/2010);
- Правилник о условима, начину и поступку управљања отпадним уљима („Сл. гласник РС“, бр. 71/2010);
- Правилник о категоријама, испитивању и класификацији отпада („Сл. гласник РС“, бр. 56/2010, 93/2019, 39/2021);
- Правилник о начину и поступку управљања отпадним гумама („Сл. гласник РС“, бр. 104/2009, 81/2010).

**Мере за заштиту од буке** ће бити предузете у складу са следећим прописа:

- Закон о заштити од буке у животној средини („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021);
- Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини („Сл. гласник РС“, бр. 75/2010) и
- Правилник о методама мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке („Сл. гласник РС“, бр. 72/2010).

Траса линије 1 метроа обухваћена је Планом генералне регулације шинских система у Београду са елементима детаљне разраде за I фазу прве линије метро система (“Службени лист града Београда” број 102/2021). Овај План дефинише правила изградње и повезивање на објекте инфраструткture на локацији, као и мере у циљу очувања природе. Правила изградње и уређења морају се испоштовати приликом израде пројектне документације и изградње и рад објеката.

Носилац пројекта у обавези је да у фази пројектовања као и у фази извођења радова испоштује мере заштите животне средине прописане локацијским условима као и условима надлежних органа и организација добијеним у складу са законским прописима. За израду пројектне документације добијени су следећи услови:

1. Локацијски услови број 350-02-00075/2022-07 од 12.05.2022.
2. ЈКП «Београдски водовод и канализација» Београд, број у систему ROP-MSGI-973- LOC-1-HPAP-6/2022 од 18.02.2022. године;

3. ЈКП «Београдски водовод и канализација» Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-7/2022 од 18.02.2022. године;
4. ЈКП «Београдски водовод и канализација» Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-8/2022 од 18.02.2022. године;
5. „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Огранак Електродистрибуција Београд центар, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-9/2022 од 25.02.2022. године;
6. „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Огранак Електродистрибуција Баново Брдо, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-10/2022 од 25.02.2022. године;
7. Предузећа за телекомуникације „Телеком Србија“ а.д. Београд, Дирекција за технику, Сектор за мрежне операције, Служба за планирање и изградњу мреже Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-11/2022 од 25.02.2022. године;
8. СББ – Српске кабловске мреже, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-13/2022 од 23.02.2022. године;
9. „CETIN“ d.o.o. Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-12/2022 од 24.02.2022. године;
10. ЈКП Јавно осветљење, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-14/2022 од 31.01.2022. године;
11. ЈКП Београдске електране, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-17/2022 од 25.02.2022. године;
12. ЈП „Србијагас“, Нови Сад, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-23/2022 од 10.03.2022. године;
13. „Београс“ д.о.о. Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-29/2022 од 25.02.2022. године;
14. „Електромрежа Србије“ а.д. Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-22/2022 од 25.02.2022. године;
15. ЈКП „Зеленило Београд“, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-15/2022 од 31.01.2022. године;
16. ЈКП „Градска чистоћа“, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-16/2022 од 31.01.2022. године;
17. Секретаријата за јавни превоз Градске управе града Београда, број у систему ROPMSGI- 973-LOC-1-HPAP-19/2022 од 01.03.2022. године;
18. Секретаријата за саобраћај, Одељења за планирање саобраћаја, Градске управе града Београда, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-18/2022 од 02.03.2022. године;
19. ЈП Путеви Србије, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOCH-2-HPAP-2/2022 од 09.05.2022. године;
20. ЈП „Путеви Београда“, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-30/2022 од 09.02.2022. године;
21. „Инфраструктура железнице Србије“ а.д. Београд, број у систему ROP-MSGI-973- LOC-1-HPAP-26/2022 од 24.02.2022. године;
22. Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, Републичке дирекције за воде, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-32/2022 од 18.02.2022. године;

23. Завода за заштиту природе Србије, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-24/2022 од 23.02.2022. године;
24. Секретаријата за заштиту животне средине Градске управе града Београда, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-20/2022 од 31.01.2022. године;
25. Министарства заштите животне средине, број 011-00-0114/2022-03 од 11.05.2022. године;
26. Завода за заштиту споменика културе града Београда, Београд, број у систему ROPMSGI-973-LOC-1-HPAP-21/2022 од 21.02.2022. године;
27. Републичког завода за заштиту споменика културе, Београд, број у систему ROPMSGI-973-LOC-1-HPAP-27/2022 од 01.03.2022. године;
28. Министарства унутрашњих послова, Сектора за ванредне ситуације, Управе за превентивну заштиту, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-33/2022 од 25.02.2022. године;
29. Министарства унутрашњих послова, Сектора за ванредне ситуације, Управе за превентивну заштиту, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-34/2022 од 25.02.2022. године;
30. ЈП „Србијашуме“, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-28/2022 од 10.03.2022. године;
31. Министарства одбране, Сектора за материјалне ресурсе, Управе за инфраструктуру, Београд, број у систему ROP-MSGI-973-LOC-1-HPAP-25/2022 од 14.02.2022. године.

## 8.2 Мере које ће се предузети у случају удеса и природних катастрофа

**Мере заштите од удеса**

Заштита од удеса спроводи се у складу са:

- Законом о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009-др. закон, 72/2009-др. закон, 43/2011–одлука УС, 14/16, 76/18 и 95/18-др.закон),
- Законом о заштити од пожара („Сл. гласник РС“, бр. 111/09, 20/15, 87/18 и 87/18 – др. закони,),
- Законом о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“, бр. 87/18),
- Законом о експлозивним материјама, запаљивим течностима и гасовима („Сл. гласник СРС“, бр. 44/77, 45/85, 18/89, 53/93–др.закон, 67/1993–др.закон, 48/1994-др.закон, 101/2005–др.закон и 54/2015–др. закон),
- Правилником о Листи опасних материја и њиховим количинама и критеријумима за одређивање врсте документа које израђује оператер севесо постројења, односно комплекса („Сл. гласник РС”, бр. 41/2010, 51/15, 50/18),
- Правилником о садржини политике превенције удеса и садржини и методологији израде Извештаја о безбедности и Плана заштите од удеса („Сл. Гласник РС“, бр. 41/2010),
- Правилником о врсти и количини опасних супстанци на основу којих се сачињава План заштите од удеса („Сл. гласник РС“, број 34/2019) и друго.

Заштита од пожара уређена је према:

- Закону о заштиту од пожара („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009 и 20/2015)

- Правилником о техничким нормативима за приступне путеве, окретнице и уређене платое за ватрогасна возила у близини објеката повећаног ризика од пожара („Сл. лист СРЈ“, бр. 8/95),
- Правилником о техничким нормативима за хидратантску мрежу за гашење пожара („Сл. лист СФРЈ“, бр. 30/91),
- Правилником о техничким нормативима за заштиту од статичког електрицитета („Сл. лист СФРЈ“, бр. 62/73), Правилником о техничким нормативима за заштиту објеката од атмосферског пражњења („Сл. лист СРЈ“, бр. 11/96),
- Правилником о техничким нормативима за стабилне инсталације за дојаву пожара („Сл. лист СРЈ“, бр. 53/97),
- Правилником о обавезном атестирању елемената типских грађевинских конструкција на отпорност према пожару и о условима које морају испуњавати организације удруженог рада овлашћене за атестирање тих производа („Сл. лист СФРЈ“, бр. 24/90), као и многи релевантни важећи стандарди.
- Дефинисање могућих удесних ситуација је полазни корак у анализи ризика од предвиђених активности на животну средину. Вероватноћа као мера могућности појаве случајног догађаја се одређује на основу извршене анализе могућих удесних ситуација током рада пројекта.

Мере заштите од удеса у погледу израде одговарајуће документације су следеће:

- Израдити Процену ризика од катастрофе у складу са Законом о смањењу ризика од катастрофа и за њу исходовати сагласност Министарства унутрашњих послова;
- Израдити План смањења ризика од катастрофа на основу процене ризика од катастрофа и План заштите и спасавања на основу процене ризика;
- Израдити упутства за поступање у случају удеса;
- Мере заштите од пожара биће детаљније дефинисане Главним пројектом заштите од пожара који садржи процену опасности од пожара, критеријуме за избор материјала према захтевима за отпорност од пожара, мере у погледу примене стабилних инсталација за откривање, јављање и гашење пожара, критеријуме за избор мобилне опреме за гашење пожара, евакуационе путеве за спасавање лица и имовине, и др;
- На Главни пројекат заштите од пожара и техничку документацију у погледу мера заштите од пожара обавезно је прибављање сагласности надлежног органа за послове заштите од пожара.

Неке од мера спречавања удеса и реаговања на удесе су следеће:

- Придржавати се мера заштите од пожара прописане Главним пројектом заштите од пожара.
- Вршити обуку запослених у области заштите од пожара и заштите од удеса.

Мере заштите од пожара у току редовног рада су:

- Термални сензори ће бити инсталирани у угроженим подручјима. У зависности од конфигурације система, ови термални сензори могу изазвати изолацију опреме. Ова упозорења ће бити прослеђена контролним центрима.
- Зграде, станице и инфраструктура ће бити у потпуности констуисани у складу са важећим прописима о заштити од пожара (широки приступни улази, противпожарни аларми, противпожарни зидови и врата, апарати за гашење пожара...).

- Конструктивне одредбе за олакшавање реаговања у ванредним ситуацијама и евакуације.
- Постављање вентилације (вентилационих шахтова и вентилатора) за удобност путника као и за механичко одвођење дима у подземним деловима.
- Возни парк ће бити обезбеђен средствима за заштиту од пожара.
- Редундантно напајање, како би се обезбедио континуитет рада у случају пожара.
- Конструктивне одредбе за ограничавање ризика од ширења пожара на друге објекте.
- 24-часовни даљински надзор.

**Пројектом предвиђене мере заштите од поплаве**

Пројектима је предвиђено насипање Макишког поља (на ком је предвиђења изградња објеката метроа: депоа – који није предмет ове Студије и део Л1Ф1) до коте 74,0 метара надморске висине како би се умањили ризици од поплава услед пораста реке Саве, подизања подземних и услед лошег рада дренажног система. Дакле, главни критеријуми за избор коначног нивоа насипа на Макишком пољу је прихватање ванредног ризика од пробијања заштитног насипа (и/или додатног мобилног система заштите):

- У нормалном околностима, насип и мобилни систем заштите од поплаве штите подручје Макишког поља у случају протицаја WL> $Q_{0,01\%}$;
- Ако мобилни систем откаже, насип штити Макишко поље у случају протицаја WL> $Q_{0,05\%}$ (конзервативна претпоставка), дакле ниво од 76,86 мнм;
- Ако насип не успе да задржи воду, подручје Макишког поља ће бити поплављено чим ниво Саве пређе ниво насипа аутопута (око 74 мнв).

Ризик од поплаве постоји и у зони метроа линије 1 фазе 1 изван Макишког поља. Међутим, ризик је ограничен на улаз у станице и у окна и због тога се за пројектовање узимају у обзир следеће претпоставке:

- За објекте на Макишком пољу: ниво терена од 74 мнв сматра се довољним за заштиту од стогодишњих вода;
- Од Бановог брда до станице Трг Републике: 76,30 мнв се сматра стогодишњим нивоом поплаве;
- Од станице Скадарлија до окна 12 (Карабурма): 76,80 мнв се сматра стогодишњим нивоом поплаве.

Како би се обезбедила заштита од поплава, пројектовани нивои сваке станице и окна дати су у наредној табели.

*Табела 8-1 Нивои станица (мнв) пројектовани против ризика од поплава*

| Станица | Железник | Макиш | Жарково | Беле воде | Трговачка | Пожешка | Парк Баново Брдо | Ада Циганлија |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ниво 100 годишњих вода (Q100)** | 74 | 74 | 74 | 74 | 76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,3 |
| **Ниво улаза и излаза у случају опасности** | 76,85 | 76,85 | 75,10-75,15 | 76,61-77,10 | 119,43-131,01 | 127,03-129,11 | 117,50-120,20 | 76,32-76,62 |
| **Решетке / отвори** | на крову/ фасади >76,85 | на крову/ фасади >76,85 | 75,25 | 75,70-76,90 | 119,7-123,31 | 127,17-128,50 | 118,74-121,76 | 73,87-76,83 |

| Станица | Сајам | Мостар | Савски трг | Трг Републике | Скадарлија | Дунав | Панчевачки мост | Карабурма |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ниво 100 годишњих вода (Q100)** | 76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,8 | 76,8 | 76,8 | 76,8 |
| **Ниво улаза и излаза у случају опасности** | 76,45 | 77,08-91,90 | 76,3 | 109,96-112,77 | 83,99-85,69 | 82,30-83,45 | 84,86-86,96 | 79,75-80,50 |
| **Решетке / отвори** | 75,90-76,64 | 77,60-79,90 | 75,2 | 110,09-112,29 | 83,53-85,11 | 83,45 | 86,02-86,02 | 80,01-80,80 |

*Табела 8-2* Нивои окна (мнв) пројектовани против ризика од поплава

| Окно | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ниво 100 годишњих вода (Q100)** | 74 | 74-76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,3 | 76,8 | 76,8 | 76,8 |
| **Ниво улаза и излаза у случају опасности** | 77,66 | 81,64 | 121 | 82,33 | 80,49 | 79 | 79,28 | 79,1 | 87,17 | 93 | 80,73 |
| **Решетке / отвори** | 74,86 | 78,84 | 118,2 | 79,53 | 77,69 | 76,4 | 76,48 | 76,5 | 84,37 | 90,2 | 77,93 |

За неке техничке мреже које се налазе на тротоарима, нивои су дефинисани на основу постојећег нивоа тла како не би стварали препреку за путнике. Њихово повећање могло би довести до потенцијалних проблема са безбедношћу становништва и будућим коришћењем земљишта. У неким случајевима (колоне са подебљаним оквиром у табели изнад), ове мреже могу бити испод 100-годишњег нивоа поплава. У случају поплава изнад нивоа мреже, техничке просторије могу бити поплављене. Техничке просторије које би биле погођене односе се само на рад станице. Дакле, у случају поплава, глобално функционисање метроа неће бити захваћено.

## 8.3 Планови и техничка решења заштите животне средине (рециклажа, третман и диспозиција отпадних материја, рекултивација, санација и др.)

***Опште мере и мере уређења градилишта***

- Израдити План управљања животном средином на градилишту који треба да обухвати мере заштите животне средине, извршити неопходну обуку радника и развити механизам за обавештавање страна погођених утицајима рада на градилишту.
- Пре почетка извођења радова извршити припремне радове, обезбедити све локације које су планиране за потребе извођења радова и извести друге радове којима се обезбеђује непосредно окружење, живот и здравље људи и безбедно одвијање саобраћаја.
- Оградити и прописно обележити место извођења радова.
- Обезбедити сву потребну и одговарајућу личну заштитну опрему запосленима на градилишту у складу са Правилником о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при коришћењу средстава и опреме за личну заштиту на раду („Сл. гласник РС“, бр. 92/2008 и 101/2018).
- Радове изводити према техничкој документацији на основу које је издато одобрење за изградњу, односно према техничким мерама, прописима, нормативима и стандардима који важе за изградњу дате врсте објеката.
- Извођење радова вршити уз одобрење надлежног органа.
- Ограничити брзину кретања возила на градилишту на максимално 20 km/h.

- Све запослене ангажоване на изградњи објеката обучити за руковање средствима за рад и опремом и упознати са процедурама и упутствима за извођење радних активности, мерама заштите од пожара, мерама заштите-безбедности на раду, као и мерама заштите животне средине (превентивне и санационе мере).
- Током извођења свих радова на изградњи трасе, окана и станица обавезно је присуство сталног техничког надзора.
- Током изградње вршити мониторинг према Програму мониторинга за све параметре животне средине.

У циљу спречавања и смањења негативних утицаја на становништво и животну средину у току коришћења метроа неопходно је спровести следеће мере заштите:

- Вршити редовно одржавање возила која ће се користити за одржавање инфраструктуре.
- Сви запослени, у складу са својим радним задужењима и овлашћењима, морају да буду упознати са свим потребним процедурама и упутствима присутних радних активности, начину руковања средствима и опремом, мерама заштите од пожара, мерама безбедности и здравља на раду, као и мерама заштите животне средине (превентивне и санационе мере).
- Све објекте опремити адекватном опремом за локализацију и санацију евентуалних акцидентних ситуација. Средства за локализацију и санацију у виду адсорбената, пуцвал и/или песка, крпа, као и различитих сабирних судова, обезбедити на самој локацији, на видном и увек доступном месту, и у довољним количинама, тако да се директно могу применити у случају акцидента.
- Вршити редовно одржавање сабирних јама за прихват процедне и атмоферске воде.

***Мере за спречавање загађења подземних вода при изградњи објеката метроа***

- Генерално, утицај на подземне воде смањује се давањем предности дубоком тунелу у односу на отворени ископ.
- Ограничити проток приликом испумпавања подземне воде на градилиштима подземних објеката – станица и окана.
- Испумпане подземне и атмосферске отпадне воде прикупљати и пречишћавати пре испуштања у систем одводњавања (покретне јединице за пречишћавање, филтери, таложници, сепаратори уља итд.).
- Квалитет отпадних вода које се испуштају у градски канализациони систем мора да одговара Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање, III Комуналне отпадне воде („Сл.гласник РС“, бр.67/11 и 48/12).
- Пре почетка фазе изградње, доставити надлежном ЈКП прецизан распоред који укључује опис сваке фазе грађевинских радова, прецизну локацију тачака испуштања, као и највише стопе протока и трајање испуштања. Током изградње, информисати ЈКП о мониторингу запремине и квалитета који ће бити спроведен.

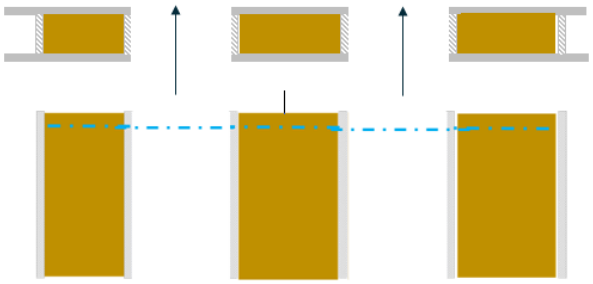
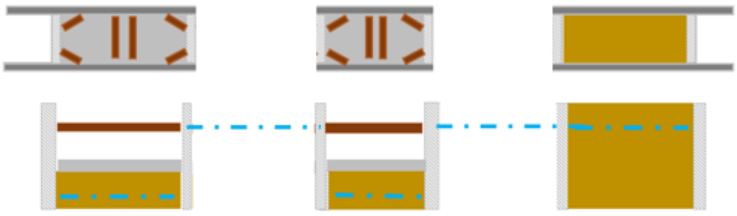
Мере заштите подземне воде у Макишком пољу

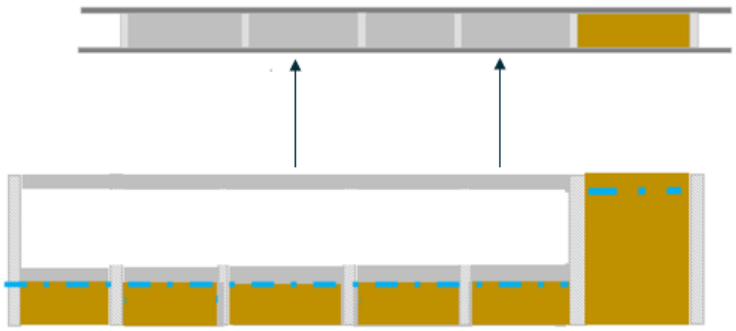
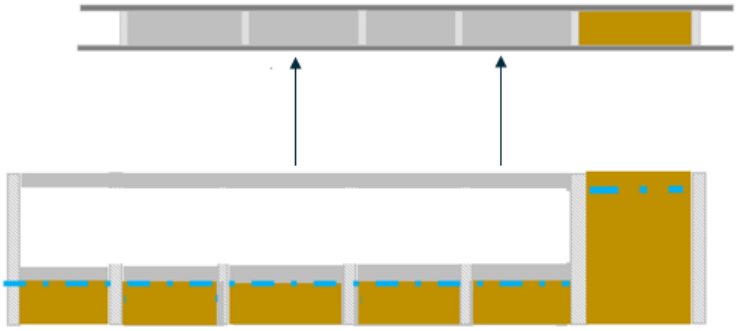
- У току изградње, ради очувања стабилности ископа, испумпавање подземне воде у зони ископа вршити кроз глиновити слој, најмање 1 метар испод врха песковитог слоја.
- Ризик од узгона воде смањити коришћењем талпи и дијафрагми.

- Утицај бране конструкције талпи и дијафрагми смањити коришћењем методе компартментализације грађевинских површина.
- Мере смањења утицаја бране конструкције у јужном делу (од станице Макиш до непосредно пре станице Беле воде):
    - У фази изградње, како би се смањио утицај бране конструкције од талпи на ток подземне воде, као и да би се смањила количина подземне воде која се испумпава током радова, биће спроведен метод изградње базиран на компартментализацији грађевинских површина за деоницу отвореног ископа.
    - Један од два шипа од лима ће се повући након изградње конструкције како би се минимизирао ризик од утицаја бране током фазе рада.

Принцип такве методе је представљен доле:

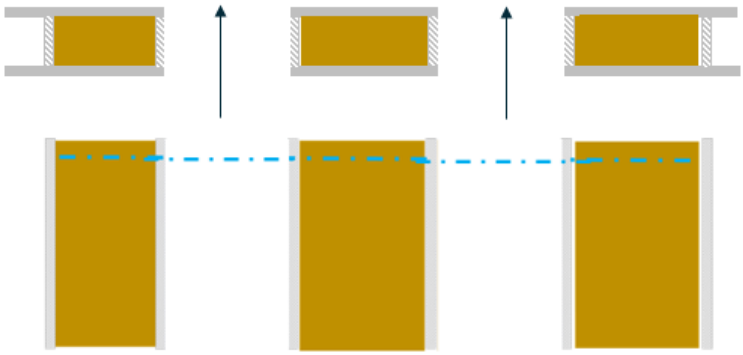
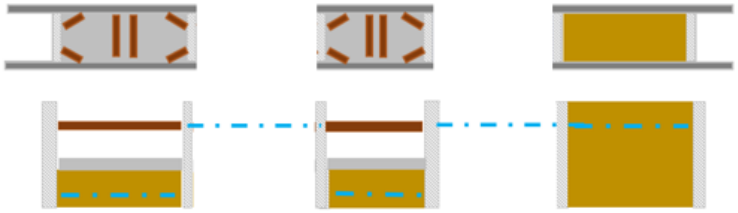
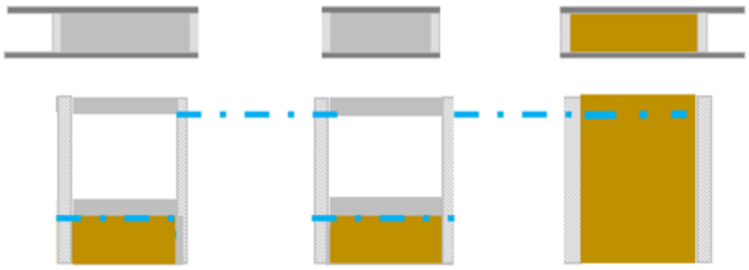
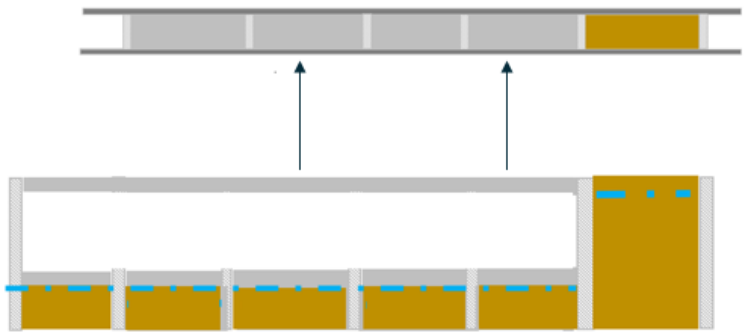
*Слика 8.1 Принцип компартментализација за отворени ископ у Макишу – талпе*

| Фаза | Изглед основе и уздужни пресек |
|---|---|
| **Фаза 1:**<br>Потпорна структура и компартментализација.<br>Само један од два одељка биће инсталиран као први корак, како би се омогућио нормалан проток подземних вода око грађевинских подручја. Преостали одељци биће изграђени након завршетка изградње претходних. |  |
| **Фаза 2:**<br>Ископ плићег дела (јужна страна) са пумпом и разупорима/подупирачима.<br>Угаони подупирачи ће бити неопходни за задржавање земљишта у суседним парцелама.<br>Изградња темељне плоче. |  |

| Фаза | Изглед основе и уздужни пресек |
|---|---|
| **Фаза 3**:<br>Конструкција покровне плоче, уклањање подупирача и заустављање пумпања |  |
| **Фаза 4**:<br>Утврђивање зидова преграда, завршетак изградње и заустављање испумпавања. |  |
| **Фаза 5:**<br>Један од два шипа од лима ће бити повучен (црвена испрекидана линија) након изградње кострукције како би се минимизирао ризик од ефекта бране током фазе рада. |  |

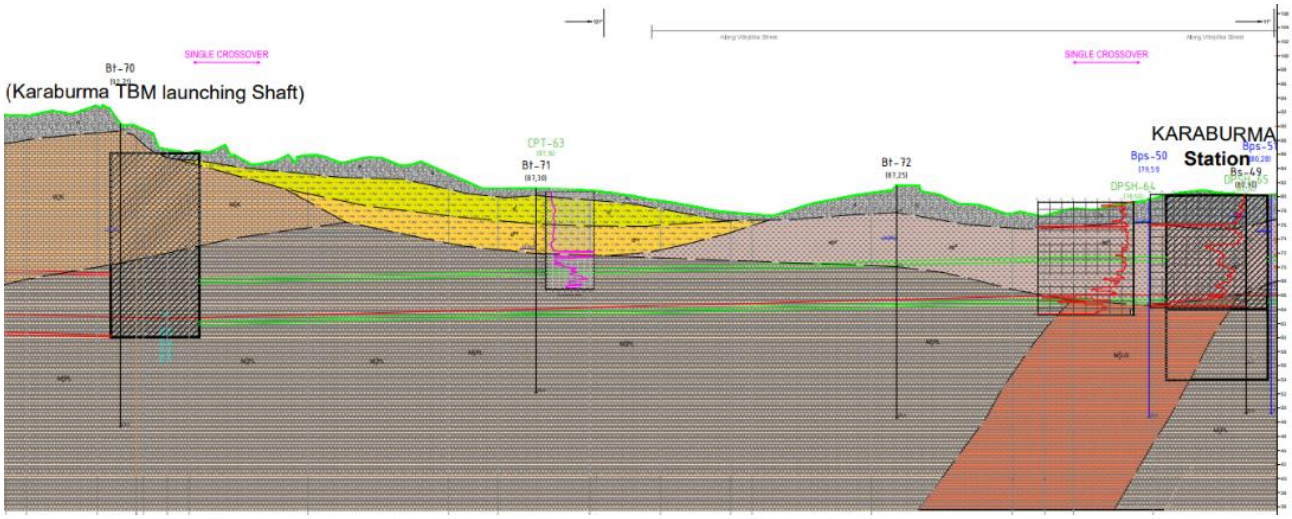
- Мере смањења утицаја бране конструкције у северном делу (од станице Беле воде до окна 02):
    - У фази изградње, како би се смањила количина подземне воде која се испумпава током радова, применити метод изградње заснован на компартментализацији грађевинских подручја.

*Слика 8.2 Принцип компартментализације за отворени ископ у Макишу – зидови дијафрагме*

| **Фаза** | **Изглед основе и уздужни пресек** |
|---|---|
| **Фаза 1:**<br>Потпорна конструкција и компартментализација.<br>Само један од два одељка биће изграђен као први корак, како би се омогућио нормалан проток подземних вода око грађевинских подручја. Преостали одељци биће изграђени након завршетка изградње претходних. |  |
| **Фаза 2:**<br>Ископ плићег дела (јужна страна) са испумпавањем и подупирачима.<br>Угаони подупирачи ће бити неопходни за задржавање земљишта у суседним парцелама. Изградња темељне плоче. |  |
| **Фаза 3**:<br>Конструкција покривне плоче, уклањање подупирача и заустављање испумпавања |  |
| **Фаза 4**:<br>Утврђивање зидова преграда, завршетак изградње и заустављање испумпавања |  |

Мере заштите подземних вода у траси на отвореном ископу на Карабурми

- Током изградње, како би се очувала стабилност ископа, биће неопходни потпорни зидови.
- У садашњем стању геотехничких сазнања, планирано је да се изграде зидови дијафрагме уграђени у здраве стене миоценског кречњака/лапорца и кречњака (западни део) или у лапоровитој стени (источни део).,
- Инјектирање за побољшање земљишта ће се извршити пре корака изградње
- Након изградње, отворити отворе у зидовима дијафрагме како би се омогућио проток подземне воде кроз део плитког тунела у отвореном ископу. Скраћивање горњег дела зида дијафрагме (D-wall cut-off) ће се извршити до врха метро тунела (зелено на попречном пресеку на слици испод). Ово ће бити неопходно дуж целе дужине деонице плитког тунела у отвореном ископу.




***Мере заштите површинских вода***

- Да би се избегао директан утицај на природни водоток (Топчидерска река), подземне воде испумпане за изградњу окна 05 успуштати у јавну канализациону мрежу.
- Количина нових водонепропусних површина за пројекат је минимизирана кроз урбано пејзажно уређење;
- Незагађене атмоферске воде са кровних површина се испуштају на околно земљиште или, ако не постоје технички услови, у канализациону мрежу уз претходну сагласност надлежног ЈКП. Протоци испуштања морају се унапред регулисати како би се поштовали максимални дозвољени протоци.
- Током редовног рада метроа, сва отпадна вода која може бити зауљена, пролази кроз сепараторе масти и уља пре испуштања у канализацију.

***Мере заштите ваздуха***

- Ограничити кретање грађевинских машина унутар подручја градилишта ради смањења емисије прашине.
- Уколико постоји потреба, поставити ободне баријере под правим углом у односу на преовладавајуће струје ветра како би се спречило разношење земље.

- Грађевински материјал који се уграђују сукцесивно или након допремања на локацију мора бити привремено одложени на безбедан и јасно обележен начин, на унапред предвиђен простор за привремено одлагање.
- Рад тешке грађевинске механизације организовати на начин да се смањи рад у „празном ходу“.
- Обезбедити прање возила пре напуштања локације.
- Сав терет који улази и излази мора бити покривен.
- Користити воду као средство за сузбијање прашине.
- Обезбедити чишћење прилазних путева у близини локације (уклањање земље и песка), као и квашење истих у сушним периодима, ради редуковања настајања прашине.
- Минимизирати активности стварања прашине.
- Грађевинске радове који доприносе емисији прашине не изводити током јаког ветра.
- Површински слој земљишта, хумус који се уклања, складиштити на одговарајућој локацији унутар градилишта, водећи рачуна да гомиле не прелазе висину од два метра. Осигурати од развејавања.
- Извршити правилан избор грађевинских машина и возила и набавке савремених уређаја са најмањом емисијом издувних гасова.
- На градилишту користити исправна теретна возила и грађевинску механизацију коју су прошли техничке прегледе. Рад свих теретних возила и машина које се користе за извођење радова мора бити у складу са прописима о квалитету издувних гасова (граничним вредностима емисија загађујућих материја у издувним гасовима).

У току редовног рада метроа, примењиваће се следеће мере заштите ваздуха:

- Користити електрично кочење (осим кочења у нужди) ради смањења емисије честица у ваздух;
- Редовно одржавати возове како би се смањило трење и емисије у ваздух,
- Изградња вентилационих окана даље од главних саобраћајница, омогућиће смањење количине атмосферских загађујућих материја које се уносе у метро.
- Возове чистити производима који не садрже испарљива органска једињења.
- Користити механичку вентилацију са довољном брзином и широким радним опсегом како би се избегло накупљање честица. Правац вентилације од станице до тунела смањиће концентрације у станицама.
- Увести систем за филтрирање ваздуха у возовима.

***Мере заштите од буке и вибрације***

- Током пауза мотори грађевинских машина морају бити искључени.
- Обавештавати околно становништво о предстојећим бучним радовима и њиховом предвиђеном трајању.
- За време извођења радова спроводити периодична мерења буке у циљу утврђивања да генерисани нивои не прелазе законски дозвољене границе.
- У случају да се мониторингом утврде повишени нивои буке који доводе до јаких и сталних сметњи у непосредном окружењу, на грађевинској опреми и на делу градилишта на којем се изводе радови поставити одговарајуће звучне баријере, као и опрему која компензује вибрације.

***Мере за поступање са отпадом***

Са свим отпадом који настаје током извођења радова потребно је поступати у складу са Законом о управљању отпадом („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018) и подзаконским актима.

- Вршити сакупљање, сортирање, паковање и привремено складиштење насталог отпада.
- Отпад разврставати и паковати на месту настанка.
- Обезбедити довољан број обележених наменских контејнера за прикупљање и привремено одлагање чврстог комуналног отпада, као и контејнера, цистерни и буради за различите врсте чврстог и течног отпада.
- Чврсти комунални и грађевински отпад сакупљати искључиво у наменским контејнерима, а пражњење поверити надлежном ЈКП.
- Рециклабилни отпад (метал, дрво, стакло, пластика) сакупљати одвојено и прописно чувати до предаје лицу које је овлашћено, односно има дозволу за управљање наведеним врстама отпада.
- Настали чврсти потенцијално опасни отпад класификовати и сакупити у одговарајуће контејнере и извршити карактеризацију отпада.
- Вршити раздвајано сакупљање и привремено одлагање комуналног и потенцијално опасног отпада.
- Опасан отпад привремено складиштити у покривеним контејнерима на затвореном простору, на претходно одређеној локацији (бетонирана, покривена и ограђена површина). Одвожење овог отпада врши оператер који има одговарајућу дозволу за управљање опасним отпадом.
- Амбалажу од опасног отпада сакупљати на контролисаним, привременим депонијама до предаје дистрибутеру који је испоручио уље, деривате нафте и сличну врсту отпада.
- Даљи поступак са чврстим и течним опасним отпадом ускладити са резултатима карактеризације отпада, а преузимање и коначно збрињавање поверити овлашћеном правном лицу.
- Манипулативне површине и површине на којима ће бити лоцирани контејнери, цистерне и бурад за привремено одлагање прикупљеног отпада израдити од водонепропусних материјала отпорних на нафту и нафтне деривате и опремити дренажним системом за евакуацију отпада и отпадних вода, са уљним сепаратором.

Током редовног рада, примењиваће се следеће мере:

- Вршити одвојено сакупљање комуналног, рециклабилног и опасног отпада који настаје у току редовног рада. Омогућити његово адекватно привремено складиштење отпада, на за то намењеним локацијама.
- Обезбедити довољан број обележених наменских контејнера за прикупљање и привремено одлагање неопасног отпада, као довољан број посуда за чување опасног отпада.
- Периодично организовати предају рециклабилног отпада овлашћеним оператерима са одговарајућом дозволом за управљање отпадом. Предају отпада прати документ о кретању отпада.
- Чврсти комунални отпад сакупља надлежно ЈКП.
- Редовно одржавати сепараторе масти и уља, обезбедити оператера који има дозволу за преузимање муља из сепаратора. Предају отпада мора да прати документ о кретању отпада.

***Мере заштите живог света***

- Радове на изградњи обуставити током ноћи како би се избегло узнемиравање врста које се крећу и хране ноћу (слепи мишеви, водоземци).
- Радове организовати на начин да се избегне уклањање дрвећа или жбуња у периоду од марта до августа како би се спречило уништавање гнезда птица или гнежђење. Земљане радове односно уклањање травњака извршити између септембра и марта.
- Уколико се током планирања и извођења радова наиђе на активно гнездо или колонију птица са пологом или младунцима птица, неопходно је обуставити радове на тој локацији и обавестити Завод за заштиту природе Србије.
- Смер и распоред спољашњег осветљења биће дефинисани на такав начин да ограниче неугодност за ноћне дивље животиње, а истовремено осигуравају потребне сигурносне услове за кориснике (сноп светла уперити надоле).
- Извршити затрављивање како би се ограничиле водонепропусне површине.
- Зелене површине уклопити у постојећа природна окружења депоа (локалним и балканским ендемским врстама), како би биле што боље интегрисане у локални пејзаж.
- Редовно одржавати (орезивање, кошење, заливање) зелене површине.
- Праћење доброг развоја садница вршити у гарантном року од 3 године, што укључује замену увелих биљака.

**Додатне мере на Макишком пољу:**

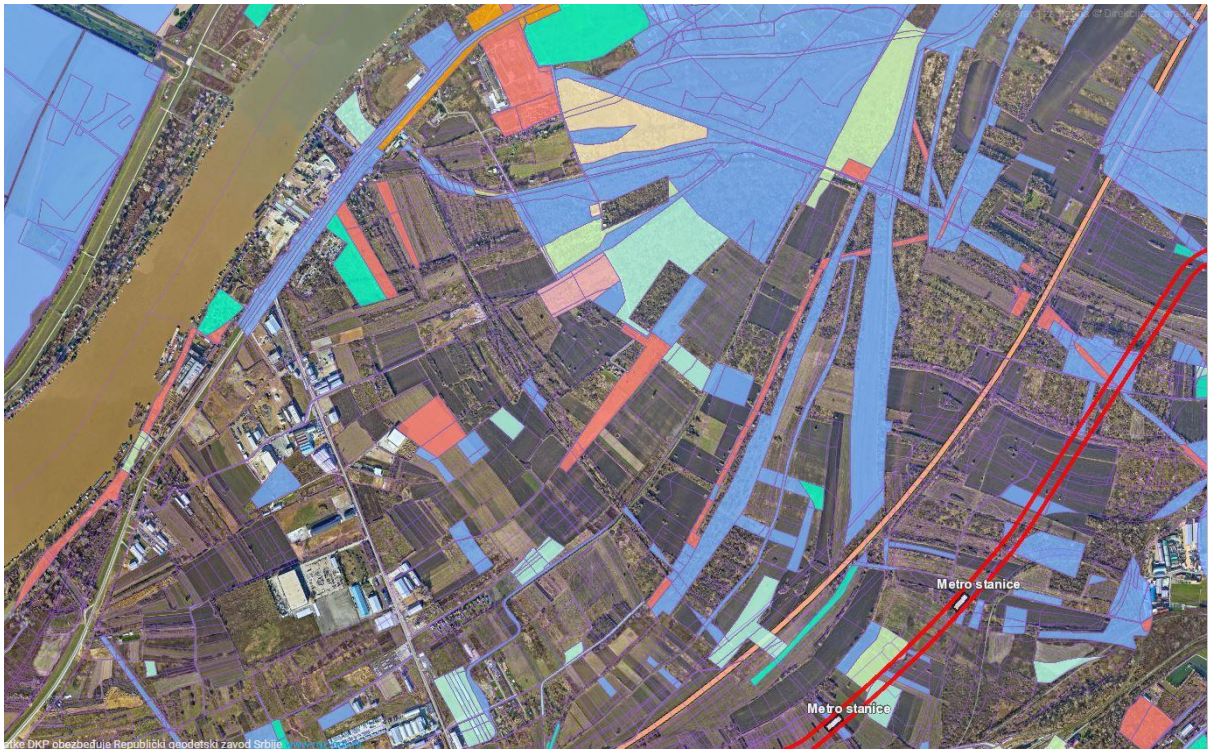
- Поставити вештачке кутије за гнежђење птица и склониште слепих мишева. Најмање 10 склоништа за слепе мишеве и 15 кутија за гнезда поставити на преостала стабла.
- Направити 15 вештачких места за презимљавање (*hibernaculum*) за гмизавце и друге мале животиње (рупа пречника 2 метра и дубине 0,6 метара дубока чије је дно испуњено шљунком како би се избегло утапање и прекривено грањем и камењем);
- Обновити сва привремено заузета станишта. На почетку изградње, површински слој непољопривредног или вештачки развијеног земљиште биће ускладиштен одвојено од других слојева земљишта. Када инфраструктура буде завршена, овај површински слој земље ће се изравњати на површини које је потребно санирати, пре сетве траве или садње дрвећа и жбуња.
- У непосредном окружењу станица на Макишком пољу засадити зељасте биљке за које није вероватно да ће привући инсекте.
- За живе ограде користити аутохтоне врсте.
- Због присуства срне, ограде морају бити високе више од два метра. За остале врсте фауне поставити мрежицу од 5 cm (или мање) на првих 50 cm. Ограда има двоструку улогу, с обзиром да ће бити и препрека за људе који желе да пређу линију метроа.
- На подручју истраживања нису пронађене егзотичне инвазивне врсте. Међутим, подручја са оштећеним или уклоњеним вегетацијским покривачем током фазе изградње биће осетљива на колонизацију инвазивним биљним врстама, као што су брзорастуће зељасте биљке (нпр. обична амброзија - *Ambrosia artemisiifolia L.*). Овај утицај ублажити редовним уклањањем ових биљака, како би се успорило ширење семена изван пројектног подручја.

Компензацијске мере:

Компензацијске површине:

- Потребна компензациона површина може се наћи претежно северозападно од подручја депоа и трасе метроа, углавном испод Савске магистрале, као и делом северно од трасе. Укупна површина је око 26 хектара. Дати типови станишта су слични стаништима Макиша: ливаде и мозаична станишта, као и шуме. С обзиром да се ради о оштећеном станишту, могуће је поставити мере како би се позитивно утицало на животну средину и повећао биодиверзитет.
- Подићи ливадске површине уместо пољопривредних култура на пољопривредном земљишту. Због заштите прдавца, забрањено је кошење између 1. априла и 15. јула (најбоље после 15. августа).
- Садити грмље на ливадама, управљати живицама ради биодиверзитета;
- Направити језерца унутар ливада за водоземце;
- Управљати полуотвореним земљишним комплексом: уклонити неке просторе, дозволити раст других врста како би се створила микростаништа погодна за Русог сврачка.
- Подићи шуму како би се добила станишта за средњег ноћника и сеоског детлића.

На следећој слици је дат приказ положаја парцела предложених за компензацијске површине (плава боја).




*Слика 8.3 Положај парцела предложене компензацијске површине*

***Мере за смањење утицаја на климатске промене***

- Израдити План управљања животном средином за изградњу који треба да садржи добре праксе у погледу ограничења потрошње енергије и емисије гасова стаклене баште.
- Употребљавати дуготрајних материјала.
- Избор потпуно електричних режима рада.

- Добра топлотна изолација објеката.
- Економична јавна расвета.
- Уградња одговарајућег вентилационог система.
- Могуће је користити соларну електрану на крову станица на површини, на приближно 20% површине крова. У овој фази пројектовања дефинише се површина за монтажу, оптерећење које је прорачунато у грађевинском пројекту и потребни спојеви. Пројектни елементи и решења су предмет наредних фаза пројектовања (Пројекат за грађевинску дозволу и Главни пројекат).
- Ограничити утицај урбаног топлотног острва озелењавањем (садња дрвећа и зелених површина).
- Станице су опремљене за паркирање бицикала.

Мере у случају топлотних таласа:

- Пројектовање и коришћење унутрашњег система вентилације или климатизације у складу са функционалним циљем пројекта (за станицу и за тунел).
- Уградња заменског електричног релејног система.
- Програмирати привремено искључење изнад критичне температуре.
- Засадити нова стабла која ће обезбедити хлад, док ће изведене зелене површине ограничити ефекте урбаних топлотних острва.
- Пратити и вршити замену деформисаних шина и санирати деформисане путеве.

Мере у случају хладних таласа

- У случају снега или мраза, посипати приступне путеве и стазе песком или сољу.
- Уклањати вишак снега или леда на шинама.
- Уколико је потребно, вршити загревање опреме.
- Смањити брзину возних гарнитура и прилагодити је временским условима.

Мере у случају јаких ветрова

- Подземне деонице трасе мање су изложене ризицима од олујног невремена.
- Објекти су пројектовани да издрже јаке ветрове, али би, из предострожности у случају веће олује, линија могла да буде затворена.
- Гомиле ископаног материјала током изградње покрити и заштитити у случају јаког ветра.
- У близини железничке пруге, садњу ограничена на изолована стабла;
- Дрвеће засадити на удаљености већој од 4 m од колосека и путева.

Мере у случају јаких киша

- Објекти ће поштовати конструктивне мере описане геотехничким студијама.
- Бетонски прагови имају предност у односу на дрвене.
- У највећој могућој мери поставити електричну опрему изнад највиших познатих водостаја.

***Мере управљања ископаним материјалом***

- Одабрати технике ископа за подземне радове прилагођене природи терена на који се наилази;
- Земљане радове у отвореном ископу изводити под покровом привремених или трајних разупора (са подупирачима или затегама);
- За земљане радове у непосредној близини објеката или зграда вршити рекогносцирање нивоа темеља и редовно праћење објеката.
- Инјектирање за побољшање земљишта треба извршити пре корака изградње.

- Вршити надзор над ускладиштеним ископаним материјалом, пре одвожења са градилишта или поновне употребе, како би се избегла контаминација земљишта или воде, посебно постављањем водонепропусних складишта, заштитити од ветра и слично. Извођачев је у обавези да изради План управљања животном средином којим ће дефинисати та подручја и њихове карактеристике.
- Потенцијално контаминирано земљиште мора се складиштити одвојено од чистог земљишта, на водонепропусној површини и прекривено церадом. Анализу контаминираног земљишта врши се лабораторијским испитивањима, које мора да се изврши у најкраћем року, како би се ограничило трајање привременог складиштења у зони Макишког поља (унутар или ван подручја депоа).
- Материјал од ископа је предмет посебног управљања и одабрана употреба зависи од квалитета ископаног земљишта: поновна употреба на уређеним површинама и косинама насипа или употреба на другим локацијама ради (могуће локације: градска гробља, депонија Винча, електрана „Никола Тесла" у Обреновцу...);
- Пратити кретање целокупног материјала од ископа, контролисати логистички ланац управљања ископаним материјалом и прави избор третмана, одлагање или валоризацију материјала.

*Валоризација ископаног материјала*

Међу ископаним материјалима могу се разликовати две главне групације које представљају различите шеме валоризације:

- **Материјали откопани „отвореним" средствима за копање** (хидраулични багери...), што је најповољније у погледу потенцијала поновне употребе. Реч је о станицама, окнима, помоћним радовима и деоницама у отвореном ископу. Материјали се углавном ваде у хоризонталним слојевима, што поједностављује сортирање геолошких хоризоната. Технологије које се користе у сортирању ископаног материјала заснивају се на физичким својствима материјала као што су грануларност и густина. Површина потребна за сортирање ископаног материјала је између 0,5 и 2 ha, у зависности од услова и привременог складиштења до одлагања или употребе.

- **Материјали добијени подземним ископом из машине за бушење тунела** (TBM). Потенцијал за поновну употребу варира у зависности од начина који ће се користити.

*Приликом екстракције са суспензијом (slurry) TBM*, стабилизација се обезбеђује убризгавањем бентонитне суспензије под притиском у комору за сечење. Ископани материјали се транспортују преко хидрауличког система до постројења за сепарацију-филтрацију. Његова улога је да одвоји ископане елементе од муља (фине честице из ископаног материјала и бентонита). На излазу из постројења, материјали се могу пелетирати и транспортовати. Бентонитни муљ се анализира и поново укључује у процес, или се усмерава у круг за регенерацију ако карактеристике више не испуњавају критеријуме новог муља. Затим се третира хемијском флокулацијом у декантеру, и пресује у филтер пресама уз додатак креча. Разматрају се три опције:

- Постављање комплетног постројења на лицу места са сепарацијом, регенерацијом и третманом муља (највећи недостатак је површина потребна за постављање постројења од око 2.500 m² не рачунајући места за одлагање);

- Делимична инсталација на локацији, муљ се хидраулички транспортује до зоне за третман ван локације;
- Постројење је у потпуности лоцирано ван локације.

Earth pressure TBM меша екстраховане фације са адитивима за бушење (пена, вода) да би материјали били хомогенији и пастозни, чиме се олакшава његово одвођење. Материјали се транспортују покретном траком до места складиштења ради декантирања и/или третмана. Потенцијални додаци помешани са земљом могу умањити и модификовати физичко-хемијске карактеристике ископаног материјала и учинити га неупотребљивим. Штавише, да би се добио материјал који се може пелетирати и преносити, потребно је додати материјале који омогућавају значајно смањење садржаја воде. Следеће технике се обично користе, посебно за транспорт реком:

- Третман декантацијом у наменским радовима. Међутим, резервоари за таложење морају бити димензионисани да би се обезбедиле оптималне перформансе;
- Третман мешањем са материјалом са мањим садржајем воде. Материјали, муљ или песак углавном потичу из ископаних материјала земљаних радова на отвореном са станица или помоћних објеката. Ова техника захтева привремено складиштење ових материјала;
- Третман кречом или разним хидрауличким везивима (цемент…) Ова техника је скупа.
- Валоризација овако ископаног материјала је отежана због високог садржаја воде и присуства финих елемената (у зависности од природе геолошког хоризонта). Међутим, могуће је третирати материјал провереним техникама, станицом за прање и сортирање или постројењем за сепарацију-филтрацију након поновног влажења материјала на исти начин као и горе описани третман суспензије slurry.

Одговарајуће запремине ове две категорије су следеће (заокружене вредности):

*Табела 8-3 Запремине материјала према типу земљаних радова*

| Начин ископавања | Запремине ($m^3$) | % |
|---|---|---|
| Конвенционална средства | 1,493,000 | 65% |
| TBM | 820,000 | 35% |

Валоризација ископаног материјала

Да би се промовисала стварна валоризација ископаног материјала у минералне ресурсе за поновну употребу, потребно је извршити анализе, узимањем узорака из депонованог ископаног материјала.

Током ископавања може бити интересантно промовисати иновативна техничка решења која би требало да омогуће:

- Континуирано идентификовати материјал механичким (тврдоћа и гранулометрија) или хемијским анализама (петрографија, рендген…);
- Претходно сортирати на лицу места материјале ископане из тунела конвенционалним методама: прање, сортирање…

Лабораторијске анализе ће се фокусирати на могућности поновне употребе материјала било ван локације или на одређеном наменском простору где ће се материјал директно трансформисати и користити: шљунак и песак за путеве и друго. Биће неопходно привремено складиштење материјала.

Могућа решења за валоризацију и поновну употребу материјала ископаног са радилишта су, према приоритету, следећа (овај редослед приоритета је дат као индикација):

*Поновно коришћење вишкова у оквиру самог пројекта или његових помоћних објеката:*

- Принцип је да се ограничи извоз ископаног материјала ван радилишта, како би се смањио обим који се евакуише и самим тим утиче на транспорт и саобраћај око радилишта
- Ова хипотеза подразумева низ ограничења и услова, укључујући: потребу за привременим складиштењем (димензионисање: депоније материјала које треба евакуисати, депоније пре/после третмана) и предвиђање радног распореда како би се обезбедиле различите операције које ће се извршити паралелно.
- Важно је прецизирати да се захтеви за попуњавање углавном односе на завршетак изградње објеката на отвореном. Направиће се распоред складиштења материјала за испуњавање. У овој фази, захтеви за попуњавањем су непознати.

*Поновна употреба у локалним пројектима урбаног развоја:*

- Пројекат Линије 1 протеже се на пројектно подручје које карактерише неколико операција урбанистичког планирања. Ови развојни пројекти, под условом да су планови изградње компатибилни, могу захтевати попуњавање. Предност овог решења је што ове операције могу представљати „беле операције" где се плаћају само трошкови транспорта.
- Посебно је идентификован важан развојни пројекат који подразумева рекултивацију подручја Макишког поља, које је тренутно зелено поље и природно заштићено подручје око 71-73 м.н.в. Подручје Макиша ће убудуће бити насипано до нивоа од око 75,5 м.н.в. и урбанизовано. Предметна површина је око 65 ha. Локација се налази на малој удаљености од радилишта и може бити доступна камионом након креирања приступних путева. Узимајући у обзир опцију за висину насипа од 1 до 2 m, потребе би могле бити око 650.000 до 1.000.000 $m^3$. Након адекватног третмана материјала, ово подручје би могло да прими целокупан ископан материјала из TBM1.

*Валоризација у контексту затрпавања каменолома у експлоатацији:*

- Радним каменоломима би могли бити потребни материјали за затрпавање како би се постигло њихово преуређење. Ова опција је интересантна због чињенице да камиони могу да евакуишу ископане материјале у каменолом, а да се врате на радилишта, на пример, са агрегатима.
- Имајући у виду овај циљ, идентификација околних каменолома, њихове потребе за материјалом за пуњење и њиховим објектима (прилазни пут, средства за утовар/истовар...) би могла бити занимљива за остваривање у даљим фазама студија.
- Најмање један каменолом је идентификован у близини (мање од 10 km) пројекта (Каменолом Кијево), али, с обзиром на могућност евакуације ископаног материјала возом или пловним путевима, поље истраживања може се проширити на десетине ако не и стотине километара.

Као што је горе поменуто, стопе поновне употребе не могу бити одређене у овој фази студија. Они ће бити проучени и завршени у каснијим фазама пројектовања.

Без прејудицирања загађења и карактеристика материјала, а након анализе постојећих података, могућности поновне употребе могу бити:

*Табела 8-4 Резиме могуће поновне употребе ископаног материјала*

| **Употреба** | **Материјали из земљаних радова на отвореном** | **Материјали од earth pressure TBM** | **Материјали од slurry pressure TBM** |
|---|---|---|---|
| Материјали за насипе и бране | Да, према постојећим нормативима (GTR, AASHTO…) | Да ако је садржај воде контролисан | Да након проласка кроз постројење за одвајање филтрације |
| Материјал за пејзажно уређење, попуњавање каменолома (ако нема техничког насипа, ограничена висина) | Да након дробљења и просејавања ако је потребно | Да ако је садржај воде контролисан | Да, само фини део ненадокнадивих агрегата |
| Фини материјали ниске пропустљивости: заптивање насипа | Зависи од геолошког хоризонта, глиновитих материјала | Не, тешко мешање и висок садржај воде | Да након проласка кроз постројење за одвајање филтрације |
| Шљунковити материјали: подлога, под-подлога, дренажни материјали | Зависи од геолошког хоризонта, шљунковитих материјала | Зависи од геолошког хоризонта | Да након проласка кроз постројење за одвајање филтрације ограничено на 0/60 mm |
| Материјали за путеве, бетон... | Зависи од геолошког хоризонта, шљунковитих материјала после дробљења и просејавања | Зависи од геолошког хоризонта | Да песак и шљунак након проласка кроз постројење за одвајање филтрације |

***Ограничења употребе ископаног материјала***

Потребно је напоменути да је током геотехничког теренског испитивања утврђено присуство пирита унутар M2-2 лапора (и органске материје) на подручју станице Мостар.

Присуство пирита се мора сматрати значајним геолошким ризиком, јер овај минерал није стабилан. Пирит ($FeS_2$) који се налази у ископаном земљишту ће оксидовати што прво може довести до закисељавања материјала. Овај феномен се може комбиновати са проблемом ослобађања водоник сулфида ($H_2S$) или

растварањем других елемената услед пада pH вредности. Дакле, присуство пирита може ограничити могућности валоризације и поновне употребе ископаног материјала.

Такође, посебну пажња посветити здрављу и безбедности радника у наведеној области. Ризик у вези са таквим феноменом биће обавезан део Плана управљања животном средином, који ће израдити извођач радова. Градилиште и радници мораће да буду опремљени на одговарајући начин, а примењиваће се и неке од мера током изградње: повећана вентилација у тунелу, филтери за испарења, праћење мириса на излазу за вентилацију тунела, итд.

Пре напуштања градилишта станице Мостар, мора се извршити узорковање земљишта како би се утврдио садржај сулфида. Препоручује се испитивање сумпора у облику сулфида, односно оксидирајућег сумпора, како се у овој анализи не би узимали у обзир неоксидативни сулфатни минерали.

Пројектант Egis д.о.о. користио је резултате истраживања француског Бироа за геолошка и рударска истраживања, према којима уколико је садржај сумпора који може да оксидује већи или једнак 0,1%, мора проверити потенцијал неутрализације материјала и израчунати однос оксидујућег и неоксидујућег сумпора (NP/AP). Ако је овај однос већи или једнак 4, онда материјал потенцијално не ствара киселину и није потребно третирати га. Међутим, биће неопходно да се кинетичким тестовима провери дуготрајно понашање ових материјала, тачније ослобађање сулфата и метала. Ако се покаже да је однос NP/AP мањи од 4, онда је материјал потенцијално ацидоген и биће неопходно третирати га неутрализацијом или било којом другом техником, у објектима који су за то овлашћени.

***Мере за смањење утицаја на саобраћај***

**Опште мере**

- Израдити План управљања саобраћајем на и изван локације.
- Обезбедити привремене алтернативе приступе локацијама у околини градилишта које су погођене извођењем радова.
- Постављање знакова упозорења и обавештења дуж руте за саобраћај камиона је неопходно.
- Камиони који превозе расути материјал (земља, песак, шљунак и др.) морају бити прекривени церадом ради спречавања његовог развејавања у транспорту.
- Уколико је могуће, планирати камионски транспорт ван локације како би се избегле гужве у саобраћају – „шпицеви“.

**Посебне мере**

Мере за смањење утицаја на саобраћај по градилиштима за станице и окна у складу са процењеним утицајем на саобраћај датим у поглављу 6:

***Станица Трговачка:*** Применити методу изградње одозго надоле како би се смањило време затварања раскрсница између Водоводске и Поручника Спасића и Машере за саобраћај. Обезбедити приступ згради Addiko Bank Hill директно са E763. Саобраћај на E763 се може преусмерити на разделно острво како би се омогућио ограничен проток саобраћаја током изградње једне половине пролаза, а затим пребачен на другу половину.

***Станица Пожешка:*** Методологијом одозго надоле биће могуће делимично отворити Пожешку улицу док је остатак изградње у току: ово би минимизирало утицаје на саобраћај у Пожешкој улици. Међутим, улице Београдског батаљона и Благоја Паровића вероватно ће бити затворене за време трајања изградње станице. Због тога је потребно идентификовати и побољшати обилазне руте ради повећања протока саобраћаја. Одржаће се пешачки прилаз продавницама на Пожешкој улици као и паркинг за локално становништво.

***Станица Парк Баново брдо:*** Испод Пожешке улице на северном крају станице планиран је приступни тунел. Са отвореном конструкцијом, изградњом и саобраћајем се може управљати тако да пут никада неће бити потпуно блокиран. Међутим, трамвајска пруга ће бити пресечена за време изградње прилазног тунела, а надлежни Секретаријат за саобраћај ће размотрити компензацију недостатка трамвајског саобраћаја другим видом превоза.

***Станица Ада Циганлија:*** Прикључни пут који опслужује Стару шећерану поред локалитета Аде Циганлије, захтева извесно проширење како би се лакше савладао грађевински саобраћај. За повратак на Е763 прикључни пут је прилично кратак због близине раскрснице са главним путем Моста на Ади. Ово би требало проверити да би се осигурало да је безбедно да се грађевински саобраћај поново придружи Е763. Алтернатива би била да се направи нова раскрсница на прикључном путу југозападно од локације како би се поновно спајање на главну коловозну траку могло безбедно обавити.

Планиран је приступни тунел који пролази испод Е763. Изградња тунела ће морати да буде у фазама отвореног ископа, преусмеравајући саобраћај према потреби, међутим, очекује се да ће овај приступни тунел бити изграђен другим методама тунела како би се омогућило да пут остане потпуно отворен и минимизирао поремећај.

***Станица Мостар:*** Трамвајска пруга ће бити пресечена за време изградње станице, а надлежни Секретаријат за саобраћај ће размотрити компензацију недостатка трамвајског саобраћаја другим видом превоза.

Испод Булевара војводе Мишића, како би се избегло затварање пута, треба користити и друге технике за изградњу тунела поред отвореног ископа.

Да би Булевар Франше д'Епереа остао отворен, могуће је повећати нагиб на прикључном путу, раније довести на исти ниво као Булевар војводе Мишића и тако омогућити спајање саобраћаја пре него што изградња блокира пут. Једна трака може остати отворена током изградње: у великој мери ограничити проток саобраћаја. Друга опција би била да се Булевар војводе Мишића/Савска престроји на локалном нивоу. Земљиште западно од Савске је запуштена железничка пруга. Због тога би престројавање требало да буде изводљиво, иако скупо, препоручује се да Савска буде престројена како би овај главни пут остао отворен.

***Окно 08:*** Преусмеравање саобраћаја где је то могуће и обезбеђивање алтернативних присутпа и обилазница око затворених илица (Николаја Кравцова и делимично Савска улица у којој ће бити доступна једна трака по смеру)

***Станица Трг републике:*** За главно градилиште, велико аутобуско стајалиште на Булевару Деспота Стефана мораће да буде измештено, што ће захтевати анализу саобраћаја и планирање како би се осигурало да велики број аутобуских стајалишта не омета ток саобраћаја. Биће неопходно обезбедити алтернативни правац и ако је саобраћај ограничен само на Француску улицу, због великог обима саобраћаја.

***Станица Скадарлија:*** Приступни тунел испод улице Цара Душана: фазност изградње где је улица само делимично затворена. Услед блокаде дела Скадарске улице, потребно је обезбедити приступ продавницама и стамбеним зградама на северу Скадарске

***Плитки тунел од лансирног окна до станице Карабурма:*** Услед очекиваног додатног саобраћаја грађевинских камиона примењиваће се опште мере за смањење утицаја саобраћаја.

***Станица Карабурма:*** Обезбедити алтернативни приступ из Балшине улице индустријским јединицама северно од локације.

***Деоница у отвореном ископу од станице Карабурма до краја Линије 1 Фазе 1:*** Обезбедити безбедно кретање пешака услед затварања тротоара и једне траке у Вишњичкој улици.

***Окно 12:*** Потенцијално коришћење разделног острва у Вишњичкој улици за обезбеђивање континуалног саобраћаја са две траке око градилишта.

***Мере пејзажног уређења***

- Извршити затрављивање како би се ограничиле водонепропусне површине.
- Зелене површине уклопити у постојећа природна окружења, коришћењерм локалних и балканских ендемских врста, како би се што боље интегрисале у локални пејзаж.
- Редовно одржавати (орезивање, кошење, заливање) зелене површине.
- Пратити развоја садница у гарантном року од 3 године, што укључује замену увелих биљака.
- Обновити сва привремено заузета станишта. На почетку изградње, површински слој непољопривредног или вештачки развијеног земљиште ускладиштити одвојено од других слојева земљишта. Када инфраструктура буде завршена, овај површински слој земље изравњати на површини које је потребно санирати, пре сетве траве или садње дрвећа и жбуња.
- У непосредном окружењу станица и окана садити зељасте биљке за које није вероватно да ће привући инсекте.
- За живе ограде користити аутохтоне врсте.

Поред мера које се примењују на пројектовању станица и квалитативних јавних простора, као што је овде описано, прописане су следеће мере ублажавања.

Мере избегавања:

- Извршити детаљну валоризацију вегетације у границама интервенција и контактних зона. Старо дрвеће мора бити очувано у највећој мери;
- Очувати постојећу вегетацију што је више могуће.

Мере ублажавања

- Пројектну документацију урадити према важећој планској документацији, условима ЈКП „Зеленило – Београд“, на ажурираној геодетској основи и Синхрон плану инсталација.
- Израдити пројекте пејзажно-архитектонског пројектовања делова паркова који ће бити деградирани изградњом метро станица. Пројекат треба да уради овлашћени пројектант са лиценцом за ову врсту послова – инжењер пејзажне архитектуре и хортикултуре.

- Уколико позиција метро станице улази у територију (границу) постојеће зелене површине, позиционирати је на дубини која по завршетку радова обезбеђује формирање јавне зелене површине у нивоу постојећег парка, у слоју земљишне подлоге дубине најмање 2 m. Планирати конструктивна решења за подземне објекте (дренажни и хидроизолациони систем, коренске баријере…).
- Предузети одговарајуће мере у циљу очувања одговарајућег водно-ваздушног режима у земљишту, у циљу опстанка постојеће вегетације у новим околностима.
- Зелене површине које нису унутар граница градилишта (већ у његовој близини) идентификовати и пажљиво обележити како би се избегло непотребно уништавање вегетације.
- Градилишта и привремени грађевински објекти и саобраћајнице које користе камиони за доставу обележити и редовно одржавати и чистити.
- Отпад пажљиво сакупљати и складиштити на посебно одређеним местима и редовно уклањати.
- Оградити и/или прикрити делове градилишта.
- Пејзажно уређење простора ће унапредити јавне просторе стварањем нових пешачких стаза, зелених површина и јавних вртова.
- Нови објекти ће имати одговарајући архитектонски дизајн, у складу са окружењем и пројектима у близини.
- У највећој могућој мери, управљање водама ће бити повезано са побољшањем урбаног пејзажа, посебно кроз стварање озелењених канала и кишних вртова;
- Трасе подземних инсталација ускладити са постојећом и планираном високом вегетацијом, тако да растојање од осе стабла до ивице рова најближе инсталације не сме бити мање од 1,5 m.
- Приликом избора зеленила за озелењавање користити аутохтону дендрофлору и врсте које су најбоље прилагођене локалним педолошким и климатским условима. Избегавати употребу инвазивних и алергених врста.
- Испод и у близини далековода не смеју се садити висока стабла која могу расти или пасти на удаљености од 5 m до проводника напонског нивоа 110 kV.
- Структуре улаза (углавном наткривени објекти, али и павиљони и зграде) минимализују визуелну перцепцију и омогућавају бољу интеграцију у урбано окружење.
- Окна: локације окана вратити у првобитно стање након изградње. Само решетке (на локалном нивоу терена) и улаз у окно (мали наткривени објекат) биће видљиви током фазе рада.
- Решетке и отворе не ограђивати како се не би угрозиле површине предвиђене за дечја игралишта, просторе за одмор и рекреацију посетилаца. Планирати их ван саобраћајница, бициклистичких и трамвајских стаза и на удаљености од најмање 8 m од улаза стамбених и пословних објеката, у нивоу терена, а ако то технички није изводљиво, дозвољена је максимална надморска висина од 3 m; минимално 8 m од улаза стамбених и пословних објеката.

<u>Мера компензације:</u>

- Засадити што више дрвећа (идентичне врсте или еквивалентна морфологија) како би се надокнадило оно што је уништено грађевинским радовима.
- Сва штета мора бити адекватно надокнађена. Предност дати високо декоративној вегетацији. За уређење слободних и зелених површина у зонама метро станица користити листопадне, зимзелене и четинарске дрвенасте и жбунасте врсте, перене, покриваче тла, пузавице и друго.

Топографија и рељеф:

- Уколико је потребно, поставити привремене ограде како би се смањила визуелна перцепција локација за одлагање.
- Управљање ископаним материјалом је предмет посебних студија које дефинишу нарочито могуће локације складиштења, транспортна средства и управљање материјалима.

***Мере заштите непокретних културних добара***

- На деловима трасе на којима ће се изводити радови отвореним ископом инвеститор је дужан да благовремено, а најкасније 20 радних дана пре почетка припремних радова, контактира Завод за заштиту споменика културе Београда да обезбедити археолошки надзор.
- Вршити подизање свести радника о могућности присуства делова археолошких налазишта.
- За надземне делове метроа обезбедити стални археолошки надзор и могућност извођења археолошких интервенција у случају проналаска остатака.
- Уколико се у току извођења радова затекну археолошка налазишта или археолошки предмети, извођач је дужан да одмах обустави радове, да о томе обавести надлежни завод за заштиту споменика културе и да предузме мере да се налази не униште и не оштете, а који ће бити сачувани на простору и положају на коме су откривени (члан 109. Закона о културним добрима).
- У случају проналаска значајнијих археолошких налаза (камени саркофази, стеле, зидани гробови или значајни покретни налази), обезбедити могућност њиховог приказа у оквиру подземних локалитета, у складу са посебним условима Завода за заштиту споменика културе Београда и Идејно решење урађено на основу ових Услова, а у сарадњи са Стручном службом овог Института.
- Ако постоји непосредна опасност од оштећења археолошког локалитета или објекта, надлежни завод за заштиту споменика културе ће привремено обуставити радове док се на основу Закона о културном наслеђу не утврди да ли је локалитет или објекат у питање је културно наслеђе или не.
- Уколико надлежни завод за заштиту споменика културе не обустави радове, радове ће обуставити Републички завод за заштиту споменика културе.
- Инвеститор је дужан да, сходно члану 110. Закона о културном наслеђу, обезбеди финансијска средства за истраживање, заштиту, складиштење, објављивање и излагање добара, до предаје добра на чување овлашћеној установи заштите.
- У највећој могућој мери, градилишта ће се налазити ван заштитних баријера културног наслеђа. У случају да се градилиште мора лоцирати у таквом заштитном ободу, радна површина ће бити ограничена на стриктан минимум: то ће бити шахт 04, станица Ада Циганлија, окно 05, станица Трг Републике, станица Скадарлија и cut-and-cover секција између окна 11 и станице Карабурма.
- Забрањена је изградња привремених или трајних објеката који због своје намене, величине, запремине или облика могу угрозити споменик културе, његову заштићену околину или нарушити аутентичност амбијента;
- Посебно осетљива места су излазне и улазне тачке подземне деонице метроа и морају бити прецизно графички обележене и разрађене у већем обиму пре

коначног одређивања. Прецизна локација улаза/изласка у заштићена подручја утврђује се уз сагласност службе заштите у фази израде идејног решења;
- Планираним захватима на изградњи метроа не смеју се угрозити физички и функционални интегритет објеката и простора који су означени као непокретна културна добра или културна добра под претходном заштитом. Заједничке провере осетљивих локација ће се вршити пре и после фазе изградње.
- Надземни део улаза/излаза треба да буде запремински и приземно усклађен са карактером простора, његовим архитектонско-урбанистичким и културно-историјским вредностима.
- Такође је неопходно сачувати функционални и визуелни интегритет јавних простора – тргова. Улазе у подземне станице планирати ван трга уз приступне саобраћајнице.

Посебне вере везане за споменик културе „Фабрика шећера" и просторно културно-историјско место од изузетног значаја „Топчидер":

- Дозвољено је формирање метро станице у габаритима зграде некадашњег магацина за складиштење сушених резанаца, дуж Радничке улице, валоризованог као објекат од еколошке вредности. Приликом изградње подземног дела објекта дозвољено је уклањање постојећег објекта. Метро станицу планирати на истој позицији, у истим хоризонталним и вертикалним габаритима као и постојећи објекат, поштујући његов изглед и карактеристике, у складу са ближим условима надлежне установе заштите.
- Приликом решавања унутрашње организације простора потребно је поштовати постојећи спољашњи изглед објекта.
- Планирати завршну обраду фасаде циглом. Фасаду је могуће преуредити формирањем већих фасадних отвора за улазе, вентилационе решетке и стаклене прозоре, уз поштовање симетрије и поделе фасаде плитким пиластрима. Приликом преуређења фасаде користити савремене материјале, а боју и завршну обраду фасаде ускладити са преовлађујућим фасадним материјалом.
- Могућ је савременији приступ решавању кровне конструкције (примена челика и стакла) уз поштовање њене оригиналне геометрије и облика.
- Окно 04 планирати на делу уз Паштровићеву улицу, на простору између калдрмисане саобраћајнице, која остаје у постојећем стању, и оградног зида комплекса. У ту сврху дозвољено је уклањање два помоћна објекта, који се налазе на том простору. Постојећу нивелацију терена уз оградни зид, према Паштровићевој улици, искористити за смештај опреме и надземних објеката, максималне висине до 3 m. Формирати преостале отворе у нивоу земље, ако је могуће у зеленим површинама.
- Приликом изградње нове метро станице, окна и подземне трасе, као и припремних радова за ископ, статички обезбедити објекте изнад подземних објеката и траса и њихову непосредну околину, у оквиру овог заштићеног комплекса.

# 9 ПРОГРАМ ПРАЋЕЊА УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Праћење утицаја на животну средину врши се у циљу благовременог откривања негативног утицаја активности на животну средину, чиме се омогућава реаговање и примена додатних мера, како би се негативни утицаји спречили или свели на најмању могућу меру.

На основу дефинисаних могућих утицаја пројекта на животну средину дефинишу се параметри праћења утицаја пројекта на животну средину.

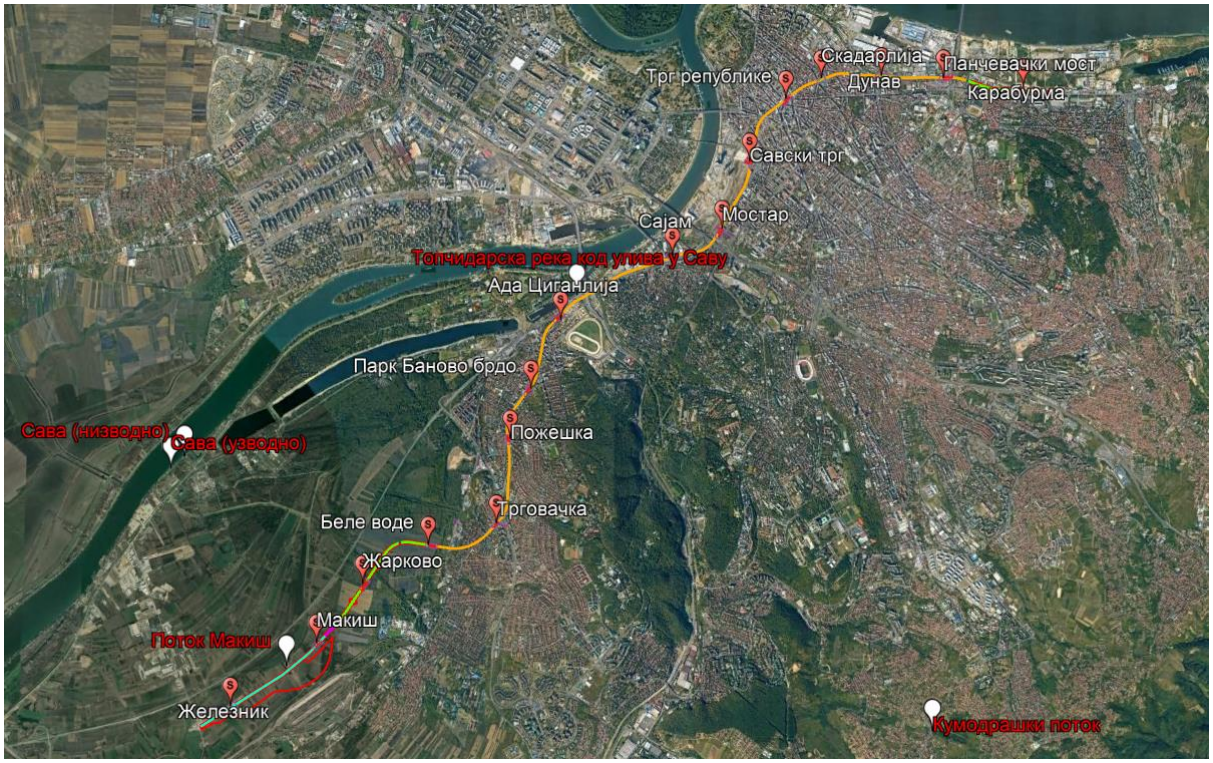
Праћење утицаја на животну средину обавља овлашћена организација, акредитована према стандарду за узрковање, мерење, анализу посматраног параметра. Одабране организације треба да имају акредитације за параметре обухваћене мониторингом и овлашћење надлежног министарства.

## 9.1 Приказ стања животне средине пре почетка функционисања пројекта на локацијама где се очекује утицај на животну средину

### *9.1.1 Мониторинг површинске воде*

Компанија Egis спровела је мониторинг површинске воде који је обухватио реку Топчидерску реду на ушћу у Саву, реку Саву (узводно и низводно од Макиша), Кумодрашки поток и Макишки поток. Узорковање и анализу извршила је лабораторија Анахем на локацијама које су приказане у следећој табели и на следећој мапи:

| Датум узорковања | Локација | Географске координате локације |
|---|---|---|
| 12. 04. 2021. | Топчидерска река - на ушћу у Саву | 44° 47' 31,43"<br>20°25'30,95" |
| 12. 04. 2021. | Река Сава – узводно од Макиша | 44° 46' 2,66"<br>20°21'21,41" |
| 12. 04. 2021. | Река Сава – низводно од Макиша | 44° 46 ' 18,0"<br>20° 21' 29,6" |
| 12.04.2021. | Кумодрашки поток | 44° 44 ' 22,87"<br>20° 29' 13,15" |
| 23. 08. 2021. | Макишки поток | 44° 44' 47,2"<br>20° 22' 36,0" |




*Слика 9.1 Локације узроковања површинске воде*

У свим узорцима анализирани су физичко-хемијски и микробиолошки параметри, а добијени резултати су приказани у наредној табели.

*Табела 9-1 Резултати испитивања површинских вода*

| Параметар | Топчидерска река | Сава узводно | Сава низводно | Макишки поток | Кумодрашки поток |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА АНАЛИЗА** | | | | |
| Температура ваздуха | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 29,1 | 19,0 |
| Температура воде | 13,0 | 13,5 | 14,7 | 14,8 | 16,8 |
| Присуство и врста мириса | Присутан | Присутан | Присутан | Присутан | Присутан |
| Видљиве отпадне материје | Присутне | Присутне | Присутне | Присутне | Присутне |
| pH вредност | 7,7 | 8,0 | 8,0 | 7,8 | 7,7 |
| Електрична проводљивост на 20°C µS/cm | 834 | 426 | 410 | 530 | 1030 |
| Амонијум јон (NH4-N) mgN/l | 4,0 | 0,21 | 0,79 | 0,29 | 9,5 |
| Укупни азот mgN/l | 5,1 | 0,64 | 1,1 | 0,84 | 9,5 |
| Укупни органски угљеник (TOC) mg/l | 6,6 | 8,6 | 6,5 | 3,0 | 8,0 |
| Суспендоване материје mg/l | 7,0 | 15 | 17 | 8,0 | 26 |
| Потрошња $KMnO_4$ mg $O_2$/l | 0,72 | 0,59 | 0,70 | 0,28 | 0,12 |
| Нитрити mgN/l | 0,11 | <0,03 | <0,03 | 0,15 | <0,03 |
| Нитрати mgN/l | 0,98 | 0,43 | 0,26 | 0,30 | <0,05 |
| Сулфати mgN/l | 19 | 17 | 12 | 40 | 16 |
| Хлориди mgN/l | 55 | 17 | 14 | 45 | 83 |
| Укупна минерализација mg/l | 302 | 152 | 149 | 230 | 389 |
| Површински активне материје µg/l | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Феноли (индекс фенола) µg/l | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Хемијска потрошња кисеоника, (ХПК),mg/l | 13 | 12 | 14 | 5,0 | 15 |

| Параметар | Топчидерска река | Сава узводно | Сава низводно | Макишки поток | Кумодрашки поток |
|---|---|---|---|---|---|
| Биохемијска потрошња кисеоника (БПК), mg/l | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 2,0 | 5,0 |
| Арсен, µg/l | 5,5 | 1,4 | 4,2 | 3,2 | 3,3 |
| Бор, µg/l | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Манган (укупни), µg/l | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| Бакар, µg/l | <10 | <10 | <10 | 11 | <10 |
| Хром (укупни), µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Цинк, µg/l | <50 | <50 | <50 | 52 | <50 |
| Гвожђе (укупно), µg/l | <300 | <300 | <300 | 420 | <300 |
| Укупни фосфор, mg P/l | 0,75 | <0,01 | 2,1 | 0,016 | 2,6 |
| Ортофосфати, mg/l | 0,17 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,71 |
| Растворени кисеоник, mg/l | 9,0 | 8,4 | 8,4 | 7,5 | 8,4 |
| | **БАКТЕРИОЛОШКА АНАЛИЗА** | | | | |
| Укупно колиформних бактерија у 100 ml | 24 000 | 11 000 | 930 | 230 | 24 000 |
| Фекалне колифирмне бактерије у 100 ml | 24 000 | 11 000 | 930 | <10 | 24 000 |
| Интестиналне ентерококе у 100 ml | 24000 | 230 | 930 | <10 | 24 000 |
| Број аеробних хетеротрофа у 100 ml на 37°C | 1 800 000 | 400 000 | 470 000 | 120 000 | 4 000 000 |

Резултати физичко-хемијске анализе Топчидерске реке на ушћу у Саву, показују да је на месту узорковања већина анализираних параметара одговарају квалитету воде I класе, осим параметара хлорида, арсена и БПК5 који одговарају квалитету воде II класе. ТОС, фосфати и нитрити одговарају води III класи квалитета, док укупни фосфор припада IV класи. Број аеробних хетеротрофа одговара V класи квалитета воде, док фекални колиформе и цревни ентерококи припадају IV класи. Укупни колиформи припадају III класи.

Према Уредби о категоризацији водотока („Сл. гласник РС“, бр. 5/68), река Сава припада II категорији, односно II класи вода. Резултати физичко-хемијске анализе реке Саве на узводној локацији Макиш, показују да на месту узорковања већина анализираних параметара одговара квалитету воде I класе, осим параметара кисеоника, ХПК и $БПК_5$ који одговарају II класи квалитета воде. Параметри укупни органски угљеник и амонијум јон одговарају III класи. Неки од важнијих параметара који одређују квалитет воде (фекалне колиформне, број аеробних хетеротрофа) одговарају квалитету воде IV класе. Интестиналне ентерококе припадају I класи , док укупне колиформне бактерије припадају III класи.

Резултати физичко-хемијске анализе реке Саве на низводној локацији Макиш, показују да на месту узорковања већина анализираних параметара одговара квалитету воде I класе, осим параметара кисеоника, ХПК и $БПК_5$ који одговарају II класи квалитета воде. Параметри ТОС и амонијум јон одговарају III класи. Укупни фосфор припада води V класе. Укупне колиформне и фекалне колиформне бактерије одговарају квалитету воде II класе. Интестиналне ентерококе припадају III класи, док број аеробних хетеротрофа припада IV класи.

Резултати физичко-хемијске анализе Кумодрашког потока, показују да на локацији узорковања већина анализираних параметара одговара квалитету воде I класе, осим параметара хлорида, ХПК, растворени кисеоник који одговара квалитету воде II класе. $БПК_5$, ТОС и електрична проводљивост одговарају квалитету воде III класе, док укупни фосфор, фосфати и амонијум јон припадају класи IV. Број аеробних

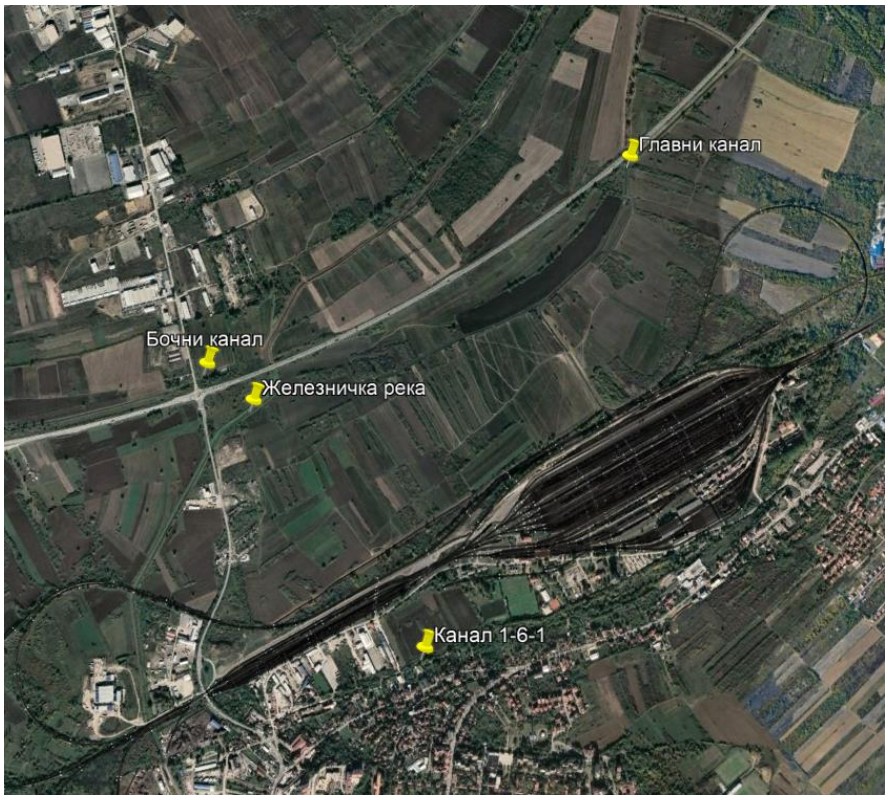
хетеротрофа одговара V класи квалитета, док фекални колиформи и цревни ентерококи припадају IV класи. Укупни колиформи припадају III класи.

Резултати физичко-хемијске анализе потока у Макишу, показују да на локацији узорковања, већина анализираних параметара одговара квалитету воде I класе, осим параметара растворени кисеоник, гвожђе и TOC који одговарају квалитету воде II класе. Нитрити одговарају квалитету воде IV класе. Анализирани микробиолошки параметар број аеробних хетеротрофа одговара квалитету воде IV класе, док укупни колиформи , фекални колиформи и цревне ентерококе припадају I класи.

**Додатни мониторинг површинске воде**

Носилац пројекта ЈКП „Београдски метро и воз“ спровео је додатни мониторинг површинске воде на четири локације. Узорковање и анализу воде извршила је лабораторија Анахем у периоду од 24. 12. до 29. 12. 2021.

| Датум узорковања | Локација узорковања | Географске координате локације |
|---|---|---|
| 24 – 29. 12. 2021 | Главни канал (реципијент колектора 3 и 4) | 20.379722<br>44.752417 |
| | Бочни канал | 20.360108<br>44.743081 |
| | Железничка река | 20.362664<br>44.741978 |
| | Канал 1-6-1 | 20.372658<br>44.734203 |




*Слика 9.2 Локације додатног мониротинга површинске воде*

Резултати додатног мониторинга површинске воде дати су у наредној табели.

*Табела 9-2 Резултати додатног мониторинга површинске воде*

| Параметар | Јединица | Локација | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Главни канал | Бочни канал | Железничка река | Канал 1-6-1 |
| Општи параметри | | | | | |
| pH вредност | / | 7,56 | 7,87 | 7,73 | 7,82 |
| Суспендоване материје | mg/L | 156 | 10 | 20 | 12 |
| Растворени кисеоник | mg $O_2$/L | 2,5 | 5,4 | 5,2 | 5,2 |
| Засићеност кисеоником | % | 28 | 61 | 58 | 58 |
| БПК5 | mg $O_2$/L | 21 | 12 | 13 | 12 |
| ХПК ($K_2Cr_2O_7$) | mg $O_2$/L | 48 | 37 | 41 | 38 |
| Укупан органски угљеник (TOC) | mg/L | 4,8 | 2,6 | 3,2 | 2,9 |
| Нутритијенти | | | | | |
| Укупан азот | mg N/L | 12,5 | 3,4 | 1,4 | 2,7 |
| Нитрати | mg N/L | 1,0 | 2,0 | 1,05 | 1,1 |
| Нитрити | mg N/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Амонијум јон | mg N/L | 8,3 | 0,97 | 0,23 | 1,0 |
| Нејонизовани амонијак | mg $NH_3$/L | 7,8 | 0,92 | 0,22 | 0,99 |
| Укупан фосфор | mg P/L | 2,3 | 0,21 | 0,25 | 0,11 |
| Ортофосфати | mg P/L | 1,5 | 0,18 | 0,19 | 0,05 |
| Салинитет | | | | | |
| Хлориди | mg/L | 85 | 87 | 92 | 57 |
| Сулфати | mg/L | 94 | 45 | 79 | 55 |
| Укупна минерализација | mg/L | 986 | 630 | 544 | 606 |
| Електропроводљивост на 20°C | µS/cm | 1416 | 1065 | 905 | 1038 |
| Метал | | | | | |
| Арсени | µg/L | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Бакар | µg/L | 16 | 15 | 30 | 15 |
| Зинк | µg/L | 120 | 66 | 56 | 50 |
| Хром (тотал) | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Гвожђе (тотал) | µg/L | 350 | <200 | <200 | <200 |
| Бор | µg/L | 280 | <100 | <100 | <100 |
| Манган (тотал) | µg/L | 260 | <50 | <50 | <50 |
| Органске материја | | | | | |
| Фенолна једињења | µg/L | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Нафтни угљоводоници | mg/L | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Површински акривне материје (као лаурилсулфат) | µg/L | 50 | <30 | <30 | <30 |
| AOX (адсорбујући органски халоген) | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Микробиологија | | | | | |
| Фекални колиформи | cfu/100ml | 90 | <10 | <10 | <10 |
| Укупни колиформи | cfu/100ml | 230 | <10 | <10 | 230 |
| Цревне ентерококе | cfu/100ml | 2400 | <10 | <10 | <10 |
| Број аеробних хетеротрофа | cfu/100ml | $1.7x10^5$ | $5x10^4$ | $1.5x10^5$ | $2x10^4$ |

Резултати добијени за узорке површинских вода показују:

- Параметри који испуњавају критеријуме за класу воде I у сва четири анализирана узорка су: метали (арсен, бакар, цинк, хром, бор), органске супстанце (фенолна једињења, нафтни угљоводоници, сурфактанти,

адсорптивни органски халогениди), нитрати и нитрити. Укупни органски угљеник у свим узорцима одговара класи II.

- pH вредност свих анализираних узорака је унутар прописаних граничних вредности.
- Узорак Главног канала садржи повећану концентрацију суспендоване материје. Садржај раствореног кисеоника је низак (класа V) иако је температура воде у свим узорцима релативно ниска. Ово је повезано са повећаном концентрацијом амонијака и укупног фосфора, који овај узорак сврставају у класу V. Добијене вредности за $БПК_5$, ХПК и укупни азот одговарају класи IV. Електропроводљивост одговара класи III. Концентрација хлорида и сулфата је у складу са захтевима класе II. Овај узорак испуњава захтеве класе I за параметар укупна минерализација. Микробиолошка анализа је показала за аеробне хетеротрофне бактерије узорак Главног канала припада класи IV, док цревни ентерококи одговарају класи III, а и фекални и тотални колиформи су унутар класе I.
- Узорак Бочног канала одговара класи за параметре суспендоване материје, сулфати, и укупна минерализација; класи II за параметере хлорида и раствореног кисеоника. Добијене вредности за укупан азот, укупан фосфор и електропроводљивост испуњавају захтеве класе III, а вредности за БПК5, ХПК и амонијак испуњавају критеријуме класе IV. Микробиолошка анализа је показала да узорак одговара класи III према аеробним хетеротрофним бактеријама, док према параметру фекални колиформи, тотални колиформи и цревни ентерококи одговара класи I.
- Узорак Железничке реке испуњава захтеве класе I за параметре: суспендоване материје, укупна минерализација и електропроводљивост; класе II за параметре: растворени кисеоник, укупан азот, хлориди, и сулфати. Укупан фосфор одговара класи III, а вредности за БПК5, ХПК, амонијачни азот и укупан органски угљеник испуњавају критеријуме класе ИВ. Микробиолошка анализа је показала да узорак одговара класи IV за аеробне хетеротрофне бактерије, док за фекалне колиформе, тоталне колиформе и цревне ентерококе класи I.
- Узорак Канала 1-6-1 испуњава захтеве класе I за параметре суспендоване материје и укупна минерализација, класе II за параметре: растворени кисеоник, хлориди и сулфати; класа III за параметре: укупни азот, укупан фосфор и електропроводљивост. Добијене вредности за БПК5, ХПК и амонијачни азот одговарају класи IV. Микробиолошка анализа је показала да узорак одговара класи III за аеробне хетеротрофне бактерије, док за фекалне колиформе, тоталне колиформе и цревне ентерококе одговара класи I.

На основу Правилника о Националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. гласник РС“ бр. 37/2011), стање површинских вода у погледу општег квалитета може се дати индикатором Индекса квалитета вода Србије (SWQI). SWQI је композитни индикатор квалитета површинске воде заснован на девет физичко-хемијских параметара (температура воде, pH-вредност, електропроводљивост, проценат засићења кисеоником, биохемијска потрошња кисеоника, суспендоване материје, укупни оксидовани азот (нитрати + нитрити), ортофосфати, укупни амонијум) и један микробиолошки параметар квалитета воде (највероватнији број колиформних клица). Он даје меру стања површинских вода у смислу општег квалитета површинских вода. Мада, не узима у обзир приоритетне и опасне супстанце.

Учешће сваког од десет параметара у укупном квалитету воде нема исти релативни значај, па сваки од њих добија своју тежину и број бодова према уделу у угрожавању квалитета. Индекс 100 је идеалан збир удела квалитета свих параметара. Пошто су површинске воде подељене на класе, SWQI је усклађен са истим. Пет дескриптивних категорија квалитета (одличан, веома добар, добар, лош и веома лош) користи се за описивање узорка површинске воде према SWQI.

*Табела 9-3 SWQI индикатор за површинске воде*

| Класа | SWQI | Описни индикатор квалитета |
|---|---|---|
| I | 90-100 | одличан |
| | 84-89 | веома добар |
| II | 72-83 | добар |
| III | 39-71 | лош |
| IV | 0-38 | веома лош |

*Табела 9-4 SQWI класификација анализираних узорака воде*

| Главни канал (реципијент колектора 3 и 4) | Бочни канал | Железничка река | Канал 1-6-1 |
|---|---|---|---|
| 37 | 54 | 57 | 58 |

SWQI указује на квалитет анализиране површинске воде на следећи начин:

- Бочни канал, Железничка река и Канал 1-6-1 припадају категорији ЛОШ, што одговара класи III. Ови водотоци могу се користити за наводњавање и после напредних метода пречишћавања у индустрији (осим у прехрамбеној индустрији).
- Узорак Главног канала припада категорији ВЕОМА ЛОШ, што одговара класи IV. Стога, ова врста површинских вода може користити или експлоатисати само ако је претходно обављен одговарајући третман.

### *9.1.2 Мониторинг подземне воде*

Носилац пројекта ЈКП „Београдски метро и воз“ спровео је додатни мониторинг подземне воде. Узорковање и анализу воде извршила је лабораторија Анахем у периоду од 24. 12. до 29. 12. 2021.

| **Датум узорковања** | **Назив пијезометра** | **Географске координате локације** |
|---|---|---|
| 24 – 29. 12. 2021 | BPS 3 | 20.367492<br>44.741719 |
| | BPS 5 | 20.381897<br>44.749575 |
| | BPS 7 | 20.389294<br>44.756319 |
| | BPS 12 | 20.401553<br>44.760661 |




*Слика 9.3 Локације узорковања подземних вода (додатни мониторинг)*

Резултати испитивања испитивања подземних вода приказани су у наредној табели.

*Табела 9-5 Резултати додатног мониторинга подземних вода*

| **Параметар** | **ГВИ[4]** | **Јединица** | **Назив пијезометра** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **BPS3** | **BPS5** | **BPS7** | **BPS12** |
| pH вредност | - | / | 7,28 | 7,23 | 7,23 | 7,27 |
| Електропроводљивост на 20°C | - | µS/cm | 991 | 1052 | 920 | 1109 |
| Нитрати | 50[2] | mg N/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Нитрити | - | mg N/L | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,12 |
| Амонијум јон | - | mg N/L | 0,97 | 0,6 | 0,38 | <0,1 |
| Сулфати | - | mg/L | 27 | 45 | 34 | 61 |
| Хлориди | - | mg/L | 53 | 35 | 43 | 85 |
| Укупна минерализација | - | mg/L | 570 | 616 | 542 | 656 |
| Површински активне материје (као лаурилсулфат) | - | µg/L | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Укупни фосфор | - | mg P/L | 0,47 | 0,21 | 0,63 | 0,07 |
| Ортофосфати | - | mg P/L | 0,35 | 0,16 | 0,58 | 0,02 |
| Фенолна једињења | 2000 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Метали | | | | | | |
| Кадмијум (Cd) | 6 | µg/L | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Хром (Cr) | 30 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Бакар (Cu) | 75 | µg/L | 52 | 37 | 72 | 26 |
| Никл (Ni) | 75 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Олово (Pb) | 75 | µg/L | <20 | <20 | <20 | 20 |
| Цинк (Zn) | 800 | µg/L | 67 | <50 | 79 | <50 |
| Жива (Hg) | 0.3 | µg/L | 0,25 | <0,1 | <0,1 | 0,1 |
| Арсен (As) | 60 | µg/L | 40 | <20 | <20 | 20 |
| Баријум (Ba) | 625 | µg/L | 290 | 170 | 140 | <100 |
| Кобалт (Co) | 100 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Молибден (Mo) | 300 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Антимон (Sb) | 20 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Берилијум (Be) | 15 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |

| Параметар | ГВИ[4] | Јединица | Назив пијезометра | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **BPS3** | **BPS5** | **BPS7** | **BPS12** |
| Селен (Se) | 160 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Телур (Te) | 70 | µg/L | <50 | <50 | <50 | <50 |
| Талијум (Tl) | 7 | µg/L | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Калај (Sn) | 50 | µg/L | <50 | <50 | <50 | <50 |
| Ванадијум (V) | 70 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Сребро (Ag) | 40 | µg/L | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Неорганска једињења | | | | | | |
| Цијаниди-слободни | *1500* | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Цијаниди-комплекс (pH<5) | *1500* | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Цијаниди-комплекс (pH≥5) | *1500* | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Ароматична органска једињења | | | | | | |
| Бензен | 30 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Толуен | 1000 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Етилбензен | 150 | µg/L | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Ксилен | 70 | µg/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Стирен | 300 | µg/L | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Полициклични ароматични угљоводоници (ПАХ) | | | | | | |
| Нафтален | 70 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Антрацен | 5 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Фенантрен | 5 | µg/L | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| Флуорантен | 1 | µg/L | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| Бензо(а)антрацен | 0.5 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Кризен | 0.2 | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Бензо(а)пирен | 0.05 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Бензо(г,х,и)перилен | 0.05 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Бензо(к)флуорантен | 0.05 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Индено(1,2,3-цд)пирен | 0.05 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Аценафтен | - | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Бензо(б)флуорантен | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Дибензо(а,х)антрацен | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Флуорен | - | µg/L | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| Пирен | - | µg/L | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| ПАХ укупни | - | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Хлоровани угљоводоници | | | | | | |
| Винилхлорид | 5 | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Дихлорометан | 1000 | µg/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| 1,1-дихлоретан | 900 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 1,2-дихлоретан | 400 | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| 1,1-дихлоретен | 10 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 1,2-дихлоретен (цис, транс) | 20 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Дихлорпропан | 80 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Трихлорметан (Хлороформ) | 400 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| 1,1,1-трихлоретан | 300 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 1,1,2-трихлоретан | 130 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Трихлоретен | 500 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Тетрахлорметан | 10 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Тетрахлоретен | 40 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Монохлорибензен | 180 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Дихлоробензен (укупни) | 50 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Трихлорбензен (укупни) | 10 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Тетрахлорбензен (укупни) | 2.5 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |

| Параметар | ГВИ[4] | Јединица | Назив пијезометра | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **BPS3** | **BPS5** | **BPS7** | **BPS12** |
| Пентахлорбензен | 1 | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Хексахлорбензен | 0.5 | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Монохлорфенол (укупни) | 100 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Дихлорфенол (укупни) | 30 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Трихлорфенол (укупни) | 10 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Тетрахлорфенол (укупни) | 10 | µg/L | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Полихлоровани бифенили (укупни) | 0.01 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 2,4,4'-Трихлорбифенил | - | µg/L | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| 2,2',5,5'-Тетрахлорбифенил | - | µg/L | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| 2,2',4,5,5'-Пентахлорбифенил | - | µg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 2,3',4,4',5-Пентахлорбифенил | - | µg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 2,2',3,4,4',5'-Хексахлорбифенил | - | µg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 2,2',4,4',5,5'-Хексахлорбифенил | - | µg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 2,2',3,4,4',5,5'-Хептахлорбифенил | - | µg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Пестициди | | | | | | |
| ДДТ/ ДДД/ ДДЕ (укупни) | 0.01 | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Дрини (укупни) | 0.1 | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| ХЦХ – једињења | 1 | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Атразин | 150 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Карбарил | 50 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Карбофуран | 100 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Хлордан | 0.2 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Ендосулфан | 0.5 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Хептахлор | 0.3 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Хептахлорепоксид | 3 | µg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Азинфосметил | 2 | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Фталати укупни | 5 | µg/L | <2,5 | <2,5 | <2,5 | <2,5 |
| Минерална уља | 600 | µg/L | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Микробиологија[5] | | | | | | |
| Аеробне мезофилне бактерије на 37°C | 100 | cfu/1ml | 27 | 53 | 120 | 30 |
| Укупне колиформне бактерије | 5 | cfu/100 ml | 9 | 15 | 13 | 27 |
| Escherichia Coli | н.д. | cfu/100ml | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. |
| Enterococcus sp. | н.д. | cfu/100ml | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. |
| Сулфиторедуцирајуће клостридије | 1 | cfu/100ml | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Proteus врсте | н.д. | cfu/100ml | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. |
| Pseudomonas aeruginosa | н.д. | cfu/100ml | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. |

*н.д.- није детектовано*

Резултати добијени за узорке подземних вода показују да су сви параметри у оквиру граничних вредности, осим укупних колифомних бактерија које прелазе граничне вредности у свим узорцима и аеробних мезофилних бактерија у узорку BPS 7. У узорку BPS 3 детектована је жива у концентрацији испод прописане граничне вредности.

### *9.1.3 Мониторинг квалитета ваздуха*

За потребе израде Студије о процени утицаја на животну средину, и са циљем прецизнијег карактерисања квалитета ваздуха у истраживаном подручју, спроведена је двонедељна кампања мерења квалитета ваздуха in situ, од 11. до 27. маја 2021. године. Мерења су вршена пасивним узоркивачима за азот-диоксид, бензен, сумпор-диоксид и угљен-моноксид.

Спроведена кампања имала је два циља, и то да:

- карактерише квалитет ваздуха проучаваног подручја;
- лоцира различите загађиваче у односу на важеће стандарде квалитета ваздуха, током периода изложености мерних уређаја.

Пасивне узоркиваче је испоручио и анализирао Passam ag, EN 45000 акредитована мерна лабораторија.

Мерења помоћу пасивног узоркивача резултирају просечним вредностима током времена експозиције сензора. Ове вредности тако омогућавају упоређивање и рангирање опремљене мерних места. Ови резултати могу бити веома различити од концентрација мерених динамичким анализаторима, пошто су последњи подложни временским варијацијама.

Да би се омогућила валидација мерења помоћу пасивних узорковача, постављен је пасивни контролни сензор са десне стране две фиксне мерне станице Државног мониторинга ваздуха Србије: станице Београд Мостар и станице Београд Стари Град.

Избор и распоред локација

Како би се утврдио квалитет ваздуха дуж трасе линије, пасивни узорковачи постављни су на укупно 24 локације:

- 16 мерних места на метро станицама, од којих је 10 лоцирано у близини осе конструкције пута;
- 5 мерних места у близини осе магистралног пута дуж линије метроа, али на удаљености од планираних локација за метро станице;
- 2 мерна места у непосредној близини 2 СЕПА мерне станице (СЕПА Мостар станица и СЕПА Стари Град станица) најближе метро линији;
- 1 мерно место у близини локације депоа.

У наредној табели дат је списак локација на којима је праћен квалитет ваздуха. Локације су даље приказане на мапи.

*Табела 9-6 Локације пасивних узоркивача*

| Назив локације | | Врста окружења | Положај локације | Загађујуће материје |
|---|---|---|---|---|
| **01** | Станица Железник | Рурално | У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **02** | Ранжирна станица | Рурално | Ранжирна станица | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **03** | Станица Макиш | Рурално | У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **04** | Станица Жарково | Рурално | У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **05** | Станица Беле воде | Рурално | У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **06** | Станица Трговачка | Урбано/саобраћај | У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **07** | Улица Трговачка | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **08** | Станица Пожешка | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **09** | Станица Парк Баново Брдо | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **10** | Станица Ада | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Циганлија | | метроа | Бензен |
| **11** | Мост на Ади Радничка ул. | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **12** | Станица Сајам | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **13** | А3 | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **14** | Мостар | Урбано/позадина | Станица у оквиру државног мониторинга квалитета ваздуха | $NO_2$ – CO - Бензен |
| **15** | Станица Мостар | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – CO - Бензен |
| **16** | Станица Савски трг | Урбано | У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **17** | Улица Карађорђева | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **18** | Зелени Венац | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **19** | Станица Трг Републике | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **20** | Стари Град | Урбано | Станица у оквиру државног мониторинга квалитета ваздуха | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **21** | Станица Скадарлија | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **22** | Станица Дунав | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **23** | Станица Панчевачки мост | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |
| **24** | Станица Карабурма | Урбано/саобраћај | Саобраћај - У близини станице метроа | $NO_2$ – $SO_2$ – CO - Бензен |




*Слика 9.4 Локације пасивних узоркивача*

Ова метода узорковања није референтна према Уредби о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха, у којој су дате граничне вредности загађујућих материја у ваздуху за један сат или један дан или календарску годину (у зависности од параметра), те се добијени резултати не могу коментарисати у складу са националним законодавством.

Међутим, иако метода пасивног узорковања није референтна по домаћем законодавству, ова метода је међународно препозната и користи се за иницијалну процену квалитета ваздуха, у складу са ЕУ стандардима (Директива 2008/50/ЕЗ). Лабораторија Passam ag користила је годишње граничне вредности за азот диоксид, сумпор диоксид, угљен мониксид и бензен, а резултати су приказани у наредно табели.

Измерени нивои који прелазе граничну вредност означени црвеном бојом. Концентрације загађујућих материја у појединим узорцима били су испод граница

квантификације и они су означени са <ГК. Треба напоменути да су сензори сумпор-диоксида на локацијама 14, 15 и 23 нестали током кампање.

*Табела 9-7 Резултати праћења квалитета ваздуха методом пасивних узоркивача*

| Назив локације | | Азот диоксид ГВ = 40 µg/m³ | Сумпор диоксид ГВ = 50 µg/m³ | Угљен моноксид ГВ = 10 000 µg/m³ | Бензен ГВ = 5 µg/m³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | Железник | 25,5 | <ГК | <ГК | 0,7 |
| 02 | Ранжирна станица | 13,0 | <ГК | 621,0 | 0,7 |
| 03 | Макиш | 12,4 | <ГК | <ГК | 1,0 |
| 04 | Жарково | 13,3 | 1,5 | 936,0 | 0,8 |
| 05 | Беле воде | 36,3 | 1,5 | <ГК | 1,4 |
| 06 | Трговачка | 27,8 | <ГК | <ГК | 1,1 |
| 07 | Улица Трговачка | 92,8 | <ГК | 877,0 | 1,1 |
| 08 | Пожешка | 49,5 | 2,3 | <ГК | 1,5 |
| 09 | Пијаца Баново Брдо | 54,4 | <ГК | <ГК | 0,9 |
| 10 | Мост на Ади | 56,2 | 1,5 | <ГК | 1,0 |
| 11 | Мост на Ади Радничка ул. | 56,5 | 2,5 | <ГК | 0,9 |
| 12 | Сајам | 47,4 | <ГК | <ГК | 0,8 |
| 13 | А3 | 72,2 | <ГК | 735,0 | 0,9 |
| 14 | Мостар | 45,3 | Изгубљено | 761,0 | 1,0 |
| 15 | Мост Газела | 64,7 | Изгубљено | <ГК | 0,9 |
| 16 | Савски трг | 34,2 | <ГК | <ГК | 1,2 |
| 17 | Улица Карађорђева | 59,6 | <ГК | <ГК | 0,8 |
| 18 | Зелени Венац | 71,5 | 5,7 | <ГК | 0,9 |
| 19 | Трг Републике | 63,0 | 1,1 | <ГК | 1,3 |
| 20 | Стари Град | 20,2 | <ГК | 693,0 | 0,6 |
| 21 | Француска | 50,7 | <ГК | <ГК | 0,7 |
| 22 | Цвијићева | 30,8 | 5,3 | <ГК | 0,8 |
| 23 | Панчевачки мост | 53,0 | Изгубљено | <ГК | 1,0 |
| 24 | Карабурма | 72,5 | <ГК | <ГК | 0,7 |

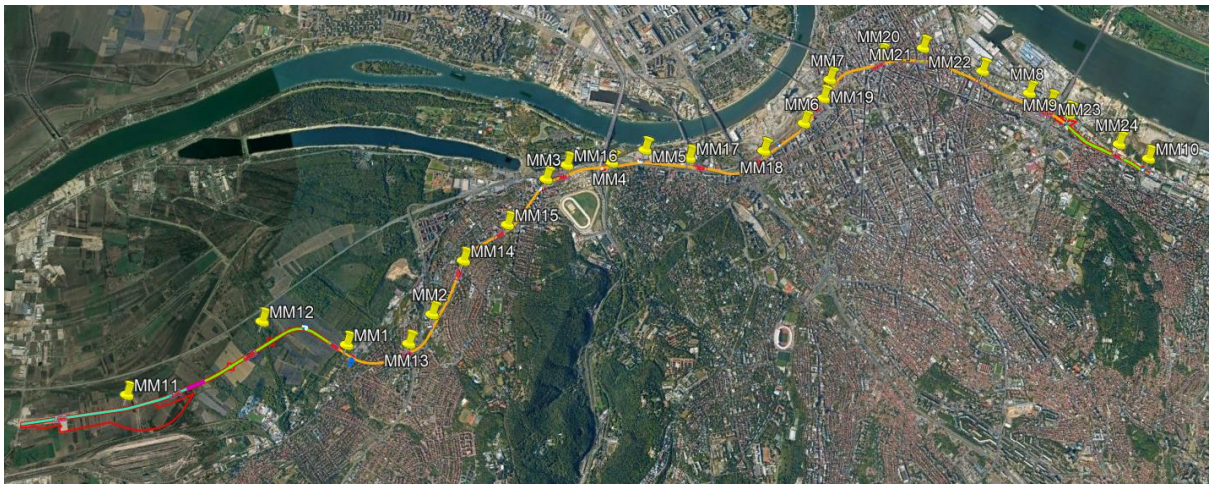
Резултати ове кампање мерења показали су следеће:

- Просечна концентрација азот-диоксида у близини путева је 58 µg/m³, у урбаној окружењу 33 µg/m³ и у руралном окружењу реда 18 µg/m³. Гранична концентрација је прекорачена на 15 од 24 локације.
- Просечна концентрација сумпор-диоксида у близини пута је 3,1 µg/m³, у руралним подручјима од 1,5 µg/m³, док док је у урбаном окружењу испод границе квантификације. Граничне вредности нису прекорачене.
- Измерене концентрације угљен моноксида и бензена нису изнад граничних вредности ни на једној локацији.

С обзиром на резултате мерне кампање спроведене у мају 2021. године, квалитет ваздуха је **умерено задовољавајући** у области истраживања због високог нивоа азот-диоксида. Ипак, важно је напоменути да су регулаторни стандарди годишњи просеци. Међутим, кампања мерења није репрезентативна за целу годину (трајала је само 15 дана у мају 2021.). Поређење са граничним вредностима је стога индикативна.

### *9.1.4 Мерење буке*

Континуално 24-часовно мерење нивоа буке на отвореном простору, на укупно 24 локације распоређене дуж трасе линије 1 метроа (на местима пројектованих станица и спољних вентилационих окана), извршила је лабораторија Анахем у мају 2021. године. Локације на којима је мерена бука приказане су на наредној мапи, док су резултати приказани у табели.




*Слика 9.5 Положај мерног места за мерење буке (нулто стање)*

*Табела 9-8 Резултати мерења буке*

| Мерна тачка | Меродавни ниво, dB(A) | | |
|---|---|---|---|
| | ДАН 06-18 | ВЕЧЕ 18-22 | НОЋ 22-06 |
| **ММ 1:** Окно 02_Макиш | 50 | 46 | 45 |
| **ММ 2:** Окно 03_Требевићка | 74 | 71 | 66 |
| **ММ 3:** Окно 04_Стара шећерана | 53 | 53 | 46 |
| **ММ 4:** Окно 05_Мост на Ади | 61 | 58 | 53 |
| **ММ 5:** Окно 06_Сајам | 63 | 62 | 58 |
| **ММ 6:** Окно 08_Савски | 64 | 64 | 62 |
| **ММ 7:** Окно 09_Луке Ћеловића | 65 | 62 | 59 |
| **ММ 8:** Окно 10_Панчевачки мост | 57 | 58 | 57 |
| **ММ 9:** Окно 11_Карабурма ТБМ | 54 | 49 | 48 |
| **ММ 10:** Окно 12_Карабурма | 62 | 60 | 57 |
| **ММ 11:** Станице 01 & 02 Железник и Макиш | 48 | 45 | 45 |
| **ММ 12:** Станица 03_Жарково | 55 | 60 | 55 |
| **ММ 13:** Станица 06_Трговачка | 58 | 57 | 53 |
| **ММ 14:** Станица 07_Пожешка | 70 | 65 | 61 |
| **ММ 15:** Станица 08_Пијаца Баново брдо | 61 | 62 | 54 |
| **ММ 16:** Станица 09_Мост На Ади | 67 | 65 | 61 |
| **ММ 17:** Станица 10_Сајам | 67 | 69 | 70 |
| **ММ 18:** Станица 11_Мост Газела | 70 | 70 | 64 |
| **ММ 19:** Станица 12_Савски Трг | 55 | 59 | 46 |

Резултати мерења буке упоређени су са граничним вредностима за зону 5 - Градски центар, занатска, трговачка, административно-управна зона са становима, зона дуж аутопутева, магистралних и градских саобраћајница, према Правилнику о методама

мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке („Службени гласник РС“, број 72/10) и Уредби о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини (Сл. гласник РС бр. 75/10).

*Табела 9-9 Граничне вредности буке у граду у периоду дан/ноћ*

| Зона | Намена простора | Ниво буке у dB(A) | |
|---|---|---|---|
| | | дан/вече | ноћ |
| 5. | Градски центар, занатска, трговачка, административно-управна зона са становима, зона дуж аутопутева, магистралних и градских саобраћајница | 65 | 55 |

Може се закључити да је меродавни ниво буке за дан и вече прекорачен на пет локација (мерење током дана), односно три локације (мерење током вечери), док је меродавни ниво буке за ноћ прекорачен на чак десет локација. Граничне вредности за дан/вече и ноћ су прекорачене на мерним местима на којима се планира градња окна 03 Требевићка, Станица 10 Сајам и Станица 11 Мост Газела.

## 9.2 Параметри на основу којих се могу утврдити штетни утицаји на животну средину, места, начин и учесталост мерења утврђених параметара

Током фазе изградње и рада метроа вршиће се мониторинг квалитета ваздуха, буке, површинске и атмосферске воде и земљишта у случају акцидента (изливања горива, мазива итд).

***Мониторинг површинске, подземне и атмосферске воде***

**Мониторинг квалитета површинских вода** вршити у складу са Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС”, бр. 50/2012), Уредбом о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 24/2014) и Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“, бр. 74/2011).

Мониторинг површинских вода вршиће се на четири локације на којима ће се вршити праћење квалитета воде пре почетка радова и месечно праћење током фазе изградње:

- Колектор 5 (колектор 5 ће заменити канал Претраж (1-5)), узводно и низводно од укрштања са деоницом метроа.
- На каналу Б (1-7-4), који ће због укрштања са окном за лансирање ТВМ-а бити привремено измештен. Локације узорковања површинске воде биће узводно и низводно од дела који ће бити измештен.



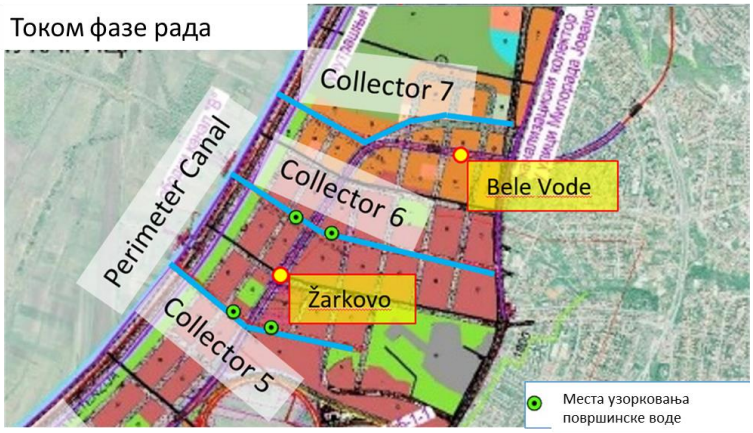

*Слика 9.6 Места узорковања површинске воде током фазе изградње*

Током фазе рада вршиће се квартални мониторинг на четири локације:

- Колектор 5 (места узорковања из фазе изградње);
- Колектор 6, узводно и низводно од укрштања са деоницом у отвореном ископу.

Разлог за ову замену је што је у Хидротехничком решењу које се реализује на територији ПДР Макишког поља предвиђено да се канал Б (1-7-4) зацеви и сукцесивно прикључи на атмосферске колекторе 5, 6 и 7 (колектор 7 се не укршта са метроом).

Тачна локација наведених тачака узорковања биће договорена у складу са надлежним јавним предузећем које се бави одржавањем канала и колектора.




*Слика 9.7 Места узорковања површинске воде током фазе рада*

Параметри који ће се пратити дефинисани су законском регулативом и обухватају:

- опште параметре: pH, суспендоване материје, растворени кисеоник, засићеност кисеоником, БПК5, ХПК, укупни органски угљеник;
- нутријенте: укупан азот, нитрати, нитрити, амонијум јон, нејонизовани амонијак, укупан фосфор, ортофосфати;
- салинитет: хлориди, сулфати, укупна минерализација, електропроводљивост на 20 °C;
- метале: арсен, бор, бакар, цинк, хром, гвожђе (укупни), манган (укупни);
- органске супстанце: фенолна једињења, нафтни угљоводоници, површински активне материје, AOX;

- микробиолошке параметре: фекални колиформи, укупни колиформи, цревне ентерококе, број аеробних хетеротрофа.

**Мониторинг подземне воде**

Мрежа пијезометара (најмање по један на локацији сваке станице) омогућиће праћење нивоа подземне воде и мерење њиховог колебања током комплетног хидролошког циклуса. Мониторинг ће се наставити и током фазе рада метроа како би се проверила ефикасност предузетих мера и минимизирао утицај бране на режим протока подземних вода у деоницама изграђеним у отвореном ископу.

Мониторинг квалитета подземних вода врши се у складу са Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл.гласник РС”, бр. 50/12) и Уредбом о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту („Сл. гласник РС”, број 30/2018) Прилог 2: Ремедијационе вредности загађујућих, штетних и опасних материја у водоносном слоју.

Мониторинг квалитета ће омогућити процену квалитета подземних вода пре извођења радова, током радова и обезбедити одсуство деградације на крају радова.

С обзиром да је током изградње потребно испумпавање воде у дренажни систем, а у зависности од своје природе, ова подземна вода ће се третирати пре испуштања, било да се ради о суспендованим чврстим материјама или хемијским супстанцама, било мобилним уређајима или привременим уређајима инсталираним на локацији. На сваком месту испуштања биће постављен систем за праћење квалитета воде. Лабораторијски тестови ће посебно потврдити одсуство ремобилизације било каквог загађења присутног у тлу у близини пројекта.

Анализа квалитета подземне воде вршиће се квартално, а пратиће се параметри дефинисани наведеном законском регулативом (pH, температура, суспендоване честице, ХПК, БПК, укупан азот, укупан фосфор, полициклични ароматични угљоводоници, укупни угљоводоници, арсен, олово, кадмијум, хром, жива, бакар, никл, цинк, остали метали и металоиди и остале загађујуће материје). Ови параметри ће се мерити два пута месечно на сваком месту испуштања.

**Мониторинг пречишћене атмосферске** воде врши се у складу са Уредбом о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр.67/11, 48/12 и 1/16), Глава III Комуналне отпадне воде.

У фази изградње, на свим градилиштима метро линије, отпадне воде са градилишта ће се сакупљати и пречишћавати (покретни уређаји за пречишћавање, таложници, филтери) пре него што се испусте у прихватну средину, или највероватније у јавну мрежу. Ови уређаји ће бити прецизирани у оквиру даљег развоја пројектне документације.

На излазу из система за пречишћавање биће постављен систем за праћење квалитета атмосферске воде ради провере усклађености са максималним граничним вредностима. Протокол мониторинга биће прецизно дефинисан у договору са ЈКП „Београдски водовод и канализација“.

У фази рада, мониторинг квалитета вода се у суштини односи на праћење одвода атмосферских вода, а посебно квалитета њиховог испуштања у јавну мрежу. Све отпадне воде прикупљене унутар тунела и станица/окана, укључујући фекалне воде,

пумпама се избацују на површину и повезују на најближу градску канализациону мрежу. Носилац пројекта ће вршити редовно праћење рада и одржавања система.

Током фазе рада вршиће се годишње узорковање пречишћене атмосферске воде на месту испуштања. Мерења ће обухватити параметре из Уредбе о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање, Глава III комуналне воде: pH, ХПК, БПК, укупни неорганski азот, азот, амонијак, таложне материје, фосфор, екстракт органским растварачима (уља, масти), минерална уља, феноли (фенолни индекс), катран, гвожђе, манган, сулфиди, сулфати, активни хлор, укупне соли, флуориди, арсен, баријум, цијаниди и укупни цијаниди, сребро, жива, цинк, кадмијум, кобалт, хром VI, хром, олово, калај, бакар, никл, молибден, BTEX, органски растварачи, азбест, токсичност, температура.

Предлаже се праћење најмање 3 године након пуштања у рад. Протокол мониторинга биће прецизно дефинисан у договору са ЈКП „Београдски водовод и канализација“.

***Мониторинг земљишта***

Мониторинг земљишта врши се у току фазе изградње уколико је дошло до акцидента (изливања). Након што се загађено земљиште уклони, потребно је ангажовати овлашћену лабораторију која ће узорковати земљиште и извршити анализу свих параметара (осим пестицида) из Уредбе о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту („Службени гласник РС“, бр. 112/2015).

***Мониторинг квалитета ваздуха***

Мониторинг квалитета ваздуха се спроводи у складу са одредбама наведеним у Закону о заштити животне средине („Службени гласник РС“, број 135/04 и 36/09, 36/09-др. закон, 72/09-др. закон и 43/11- Одлука УС), Закону о заштити ваздуха („Службени гласник РС“, број 36/09 и 10/13), Уредби о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Службени гласник РС“,, број 11/10, 75/10 и 63/2013).

Током изградње користиће се системи за континуирани мониторинг $PM_{10}$, $PM_{2.5}$, CO, NOx, VOCs. Опрема за мониторинг ваздуха биће постављена у близини градилишта.

Кампање праћења квалитета ваздуха биће реализоване на следећи начин:

- Мониторинг стања пре почетка изградње: једнонедељни континуирани мониторинг;
- Мониторинг на сваких 6 месеци током фазе изградње: једнонедељни континуирани мониторинг.
- Мониторинг ваздуха током редовног рада: мониторинг ће се спроводити преко локалне и државне мреже за мониторинг ваздуха.

***Мониторинг буке***

Мониторинг нивоа буке се спроводи у складу са одредбама наведеним у Закону о заштити животне средине („Службени гласник РС“, број 135/04 и 36/09, 36/09-др. закон, 72/09-др. закон и 43/11- Одлука УС), Закону о заштити од буке у животној средини („Службени гласник РС“, број 36/09 и 88/10), Уредби о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини (“Службени гласник РС”, број 75/10), Правилником о методама мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке („Сл. гласник РС”, бр. 72/2010).

Мерење нивоа буке биће на делу трасе који се гради на површини реализоваће се на следећи начин:

- Мерење нивоа буке пре почетка изградње: 24 h континалног мерења на три тачке у близини надземне трасе метроа и недељу дана пре почетка радова на изградњи станица и окана (инструменти за мерење буке ће бити постављени испред осетљивих објеката),
- Мерење нивоа буке током фазе изградње: 24 h континалног мерења једном у три месеца на три тачке у близини надземне трасе деонице и континуални мониторинг поред осетљивих подручја сваке станице и окна.
- Мерење нивоа буке током редовног рада: 24 h континалног мерења једном годишње на осетљивим тачкама: станице Беле воде, Трговачка, Скадарлија и окна 08 и 11.

Мониторинг буке пре почетка и током извођења радова на изградњу деонице у отвореном и дубоком ископу није планиран јер се због начина изградње не очекује повећан ниво буке.

***Мониторинг вибрација***

Иако домаће законодавство не предвиђа мониторинг вибрација, услед специфичности пројекта, носилац пројекта се обавезује да прати вибрације:

- Током фазе изградње: Осетљиве зграде треба да буду опремљене сензорима вибрација за континуирано праћење на градилишту сваког окна/станице. У случају да се достигну прагови оштећења, примењују се додатне мере за смањење вибрација (тј. ојачавање конструкција осетљивих зграда или ограничавање снаге грађевинског мотора). Уколико се, упркос овим превентивним мерама, уоче утицаји на објекте, спровешће се поступак вештачења како би се утврдиле чињенице које узрокују поремећаје, њихов значај, њихову природу као и методе и цену санације.
- Током пробе пре пуштања у рад и пет година након: мерења вибрација на осетљивим местима.

*Табела 9-10 Сумарни приказ плана мониторингау складу са националним законодавством*

| **Медијум животне средине** | **Локација** | **Фаза пројекта и учесталост мониторинга** | | | **Параметри** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Пре почетка изградње** | **Фаза изградње** | **Фаза рада** | |
| **Површинска вода** | Колектор 5 | Да | Да, месечно | Да, квартално) | Општи параметре: pH, суспендоване материје, растворени кисеоник, засићеност кисеоником, БПК5, ХПК, укупни органски угљеник; нутријенти: укупан азот, нитрати, нитрити, амонијум јон, нејонизовани амонијак, укупан фосфор, ортофосфати; салинитет: хлориди, сулфати, укупна минерализација, електропроводљивост на 20 °C; метали: арсен, бор, бакар, цинк, хром, гвожђе (укупни), манган (укупни); органске супстанце: фенолна једињења, нафтни угљоводоници, површински активне материје, AOX; микробиолошки параметри: фекални колиформи, укупни колиформи, цревне ентерококе, број аеробних хетеротрофа. |
| | Канал Б (1-7-4) | Да | Да, месечно | Не | |
| | Колектор 6 | Не | Не | Да, квартално | |

| Медијум животне средине | Локација | Фаза пројекта и учесталост мониторинга | | | Параметри |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Пре почетка изградње | Фаза изградње | Фаза рада | |
| **Подземна вода** | Најмање један пијезометар на свакој станици | Да | Да, два пута месечно | Не | pH, температура, суспендоване честице, ХПК, БПК, укупан азот, укупан фосфор, полициклични ароматични угљоводоници, укупни угљоводоници, арсен, олово, кадмијум, хром, жива, бакар, никл, цинк, остали метали и металоиди и остале загађујуће материје |
| **Атмосферска вода** | У зависности од фазе | Не | Да, на свим градилиштима | Да, годишње (најмање три године) | pH, ХПК, БПК, укупни неорганski азот, азот, амонијак, таложне материје, фосфор, екстракт органским растварачима (уља, масти), минерална уља, феноли (фенолни индекс), катран, гвожђе, манган, сулфиди, сулфати, активни хлор, укупне соли, флуориди, арсен, баријум, цијаниди и укупни цијаниди, сребро, жива, цинк, кадмијум, кобалт, хром VI, хром, олово, калај, бакар, никл, молибден, BTEX, органски растварачи, азбест, токсичност, температура. |

| **Медијум животне средине** | **Локација** | **Фаза пројекта и учесталост мониторинга** | | | **Параметри** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Пре почетка изградње** | **Фаза изградње** | **Фаза рада** | |
| **Земљиште** | У зависности од фазе | Не | По потребим на месту локалног акцидентног загађења | Не | Метали, неорганска једињења, ароматична органска једињења, полициклични ароматични угљоводоници (PAH), хлоровани угљоводоници, пестициди (само у фази рада), остале загађујуће материје, укупни нафтни угљоводоници |
| **Ваздух** | У близини рецептора (стамбених и економских објеката) | Да, једнонедељни мониторинг | Да, једнонедељни мониторинг на сваких шест месеци | Не | $PM_{10}$, $PM_{2.5}$, CO, NOx, VOC |

| **Медијум животне средине** | **Локација** | **Фаза пројекта и учесталост мониторинга** | | | **Параметри** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Пре почетка изградње** | **Фаза изградње** | **Фаза рада** | |
| **Бука** | Траса на површини (Макишко поље) | Да, 24h континуално мерење на три тачке | Да, 24h континуално мерење на три месеци на три тачке | Да, 24h континуално мерење једном годишње на три тачке | |
| | Станице и окна | Да, недељу дана пре почетка радова | Да, континуално | Да, станице Беле воде, Трговачка, Скадарлија и окна 08 и 11. | |

# 10 НЕТЕХНИЧКИ ПРИКАЗ СТУДИЈЕ

Нетехнички приказ података из појединих поглавља Студије, даје се као посебан сепарат и саставни је део свеске 1 Студије процене утицаја на животну средину.

# 11 ПОДАЦИ О ТЕХНИЧКИМ НЕДОСТАЦИМА

У току израде Студије, нису констатовани технички недостаци због којих би функционисање Пројекта угрожавало животну средину. Исто тако није утврђено непостојање стручног знања и вештина за пројектовање и примену мера заштите животне средине.