



JKP „Београдски метро и воз“

**Студија о процени утицаја на животну средину
пројекта изградње објекта Београдског
метроа, Линија 1, Фаза 1**

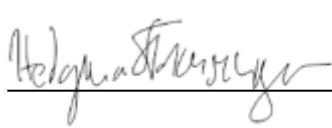
Свеска 1 - Нетехнички приказ

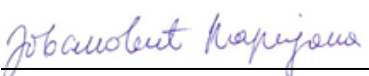
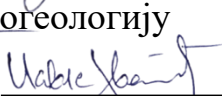
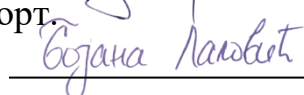
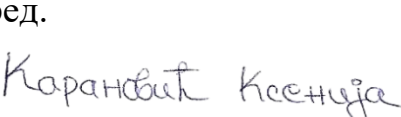
Београд, новембар 2022. године

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

Носилац пројекта: ЈКП „Београдски метро и воз“,
Светозара Марковића 38-40, Београд

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




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, новембар 2022. године

САДРЖАЈ

УВОД	1
1 ПОДАЦИ О НОСИОЦУ ПРОЈЕКТА.....	2
2 ОПИС ЛОКАЦИЈЕ	3
3 ОПИС ПРОЈЕКТА.....	20
4 ПРИКАЗ РАЗМАТРАНИХ АЛТЕРНАТИВА	31
5 ОПИС ЧИНИЛАЦА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗА КОЈЕ ПОСТОЈИ МОГУЋНОСТ ДА БУДУ ЗНАТНО ИЗЛОЖЕНИ РИЗИКУ УСЛЕД ИЗВОЂЕЊА ПРЕДЛОЖЕНОГ ПРОЈЕКТА.....	33
6 ОПИС МОГУЋИХ ЗНАЧАЈНИХ УТИЦАЈА ПРОЈЕКТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	37
7 ОПИС МОГУЋИХ ЗНАЧАЈНИХ УТИЦАЈА ПРОЈЕКТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ У СЛУЧАЈУ УДЕСА	52
8 ОПИС МЕРА ЗА СПРЕЧАВАЊЕ, СМАЊЕЊЕ И ОТКЛАЊАЊЕ СВАКОГ ЗНАЧАЈНИЈЕГ ШТЕТНОГ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	56
9 ПРОГРАМ ПРАЋЕЊА УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	72

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.

1 ПОДАЦИ О НОСИОЦУ ПРОЈЕКТА

Назив	ЈКП „Београдски метро и воз“
Адреса	Светозара Марковића 38-40, Београд
Одговорно лице:	Андреја Младеновић, в.д. директор
Матични број:	21424650
ПИБ:	111091167
Основна делатност	Шифра делатности: 4931 - Градски и приградски копнени превоз путника 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

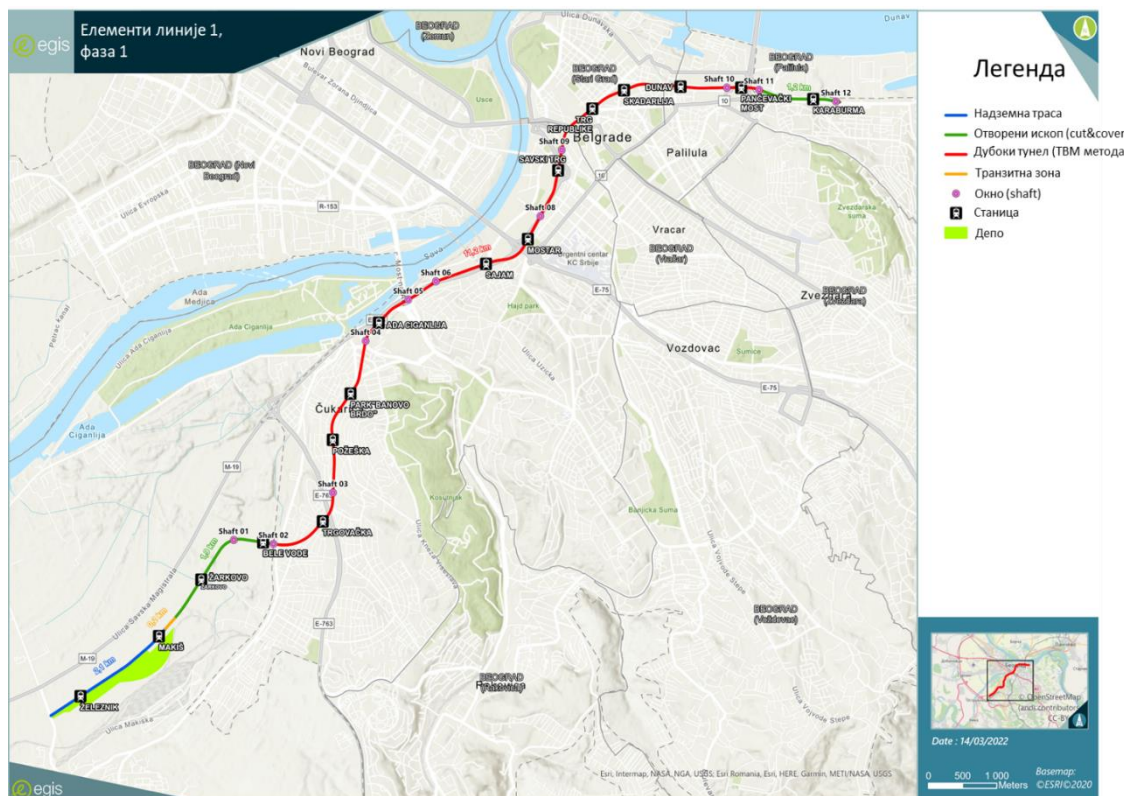
Макролокација и микролокација

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 трасе, станице и окна приказани 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 се 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.
- **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).
- **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)
- **Деоница 4: Подручје центра Старог Београда:** обухвата део трасе од Трга републике до станице Панчевачки мост, односно четири станице - Трг републике, Скадарлија, Дунав и Панчевачки мост. Дужина деонице је 2,25 km и биће изграђена TBM методом (дубоки тунел).
- **Деоница 5 (од Панчевачког моста до станице Карабурма):** дужина деонице 5 је 1,1 km, а биће грађена методом отвореног ископа.

Постојеће 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.

Катастарске парцеле на којима се реализује пројекат

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:

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

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 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. Компанија Egis је 2021. године извршила педолошко испитивање Макишког поља на 16 бушотина дубине од једног метра, што је резултирало следећим закључцима: • први метар земљишта углавном се састоји од муља и глине. Овакво земљиште задржава воду, али у Макишу није типично мочварно подручје; • 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.

Геоморфолошке карактеристике

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.

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. 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 равна Дунава.

У приобаљу Саве, то су: алувијална равна Саве на подручју Макишког поља, приобаље Саве у зони ушћа Топчидерске реке, алувијална равна на подручју Савског амфитеатра и приобаље Саве у зони Ушћа у Дунав.

Од доминантних геоморфолошких облика у равничарском делу терена Београда као најочљивији облици, 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.

Од доминантних геоморфолошких облика у београдском побрђу треба истаћи облике карстног процеса (Ташмајданска пећина у центру града и Турски точак у Сремчици), терене под вртачама (делови терена у Сремчици и Жаркову) и фосилне облике маринског процеса (Ташмајдански клиф).

Сеизмолошке карактеристике терена

Целокупна територија града Београда налази се у зони сеизмичког хазарда VII-VIII за повратни период од 475 година на скали ЕМС-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.

Геолошке и хидрогеолошке карактеристике терена

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“.

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).

У наставку је дат кратки приказ геолошких и хидролошких карактеристика сваке деонице, док је детаљни приказ дат у Свесци 1.

Деоница 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- на простору Макишког поља заступљени су глиновито-лапоровити седименти доње креде ($K_1^{1,2}LG$) и кречњачки седименти горње јуре (J_3^3K);
- Неогене структуре- на простору Макишког поља, испод релативно дебелог квартарног алувијалног наноса, најзаступљенији су сарматски кречњачко – лапоровити седименти (M_3^1KL);
- Квартарне наслаге- наталожене творевине квартара су најраспрострањеније на територији Београда.

Хидролошке карактеристике: На основу досадашњих истраживања, може се сматрати да је шири простор Макишког поља у хидрогеолошком смислу добро проучен. 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“.

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

- Збијени тип издани: у оквиру квартарних песковито – шљунковитих наслага
 - са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената;
 - мале издашности у оквиру седимената квартарне старости.
- Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,
- Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,
- Условно „безводни“ делови терена.

Деоница Баново брдо

Геолошке карактеристике: Геолошка грађа терена је релативно сложена. Према вертикалном геолошком пресеку може се поделити на три јединице које имају своје посебне карактеристике:

- Структуре Мезозоика- На подручју секције „Баново брдо“ мезозојски седименти представљени су доњојурским и кредним творевинама, кластичног и карбонатног састава
- Неогене структуре- На подручју секције „Баново брдо“, испод релативно тањих квартарних делувијалних творевина, најзаступљенији су сарматски кречњачко пешчарски седименти

- Квартарне наслага- 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 се издвојити следећи типови издани:

- Збијени тип издани:
 - са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената;
 - мале издашности у оквиру седимената квартарне старости.
- Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,
- Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,
- Условно „безводни“ делови терена.

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 истражном 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.

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_2^3Lc, Gl) и седименти доње креде развијени у неколико фација ($K_1^{3,4}Kr, K_1^{3,4}Kg, Pš, K_1^{3,4}Lk, Lc$).
- 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_3^1K). Мање распрострањење имају и сарматски кречњачко-лапоровити седименти (M_3^1KL), као и панонске лапоровите глине и лапори (M_3^2LG, L).

- наталожене творевине квартара су најраспрострањеније на територији Београда и поред тога што њихова количина није тако изразита у односу на остале геолошке формације.

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

- Збијени тип издани:
 - веће издашности са слободним до субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената;
 - мале издашности у оквиру седимената кварталне старости.
- Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,
- Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,
- Условно „безводни“ делови терена.

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

Геолошке карактеристике: 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 Вt-56, изведеној испред зграде Економског факултета у Личкој улици. Изграђени су од седимената барем-апта, формације ургонских кречњака и кластита (K1⁴K).
- Миоцен: миоценске наслаге су присутне у свим бушотинама на секцији „Центар”.
- Панон - је најзаступљенији стратиграфски члан у ужем центру Београда у подини квартара
- Квартар - међу кварталним седиментима могу се према старости издвојити слојеви холоцена са више различитих генетских типова.

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

- Збијени тип издани мале издашности у оквиру седимената кварталне старости,
- Пукотински тип издани формиран у оквиру чврстих стенских маса,
- Карстно-пукотински тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,
- Условно „безводни“ делови терена.

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 смислу сврстане 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 профилем изведен кроз панонске лапоре.

Деоница Дунавски алувион

Геолошке карактеристике: 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 насlage (од бадена до панона). Појавом ових седимената у истражним бушотинама може се закључити да генерални пад миоценских слојева иде у супротном правцу, узводно Дунавом.
- Квартар- поред свуда присутног антропогеног наслага, у теренима секције „Дунавски алувион“, јављају се и различити генетски типови кварталних седимената. Међу њима су најзаступљенији алувијални седименти Дунава, а могу се поменути и старе делувијалне насlage као и стара фосилизована клизишта (колувијалне насlage).

Хидролошке 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.

Генерално, могу се издвојити следеће издани:

- Збијени тип издани:
 - веће издашности субартеским нивоом формиран у оквиру алувијалних седимената Дунава;
 - мале издашности у оквиру насутаг тла.
- II Карстни тип издани формиран у оквиру кречњачких седимената,
- III Условно „безводни“ делови терена.

Анализа хидрогеолошких карактеристика терена са аспекта изградње метроа

Траса метроа на деоници Дунавски алувион, већим делом пролази кроз условно водонепропусне до слабо водопропусне седименте, у оквиру којих је струјање подземних вода успорено.

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 припадају 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.

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

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 дужином 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 °C. 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 „Бердап 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.

Река Сава

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 m³/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 „Бердап 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.

Топчидерска река

Топчидерска река, дуга око 28 km, десна је притока Саве. Топчидерска река у просеку доноси 13,5 милиона m³ воде годишње. Слив Топчидерске реке има површину од приближно 145 km² 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 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 km², 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.

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 стационачи km 1+700;
 - Каналом Претраж (1-5), на стационачи km 0+300 и
 - Бочним (Спојним) канал (1-6), на стационачи km 0+500 и
- водотоком:
 - Топчидерском реком, на стационачи km 0+030.

Близина санитарне зоне заштите, водотокова и изворишта водоснабдевања

Главнину београдског изворишта подземних вода чини 99 бунара са хоризонталним дренажним, 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).

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.

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.

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 окло 01 налази се у широј зони санитарне заштите београдског изворишта – зони III.

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.

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.

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).

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 fruticosa* (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*), гроњаста звездица (*Aster lanceolatus*), красолика (*Erigeron annuus*), козји рогови (*Bidens frondosa*), америчка боца (*Xanthium italicum*), власасто просо (*Panicum capillare*) и амброзија (*Ambrosia artemisiifolia*).

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.

Станишта и флора предметне локације

Природна и вештачка станишта пронађена у урбаном подручју, на подручју планиране трасе метроа, обухватају: стални, спори, мирни водотокови чији се ниво воде не мења; дрвореди; голе узоране, пожњевене или скорије напуштене обрадиве површине; велике баште са украсним биљем; мале баштенске површине са украсним биљем или баште око домаћинстава; коровске заједнице недавно напуштених башта; стамбене зграде градских центара; урбане и субурбане индустријске и комерцијалне локације које се још увек активно користе; напуштене градске и сеоске грађевине; урбане и субурбане грађевине и одлагалишта шута; мрежа путева; железничке мреже и заједнице корова на депонијама отпада.

Резултати теренског истраживања фауне

Компанија Egis д.о.о. извршила је теренско истраживање и попис фауне на предметној локацији.

Слепи мишеви: На истраживаном подручју је утврђено присуство осам строго заштићених врста, а највећа активност уочена је у близини станице Жарково. С обзиром на приказана станишта дуж линије метроа, само шуме у Макишком пољу могу представљати станиште за следе 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.

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.

Врсте које су примећене у урбаном подручју су: ласта (*Hirundo rustica*), црна црвенорепка (*Phoenicurus ochruros*), мартин (*Delichon urbicum*), обични славуј (*Luscinia megarhynchos*), фазан (*Phasianus colchicus*), чворак (*Sturnus vulgaris*), црна чиопа (*Apus apus*), грмуша чаврљанка (*Sylvia communis*), голуб гривнаш (*Columba palumbus*), продавац (*Crex crex*), плава сеница (*Cyanistes caeruleus*), гугутка (*Streptopelia decaocto*), сврака (*Pica pica*), пољски врабац (*Passer montanus*), домаћи голуб (*Columba livia f. Domestica*), велика сеница (*Parus major*), сива врана (*Corvus cornix*), домаћи врабац (*Passer domesticus*), грачац (*Corvus frugilegus*), сеоски детлић (*Dendrocopos syriacus*), чавка (*Corvus monedula*), сињи галеб (*Larus michahellis*).

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.

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.

Водоземци: Водоземци користе воду (баре, канале, водотоке) за репродукцију и у води бораве 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.

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.

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.

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.

Стамбено периурбано подручје (секвенца В) 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.

Урбано подручје мешовите намене уз реку Сава (секвенца С) 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.

Центар града (секвенца Д) 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.

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.

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 Принцип 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, остала културна добра у близини линије су:

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 штампарије, 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 Принципа 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.

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 територијама 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).

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 порастати 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.

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

Обзиром да линија 1 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, децјег 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 Вишњићке улице, налазе се индустријски објекти, као и тржни центар „Big fashion“ и бензинска пумпа.

Објекти инфраструктуре

Мрежа путне инфраструктуре

Према условима Пuteва Србије, деоницу линија метроа која се гради у дубоком тунелу укршта се са државним путем IА реда број А1 (привремене деонице број 1201(Д) и 1202 (Л) од чвора број 123 петља Београд до чвора број 15401 петља 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.

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“ - Остружница;
- 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.

Комунална инфраструктура

Железник – Макиш – Жарково – Беле Воде + Окна 01 и 02 (Макишко поље)	Нема укрштања са постојећим комуналним предузећима у овој области.
Трговачка	Укрштање: водоводне цеви, канализационе цеви, дренажне цеви, гасовод, електрични каблови, телекомуникациони вод.
Окно 03	Укрштање: водоводна цев (планирана за уклањање) и канализациона цев.
Пожешка	Укрштање: електрични каблови, топоводи, водоводне цеви, телекомуникациони водови и окно, канализационе цеви.
Парк Баново брдо	Укрштање: електрични каблови, телекомуникациони водови, водоводне цеви, дренажне цеви, водоводне цеви, топоводи.
Окно 04	Укрштање: водоводна цев.
Ада Циганлија	Укрштање: дренажне цеви, канализационе цеви, електрични каблови, телекомуникациони вод, водоводне цеви.
Окно 05	Нема укрштања са постојећим комуналним услугама у области под утицајем окна.
Окно 06	Укрштање: телекомуникациони вод, канализациона цев, дренажна цев.

Сајам	Укрштање: електрични каблови, телекомуникациони водови, водоводна цев, цев за одвод/канализацију.
Мостар	Укрштање: телекомуникациони водови, електрични каблови, водоводне цеви, канализационе/дренажне цеви.
Окно 08	Укрштање: телекомуникациони водови, електрични каблови, водоводне цеви, канализационе/дренажне цеви.
Савски трг	Нема укрштања са постојећим комуналним услугама.
Окно 09	Укрштање: електрични каблови, водоводне цеви.
Трг Републике- Скадарлија	Укрштање: канализационе/дренажне цеви, водоводне цеви, телекомуникациони водови, електрични каблови.
Дунав	Укрштање: гасовод.
Окно 10	Укрштање: дренажна цев.
Панчевачки мост	Укрштање: одводна цев, гасоводи, електрични каблови.
Окно 11	Нема укрштања са постојећим комуналним услугама у области под утицајем окна.
Карабурма	Укрштање (област под утицајем отвореног ископа и станице): водоводне цеви, телекомуникациони водови, електрични каблови, канализационе цеви, одводне/канализационе цеви.
Окно 12	Укрштање (област под утицајем отвореног ископа и окна): канализациона цев, водоводне цеви, електрични кабл, дренажна цев.

3 ОПИС ПРОЈЕКТА

Београдска 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 17,0 km од Железника до Карабурме и обухвата 16 станица и 11 вентилационих и евакуационих окана. На почетку Линије 1, на подручју Макишког поља, планирана је изградња главног депоа за метро систем. Прва фаза Линије 1 биће повезана на БГ систем: воз на пет станица, као и на друге врсте јавног превоза.

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

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. 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.

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.

Технологија извођења припремних радова

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 (Пожешка),
- 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.

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.

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 (ТВМ). 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 отвореном 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.

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

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

Технологија изградње деоница трасе на нивоу

Горњи строј

Профил шине одабран за потребе референтног пројекта је 54Е1 и јединствен је за цео пројекат (возни део и депо). Нагиб шине је 1/20.

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 мрза 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.

Технологија изградње деоница трасе у отвореном ископу

Метода отвореног ископа подразумева отварање површине земље и ископавање до потребне дубине. Плитки тунели на равном терену се граде овом методом. Део земље је ископан, а затим обезбеђен 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 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.

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.

Отворени ископ у зони Макишког поља

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).

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.

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 mm дебљине, ширине између 2000 и 3500 mm и могу се користити до дубине од 60 m или више.

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 – нега бетона/очвршћавање).

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.

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

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.

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.

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.

Инсталације на локацији лансирне структуре

Монтажа на градилишту укључује следеће објекте:

- Окно за лансирање „ТВМ“ машине;
- Покретни кран;
- Електрична подстанница и генератори за хитне случајеве (можда ће бити потребно напајање до 8 MV само за ТВМ – 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 рН 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.

„ТВМ“ 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 ТВМ;
- 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).

Опис објекта, планираног производног процеса или активности, њихове технолошке и друге карактеристике

Опште претпоставке пројектовања станица

Општи функционални пројекат за станице и окна представља главне претпоставке које се разматрају за функционални пројекат станица и окна.

Опште

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

Опште претпоставке пројектовања окна

Функционални програм окана је описан детаљно у наредној табели Функционални програм окана.

Функционални програм окана

Број окна	ОКНА ЛИНИЈЕ 1 ФАЗЕ 1		Постојећи или планирани терен	Горња ивица шина (м.н.м.)	Типологија
1	Окно 01	Макиш парк	74,66	67,45	Подземна
2	Окно 02	Макиш	78,64	63,84	Подземна
3	Окно 03	Требевићка	118	97,27	Подземна
4	Окно 04	Стара шећерана	79,33	62,02	Подземна
5	Окно 05	Мост на Ади	77,49	49,84	Подземна
6	Окно 06	Сајам	76	53,64	Подземна
7	Окно 08	Савски	76,55	55,97	Подземна
8	Окно 09	Луке Ћеловића	76,1	58,34	Подземна
9	Окно 10	Панчевачки мост	84,17	63,16	Подземна
10	Окно 11	Карабурма „TBM launching“	90,96	62,77	Подземна
11	Окно 12	Карабурма	77,73	65,23	Подземна

Опис појединачних станица и окана

У Студији процене утицаја на животну средину дат је опис диспозиције и функције сваке станице и сваког окна.

Хидротехничке инсталације

Станице

Водовод

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.

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.

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.

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 процедурне воде) која се налази на нивоу подперона. Повратни ток из муљних пумпи отиче у јавне канализационе мреже.

Одвођење инфилтрационе воде

Инфилтрационе воде долазе из зидова који производе малу количину воде на површини. Сливници се налазе у подножју зидова на сваком нивоу, за прикупљање ових вода. Сливници су у благом паду ка доводу који се налази најмање на сваких 20 m. Инфилтрационе воде се испуштају у сабирну јаму која се налази на нивоу подперона у просторији за црпљење воде.

Препумпне станице за 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, две пумпе (ван резервоара), и управљачки панел. Вентилира се примарном вентилацијом која излази на кров, пречника најмање DN75 mm.

Препумпна станица има најмање две пумпе. Свака пумпа је димензионисана да прими укупну запремину дотока, тако да друга пумпа може да се сматра у потпуности резервном.

Препумпна станица инфилтрационе и атмосферске воде

Препумпна станица која се налази на нивоу подперона је предвиђена за атмосферску и инфилтрациону воду.

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 процедурне воде са нивоа подперона. Предвиђен је прилаз пумпама за потребе одржавања, укључујући уклањање пумпи и пратећих елемената.

Окна

Водовод

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.

Инфилтрационе воде

Инфилтрационе воде долазе из зидова који производе малу количину воде на површини. Сливници се налазе у подножју зидова на сваком нивоу, за прикупљање ових вода. Сливници су у благом паду ка доводу који се налази најмање на сваких 20 m. Инфилтрационе воде се испуштају 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 процедурне воде) која се налази на нивоу подперона. Повратни ток из муљних пумпи отиче у јавне канализационе мреже.

Препумпна станица за инфилтрационе/атмосферске воде

Препумпна станица која се налази на нивоу подперона је предвиђена за препумпавање атмосферске и процедурне воде.

Препумпна станица се налази на последњем нивоу. Састојаће се од две потопиве пумпе у бетонској јами. Јама је постављена испод последњег нивоа да би се омогућило гравитационо одвођење инфилтрационе воде са последњег нивоа. Приступ пумпама је предвиђен за потребе одржавања, укључујући уклањање пумпи и пратећих елемената.

Одводњавање надземног дела трасе

Надземни део метроа је планиран у дужини од око 2070 метара. Одводњавање са пројектног дела је предвиђено системом кишних решетки дуж трасе. На одређеним местима путем излива вода се пребацује у спољну кишну канализацију 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 T1 и T2)
- 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 средња каналска мрежа наизменично укључује у леви тј. десни колектор.

- Евакуација кишне воде са каналске мреже је предвиђен канализационим цевима ДН160 и ДН200, СН8

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 ТВМ launching. Водоснабдевање се врши из јавног водовода са једне стране споредног колосека од окна 11 Карабурма ТВМ 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.

Електроенергетске инсталације

Електро напајање метро линије 1

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 подстанции за смањење напона са 110 kV на 35 kV,
- 35 kV средњенапонску мрежу отвореног прстена,
- 54 нисконапонске подстанции које ће напајати тунел, станице и окна,
- 9 електро-вучних подстанци које ће струјом вуче напајати возове дуж линије

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).

Номинални смер саобраћаја је:

- Смер 1 одговара вожњи од Железника до Карабурме.
- Смер 2 одговара вожњи од Карабурме до Железника.

Систем сигнализације и АТС омогућава кретање у оба смера 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.

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
- За 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.

Систем заштите од пожара

Аутоматски систем за гашење може бити инсталација прскалица (спринклерска инсталација) или други систем за гашење уколико то одобри локални надлежни орган. Препоручујемо коришћење система за гашење пожара гасом само у техничким зонама.

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 померена 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 ТВМ машине, поред функција евакуације и вентилације. У даљим фазама пројектовања, одлучено је да се за улазак/излазак ТВМ машине користи станица Беле воде, што је омогућило померање окна 02 како би се смањила удаљеност између окна 02 и станице Трговачка.

Карабурма ТВМ

У даљим фазама пројекта Л1Ф1 и у зависности од изабране опције пројектовања Л1Ф2, биће размотрена могућност изградње деонице 5 (од Панчевачког моста до станице Карабурма, дужине 1,1 km) ТВМ методом (дубоки тунел).

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.

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).

Река Сава

Према резултатима теренских и лабораторијских испитивања од 35 узорка воде реке Саве узетих 2020. године, према свим испитаним параматерима I и II класи квалитета површинских вода одговарало је 6 узорка (17,14%), 19 узорка (54,29%) је одговарало III класи квалитета површинских вода и 10 (28,57%) узорка је одговарало IV класи квалитета површинских вода.

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.

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 узорка 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 узорка (48,57%), IV класи је одговарало 15 узорка (42,86%) и V класи је одговарало 3 узорка (8,57%).

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..

Железничка река

На Железничкој реци узорци се узимају са моста у близини фабрике „Иво Лола Рибар“. Ниједан од узетих узорка 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.

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.

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.

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. Програмом контроле хигијенске исправности изворских вода у 2020. години обухваћено је 32 објекта јавних чесми на територији града, при чему се испитивање са 16 јавних чесми спроводи два пута месечно током целе године, а са 16 објекта у приградским насељима, једанпут месечно у периоду од априла до септембра. Најближе траси метроа су чесме Беле воде и Змајевац.

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 неисправност.

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* групе "D". Значајно ређе узрок неисправности је повећање броја укупних аеробних мезофилних бактерија или присуство других узрочника (*Сулфиторедукујуће* *кlostридије*, *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 објекта (поправка и замена дотрајалих делова система, редовно чишћење и дезинфекција каптажа и резервоара).

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.).

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 оквиру државне мреже (плава ознака на мапи), мерења обухватају NO₂, O₃, CO, PM₁₀ и PM_{2.5}.

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 PM_{2.5}, али и због повећаних концентрација азот диоксида.

Земљиште

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 узорак 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.

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 нехигијенског насеља 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 РСВ (полихлоровани бифенил) је премашила ремедијациону вредност.

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.

Нивои буке прате се у два циклуса (пролећни и јесењи) на 35 локација. 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.

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 две категорије – привремене утицаје, односно утицаје током изградње и дуготрајне утицаје, који се јављају након извршене изградње, односно у току експлоатације метроа.

Привремени утицаји настају у току извођења грађевинских радова и привременог одлагања отпада на пројектној локацији. 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.

Грађевински радови обухватају:

- грубе грађевинске радове (земљани радови (скидање слоја хумуса, његово депоновање на локацији, насыпање терена ломљеним каменом и песком), тесарски, армирачки, бетонски, монтажерски радови),
- инсталатерске радове и
- завршне (занатске) радове.

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.

За изградњу деонице у отвореном ископу на Макишком пољу користиће се метода градње по одељцима – компартиментализација, при чему ће дужина одељка бити у просеку 150 метара. У северном делу отвореног ископа изградња неће захтевати компартиментализацију, 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.

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 компартиментализације помаже да се он сведе на ниво који се сматра лако управљивим.

Режим подземних вода у току изградње станица

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ израдио је 2022. године Студију интеракције линије 1 Београдског метроа и подземних вода.

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 формиран су одговарајући математички МКЕ модели филтрационих процеса на којима је извршена симулација фаза грађења са тежиштем на анализу филтрационих величина. Као основа за израду МКЕ модела послужили су резултати геолошких истраживања који су публиковани у Геотехничким елаборатима и резултати који су публиковани у Геотехничким пројектним извештајима.

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 случају сценарија 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).

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).

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.

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.

Метро станица „Ада Циганлија”

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.

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.

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.

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.

Метро станица „Карабурма”

Метро станица „Карабурма“, исто као и станица „Панчевачки мост“, има ниске коефицијенте филтрације, па се очекују мали приливи воде из ископа.

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.

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.

Утицај потпорних конструкција у Макишком пољу

Плитки тунели 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.

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, треће тла на стопи дијафрагми ће помоћи да се одупре узгону.

Заштитни слој у III зони санитарне заштите (Макиш)

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.

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.

Потпорне структуре на локацији Карабурма

Плитки тунел у отвореном ископу се налази између лансирног окна за ТВМ 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.

Притисак воде може створити ризик од **узгона**, због чега је предвиђена изградња дијафрагми.

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.

Деоница 1/2: Железник-Макиш-Беле воде

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.

У 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).

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.

На основу изведених хидродинамичких прорачуна на моделу, утврђено је да изградња објекта метроа у предложеној диспозицији неће имати утицаја на измену режима подземних вода како у зони самих објеката тако и на ширем подручју.

Деоница 3: Баново Брдо-Мост на Ади

Планирана Линија 1 београдског метроа у оквиру Деонице 3 пролази кроз чврсте стене, осим на крају деонице, где мањим делом „захвата” и алувион Топчидерске реке.

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”).

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.

На Деоници 4 не очекује значајан утицај и измена режима подземних вода на подручју, осим локално са мањим разликама.

Деоница 5: Савски трг-Француска улица

Јединствена карактеристика и режим подземне воде у градовима је присуство подземних објекта који су у интеракцији са подземном водом.

У случају Деонице 5 која покрива урбану средину, траса метроа пролази кроз седименте панонске старости (М32). 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.

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

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.

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.

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 насlage 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.

Утицај на површинске воде

Линија 1 траса линије 1 београдског метроа укршта се са Топчидерском реком и каналима 1-7-4, 1-5 и 1-6. 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 ТМВ 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 ($0,69 \text{ m}^3/\text{h}$) и лако управљиви.

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.

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 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, исте горе наведене мере смањења биће примењене за подручје око депоа, а посебно у оквиру III санитарне зоне заштите за деоницу Линије 1 Фазе 1 која се налази на подручју Макиш.

Утицај на квалитет ваздуха

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 извиђача 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, NO_x , 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.

Стварање буке и вибрација

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.

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 тактичних 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 просечног 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.

Утицај на климатске промене

Све у свему, 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.

Штавише, пројекат неће имати значајних утицаја на циркулацију ветра, падавине или температуру.

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.

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 плавлeње објеката, посебно подземних објеката (станице, тунели).

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.

Утицај на саобраћај

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 ТВМ 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.

Утицај на комуналну структуру

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 умерен негативан и захтева ублажавање.

Утицај на природна добра, станишта, флору и фауну

Природна добра

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.

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 доведиће 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 гнездење 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 следе мишеве (нарочито следе 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.

Утицај на културна добра

Утицаји на археолошко наслеђе

Пројекат не би требало да утиче на археолошко налазиште, темеље остатака Виртембершке и Стамбол капије.

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, 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.

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.

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.

Фокус: 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 је потребно његово измештање. У складу са добијеним условима Завода за заштиту споменика културе града Београда, могуће је незнатно (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.

Фокус: 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.

Фокус: културно наслеђе под претходном заштитом „Београдски памучни комбинат“

Део градилишта и станице Карабурма спада у комплекс Београдског памучног комбината.

ПГР Rail Sistem је потврдио да ће метро линија утицати на Београдски вунарски комбинат током фазе изградње (вунарски комбинат је до тада можда изгубио статус заштите) и да нови објекти планирани у тој области неће бити изграђени пре изградње метро линије.

Утицај на пејзаж

Током фазе изградње, сва градилишта ће заузимасти укупну површину од приближно 40 ha, распоређену између деоница линије на површини и у отвореном ископу, станица и окана, стварајући привремени визуелни утицај.

Утицај на пејзаж током редовног рада

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.

Пројекат затим прелази преко стамбеног периурбаног подручја. Ова **пејзажна секвенца Б** односи се на станице Трговачка, Пожешка и Парк Баново Брдо. 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 свде на једноставне наткривене објекте.

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. Простор ће бити преуређен у културни објекат са зеленим површинама.

Мала зграда станице Сајам која је служила као продаја карата за сајам мора бити уклоњена.

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.

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.

Подручје које припада **пејзажној секвенци Е** (станице Дунав, Панчевачки мост и Карабурма) 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.

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.

7 ОПИС МОГУЋИХ ЗНАЧАЈНИХ УТИЦАЈА ПРОЈЕКТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ У СЛУЧАЈУ УДЕСА

Природни ризици

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

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 мобилну 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.

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. 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 slabим тачкама (барем до завршетка целог пројекта урбанизације Макиша) које би могле да доведу до поплаве у Макишком пољу и према пројектном подручју.

Поплаве услед подизања нивоа подземних вода

Према доступним пијезометријским подацима, просечан ниво подземне воде на подручју Макиша је између 68 и 69 мнв. Максималне вредности су ограничене на 72 мнв, са изузетком пијезометра на 0,9 километара југозападно од Железника, који је достигао 73 мнв 2007. године.

Не може се успоставити директна веза са променом нивоа подземних вода и водостаја Саве у области Макиша. 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.

Управљање ризиком од пораста нивоа подземних вода услед урбанизације Макишког поља

Пројекат урбанизације Макишког поља обухвата укупну површину од 671 хектара. Највећи део (437 ha) 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 75,20 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 свде на три основне шеме:

- Насипање терена, односно вештачко подизање угрожених подручја на ниво који ће обезбедити да слободно формиран ниво подземних вода не буду на већој висини од потребног нивоа;
- Одводњавање угрожених подручја (дренажни бунари са потопним пумпама, дренажни колектори, хоризонтални дренажи, бунари са хоризонталним дренажима и др.), тј. спуштање нивоа подземне воде на жељени ниво;
- Комбинована метода, тј. затрпавањем површине уз одводњавање површина.

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 водоизворишта 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.

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.

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.

Београд се налази унутар подручја, који је дефинисан максималним хоризонталним убрзањем од 0,10 g (низак сеизмички ризик). 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.

Ризик од пожара

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.

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.

Излази у случају опасности

Максимална раздаљина путовања са перона до тачке у којој излазна рута напушта перон не сме бити већа од 100 m. Средство за излаз у случају опасности може бити јавно средство комуникације или може бити одвојено од перона станице.

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.

Не разматра се задржавање на другим нивоима станице. Ниво перона је повезан са нивоом Великог хола који је директно повезан са нивоом улице.

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 (УХО) 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.

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.

8 ОПИС МЕРА ЗА СПРЕЧАВАЊЕ, СМАЊЕЊЕ И ОТКЛАЊАЊЕ СВАКОГ ЗНАЧАЈНИЈЕГ ШТЕТНОГ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

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.

Мере које су предвиђене законом и другим прописима, нормативима и стандардима и роковима за њихово спровођење

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:

- 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);
- Законом о заштити ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009 и 10/2013, 26/2021);
- Законом о водама („Сл. гласник РС“, бр. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018);
- Законом о заштити земљишта („Сл. гласник РС“, бр. 112/15);
- Законом о управљању отпадом („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/18 – др. закон);
- Закон о заштити од буке у животној средини („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021);

Носилац пројекта је у обавези да у фази пројектовања, као и у фази извођења радова испоштује мере заштите животне средине прописане локацијским условима, као и услове надлежних органа и организација добијених у складу са законским прописима.

Мере које ће се предузети у случају удеса

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 РС“, 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 заштити 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 исходovati 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.

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 мнв;
- 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 поплаване. Техничке просторије које би биле погођене односе се само на рад станице. Дакле, у случају поплава, глобално функционисање метроа неће бити захваћено.

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 ангазоване 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 коритити 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, пунвал 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 процедурне и атмосферске воде.

Мере за спречавање загађења подземних вода при изградњи објеката метроа

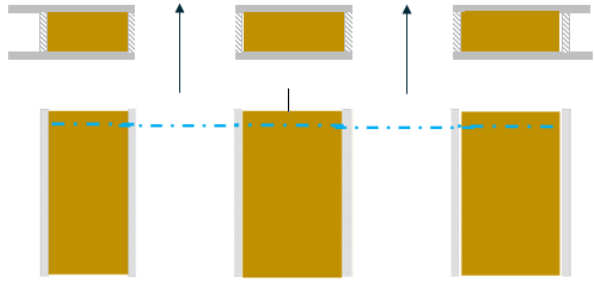
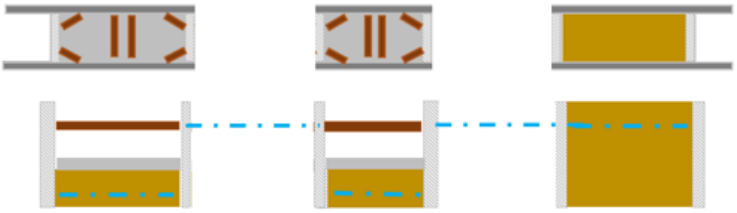
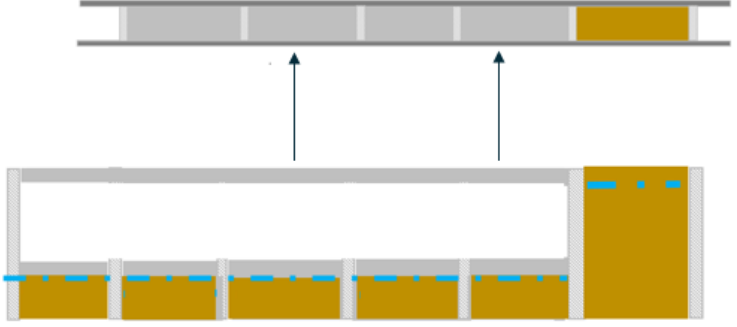
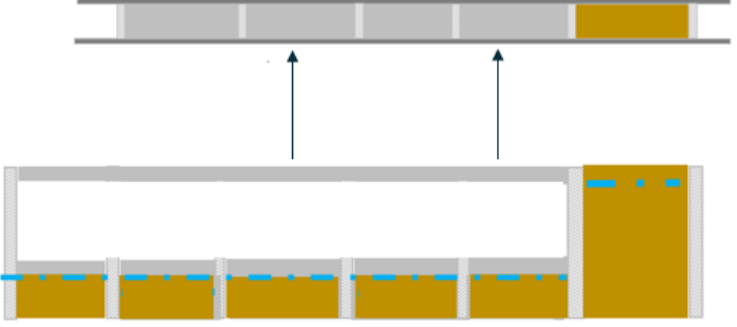
- Генерално, утицај на подземне воде смањује се давањем предности дубоком тунелу у односу на отворени ископ.
- Ограничити проток приликом испумпавања подземне воде на градилиштима подземних објеката – станица и окана.
- Испумпане подземне и атмосферске отпадне воде прикупљати и пречишћавати пре испуштања 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: Потпорна структура и компартментализација. 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: Ископ плићег дела (јужна страна) са пумпом и разупорима/подупирачима. Угаони подупирачи ће бити неопходни за задржавање земљишта у суседним парцелама. Изградња темељне плоче.	
Фаза 3: Конструкција покровне плоче, уклањање подупирача и заустављање пумпања	
Фаза 4: Утврђивање зидова преграда, завршетак изградње и заустављање испумпавања.	

Фаза	Изглед основе и уздужни пресек
Фаза 5: Један од два шипа од лима ће бити повучен (црвена испрекидана линија) након изградње конструкције 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, примениће се метод изградње заснован на компартиментализацији грађевинских подручја.

Слика 8.2 Принципи компартиментализације за отворени ископ у Макишу – зидови дијафрагме

Фаза	Изглед основе и уздужни пресек
Фаза 1: Потпорна конструкција и компартиментализација. 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: Ископ плићег дела (јужна страна) са испумпавањем и подупирачима. Угаони подупирачи ће бити неопходни за задржавање земљишта у суседним парцелама. Изградња темељне плоче.	
Фаза 3: Конструкција покривне плоче, уклањање подупирача и заустављање испумпавања	

- Током изградње, како би се очувала стабилност ископа, биће неопходни

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

- Кретање грађевинских машина ограничити 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 морају 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 исључени.
- Обавештавати околно становништво о предстојећим бучним радовима и њиховом предвиђеном трајању.
- За време извођења радова потребно је 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 раздвајање 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 изградити 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 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).

Компензацијске мере:

Површинска компензација: железничка петља

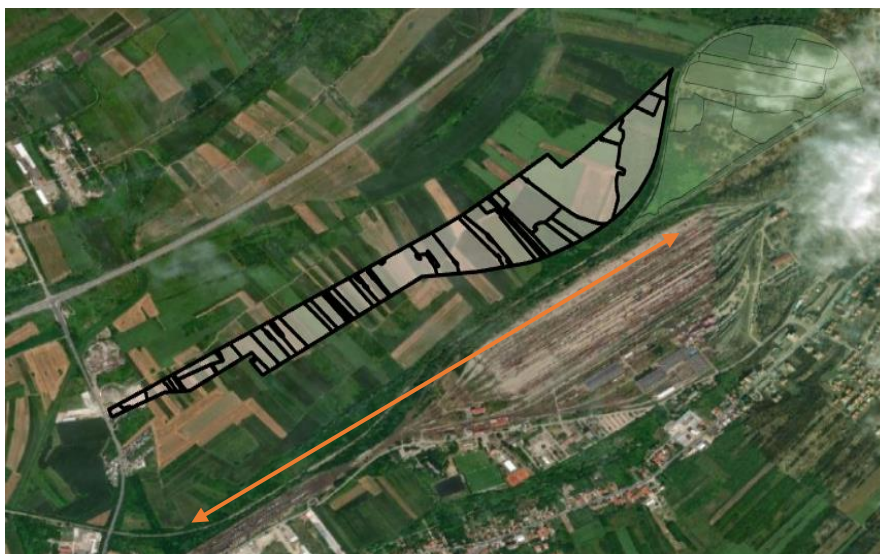
- Потребна компензациона површина може се наћи на железничкој петљи, североисточно од депоа. Површина је око 25 хектара. Пронађена станишта су слична стаништима Макиша: пољопривредно земљиште (35%), шипражје и живица (35%) и шумовито земљиште (30%). С обзиром да се ради о оштећеном станишту, могуће је поставити мере како би се позитивно утицало на животну средину и повећао биодиверзитет.
- Подићи ливадске површине уместо пољопривредних култура на пољопривредном земљишту (8-9 хектара). 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 (14 ха): уклонити неке просторе, дозволити раст других како би се створила микростаништа погодна за Русог сврачка.
- Подићи шуму на површини од 2 хектара како би се добила станишта за средњег ноћника и сеоског детлића.



Слика 8.3 Железничка петља – компензациона површина

Додатне мере:

Железничка петља се разликује од другог полуприродног и природног земљишта. Да би се ово компензационо подручје повезало са другим природним стаништима, дрворед и грмље које следи јарак између железничке петље и југоисточно од поља Макиш неће бити уништени. Штавише, пољопривредно земљиште које управља дужином пољопривредног земљишта биће очувано што је више могуће.



Слика 8.4 Еколошки коридор који иде од и до компензационе локације железничке петље

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.
- Употреба 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).
- Ограничавање утицаја урбаног топлотног острва озелењавањем (садња дрвећа и зелених површина);
- Станице 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;
- Биће засађена нова стабла која ће обезбедити хлад, а изведене зелене површине ће ограничити ефекте урбаних топлотних острва;
- Праћење и замена деформисаних шина по потреби;
- У зависности од степена деградације, радови на санацији деформисаних путева.

Мере у случају хладних таласа

- Обезбеђивање приступа посипањем песка или соли у случају снега или мраза;
- Праћење вишка снега или мраза на шинама;
- По потреби загревање опреме;
- Смањење брзине воза.

Мере у случају јаких ветрова

- Подземне деонице трасе мање су изложене ризицима од олујног невремена;
- Објекти ће бити пројектовани да издрже јаке ветрове, али би из предострожности у случају веће олује линија могла да буде затворена.
- Грађевински објекти треба да буду отпорни на ветар, а гомиле ископаног материјала или других испарљивих производа треба да буду покривене или заштићене у случају јаког ветра;
- У близини железничке пруге, садња ће бити ограничена на изолована стабла;
- Дрвеће ће бити засађено на више од 4 m од колосека и путева.

Мере у случају јаких киша

- Објекти ће поштовати конструктивне мере описане геотехничким студијама.
- Давање предности бетонским праговима у односу на дрвене прагове;
- 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.

- Складиштење ископаног материјала, пре одвожења са градилишта или поновне употребе, биће надзирано како би се избегла контаминација земљишта или воде, посебно постављањем водонепропусних складишта, заштићених од ветра и сл. Извођачев План управљања животном средином ће дефинисати та подручја и њихове карактеристике ;
- Потенцијално контаминирано земљиште мора се складиштити одвојено од чистог земљишта, на водонепропусној површини и прекривено церадом. Квалитет таквог земљишта треба брзо да се процени лабораторијским испитивањима, како би се ограничило трајање привременог складиштења у зони Макишког поља (унутар или ван подручја депоа);
- Материјал од ископа ће бити предмет посебног управљања и одабрани испусти ће зависити од квалитета материјала: поновна употреба на уређеним површинама и косинама насипа или евакуација на друге локације ради поновне употребе (могуће локације: градска гробља, депонија Винча, електрана „Никола Тесла” у Обреновцу...);
- Следивост целокупног материјала од ископа;
- Контрола логистичког ланца управљања ископаним материјалом и прави избор третмана, одлагања или валоризације 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 екстрахују 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 (ТВМ).** Потенцијал за поновну употребу варира у зависности од начина који ће се користити.

Приликом екстракције са суспензијом (slurry) ТВМ, 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 3 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... 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 ха. 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 m³. Након адекватног третмана материјала, ово подручје би могло да прими целокупан ископан материјал из ТВМ1.

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 прејудуцирања 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 М2-2 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 рН вредности. Дакле, присуство пирита може ограничити могућности валоризације и поновне употребе ископаног материјала.

Такође, посебна пажња ће се посветити здрављу и безбедности радника у наведеној области. Ризик у вези са таквим феноменом ће се проценити у Плану управљања животном средином који ће изградити извођач радова. Градилиште и радници биће опремљени на одговарајући начин, а потребно је применити 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, потребно је 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 Е763. Саобраћај на Е763 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 Булеvara војводе Мишића, како би се избегло затварање пута, треба користити и друге технике за изградњу тунела поред отвореног ископа.

Да би Булевар Франше д'Епераа 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 присутна 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 Балшина 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 (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.
- 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 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.
- Потребно је 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, потребно је 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...).
- Неопходно је 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) биће идентификоване и пажљиво обележене како би се избегло непотребно уништавање вегетације;
- Градилишта и привремени грађевински објекти и саобраћајнице које користе камиони за доставу биће обележени и редовно одржавани и чишћени;
- Отпад ће се пажљиво сакупљати и складиштити на посебно одређеним местима и често ће се уклањати;
- Ограђивање/прикривање 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 треба да буду усклађене 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 препоручује се аутохтона дендрофлора и врсте које су најбоље прилагођене локалним педолошким и климатским условима. Избежавати употребу инвазивних и алергених врста;
- Испод и у близини далековаода 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 ће бити враћене 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 би требало да буду ограђене и не би требало да угрожавају површине предвиђене за дејча игралишта, просторе за одмор и рекреацију посетилаца. Треба да се налазе ван саобраћајница, бициклистичких и трамвајских стаза и на удаљености од најмање 8 m од улаза стамбених и пословних објеката. Требало би да буду у нивоу терена, ако то технички није изводљиво, дозвољена је максимална надморска висина од 3 m; минимално 8 m од улаза стамбених и пословних објеката.

Мера компензације:

- Дрвеће ће бити поново засађено што је више могуће (идентичне врсте или еквивалентна морфологија) како би се надокнадило оно што је уништено грађевинским радовима;
- Сва штета мора бити адекватно надокнађена. Предност се даје 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 др.

Топографија и рељеф:

- Постављање привремених ограда може смањити визуелну перцепцију локација за одлагање, ако је потребно;
- 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.

- Подизање свести радника о могућности присуства делова археолошких налазишта.
- За надземне делове метроа потребно је 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 да се наиђу значајнији археолошки налази (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 Улова, 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 питању 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 калдрисане 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, потребно је 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 узorkовање, мерење, анализу посматраног параметра. Одабране организације треба да имају акредитације за параметре обухваћене мониторингом и овлашћење надлежног министарства.

Приказ стања животне средине пре почетка функционисања пројекта на локацијама где се очекује утицај на животну средину

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.

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 БПК₅ 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 БПК₅ 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. БПК₅, 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 ТОС 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.

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.

Резултати добијени за узорке подземних вода показују да су сви параметри у оквиру граничних вредности, осим укупних колиформних 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.

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.

Метода пасивног 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.

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.

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.

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.

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 површинских вода вршиће се на четири локације. Параметри који ће се пратити дефинисани су законском регулативом и обухватају:

- опште параметре: рН, 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, АОХ;
- 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.

Анализа квалитета подземне воде вршиће се квартално, а пратиће се параметри дефинисани наведеном законском регулативом (рН, 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

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. 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“. 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: рН, ХПК, БПК, укупни неоргански 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, ВТЕХ, органски растварачи, азбест, токсичност, температура.

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.

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 96/2021), 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).

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.