

0.10 PROJEKтни ZADATAK



Република Србија
МИНИСТАРСТВО ЗАШТИТЕ
ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Број: 353-02-01488/2017-16

Датум: 04.08.2017.

Београд

ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ		
ПРИЈЕМАЊЕ: 09.08.2017		
Број:	Број:	Број:
1200	002.235058/7-17	

На основу чланова 14. и 33. Закона о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“, број 135/04, 36/09), члана 192. став 1. Закона о општем управном поступку („Службени лист СРЈ“, број 33/97, 31/01 и „Службени гласник Републике Србије“, број 30/10), члана 213. став 1. Закона о општем управном поступку („Службени гласник РС“, број 18/16.) члана 23. став 2. Закона о државној управи („Службени гласник РС“, бр. 79/05, 101/07, 95/10 и 99/14), члана 5а. Закона о министарствима („Службени гласник РС“, бр. 44/14, 14/15, 54/15 и 96/15 – др. Закон и 62/17) и самоосталог члана 13. ст. 2. и 6. Закона о изменама и допунама Закона о министарствима („Службени гласник РС“, бр. 62/17), поступајући по поднетом захтеву носиоца пројекта ЈП ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ, Сектор за кључне инвестиционе пројекте из Београда, Царине Милице 2, Министарство заштите животне средине, Александар Весин, помоћник министра, по решењу о овлашћењу бр. 021-01-5/2/2017-01 од 26.07.2017. доноси

РЕШЕЊЕ

- ОДРЕЂУЈЕ се обим и садржај Студије о процени утицаја на животну средину пројекта: Реконструкција производних агрегата и припадајуће опреме хидроелектране „Потнећ“, инсталисане снаге 3 x 20 MW, на реци Лим, на КР 4026, 4027, 4028/4029 и 4032 КО Бања, СО Прибој и пројекта изградње додатног агрегата на хидроелектрани „Потнећ“ инсталисане снаге 13,3 MW на реци Лим, на КР 4026, 4027, 4028, 4029, 4032 и 4042 КО Бања, СО Прибој
- Обавеза носиоца пројекта је да Студију изради у свему према чл. 17. Закона о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“, 135/04 и 36/09) и чл. 1-10 Правилника о садржини студије о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“ 69/05).
- Нетехнички краћи приказ података наведених у студији израдити као посебан сепарат студије који садржи кључне изводе и податке из свих поглавља студије, написане једноставним нетехничким језиком, са мерама заштите животне средине и програмом праћења утицаја на животну средину, који се наводе у интегралном тексту из студије.
- Уз студију о процени утицаја приложити копије услова и сагласности других надлежних органа и организација издатих у складу са посебним законом.

5. Посилац пројекта дужан је да, у року од годину дана од дана коначности овог решења, поднесе захтев за давање сагласности на студију о процени утицаја пројекта на животну средину из тачке 1. овог решења.

Образложење

Посилац пројекта ЈП ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ, Сектор за кључне инвестиционе пројекте из Београда, Царице Милице 2, обратио се овом органу Захтевом за одређивање обима и садржаја Студије о процени утицаја на животну средину пројекта: Реконструкције производних агрегата и припадајуће опреме хидроелектране Потнећ, инсталисане снаге 3 x 20 MW, на реци Лим, на КР 4026, 4027, 4028/4029 и 4032 КО Бања, СО Прибој и пројекта изградње додатног агрегата на хидроелектрани Потнећ инсталисане снаге 13,3 MW на реци Лим, на КР 4026, 4027, 4028, 4029, 4032 и 4042 КО Бања, СО Прибој, заведеним под бројем 353-02-01488/2017-16 од 21.06.2017.

Уз захтев су приложени попуњени упитници за одлучивање о потреби израде студије о процени утицаја на животну средину (део I и II) и додатна документација:

- Локацијски услови бр. 350-02-02158/2017-14 од 26.09.2016. које је издало Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре;
- Резиме студије оправданости и идејног пројекта реконструкције производних агрегата и припадајуће опреме ХЕ "Потнећ", ЕНЕРГОПРОЈЕКТ Хидроинжењеринг а.д.;
- Резиме студије оправданости са идејним пројектом изградње додатног агрегата на ХЕ "Потнећ", ЕНЕРГОПРОЈЕКТ Хидроинжењеринг а.д.;
- Решење Завода за заштиту природе Србије бр. 020-1497/2 од 23.08.2016.;
- Мишљење Министарства одбране, Сектора за материјалне ресурсе, Управе за инфраструктуру бр. 2393-4 од 10.08.2016.;
- Услови у погледу мера заштите од пожара бр. 217-913/16 од 18.08.2016. које је издало Министарство унутрашњих послова, Сектор за ванредне ситуације, Управа за превентивну заштиту;
- Мишљење у погледу издавања водних услова за израду техничке документације и изградњу додатног агрегата бр. 1-3708/1 од 20.09. 2016. које је издало ЈП СРБИЈАВОДЕ;
- Водни услови бр. 325-05-00917/2016-07 од 21.09.2016. које је издало Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Републичка дирекција за воде;
- Графички прилози;

Поступајући по предметном захтеву овај орган је, сагласно члану 12. ставови 1. и 2., а у вези са чланом 29. Закона о процени утицаја на животну средину, обавестио јавност и заинтересоване органе и организације путем штампаних медија (оглас у листу „Блиц“ од 18.07.2017.) и преко сајта Министарства. У законском року мишљења нису достављена.

ХЕ "Потнећ" представља четврту степенницу у систему Лимских хидроелектрана, изграђена је на десној обали Лимала око 5 км узводно од Прибоја, уз магистрални пут Прибој-Нова Варош. Електрана има три агрегата снаге по 20 MVA.

Планирани пројекат предвиђа реконструкцију, односно замену постојеће опреме новом, бољих карактеристика, у складу са техничким захтевима за постројење овог типа, а без великих измена у разменају опреме. Планирани су радови у оквиру машинског, електро и грађевинског постројења.

Реконструкција машинске опреме обухвата замену виталних делова турбине, система за хлађење агрегата и реконструкцију хидромеханичке опреме. Предвиђени грађевински радови се односе на изградњу монтажано-бетонског објекта за смештај разводног постројења, санацију и адаптацију постојећих челичних конструкција и пратеће радове. У електро делу се планира замена генератора новим веће снаге, замена опреме генераторског напона, трансформаторских блокова, регулационих трансформатора, опреме у разводном постројењу, опреме сопствене потрошње и реконструкцију система управљања заштите и мониторинга агрегата и разводних постројења електране.

Пројектом је предвиђена и изградња додатног агрегата ХЕ "Потпећ", смештеног у новој машинској згради, изводно од бране "Потпећ", на десној обали Лима, уз обавезу испуњавања гарантованог протока од $Q=13,9 \text{ m}^3/\text{sec}$, како је прописано водoprивредном дозволом. Уградњом новог агрегата омогућава се: боље искоришћавање гарантованог протицаја, елиминација проблема рада турбина са малим протицајем, побољшава укупни степен искоришћења водотока и повећава инсталисана снага и годишња производња електричне енергије.

Предметно подручје се не налази у границама заштићеног подручја, а највећи део акумулације Потпећ и ХЕ "Потпећ" представљају неразвијени део јединствене технолошке целине увачко-лимске каскаде акумулација и хидроелектрана. На Лиму ће се формирати Потпећко језеро које ће служити као доња вода и компензациони басен ХЕ "Бистрица".

Ревитализација и реконструкција ХЕ "Потпећ" уклапа се у Стратегију развоја енергетике Републике Србије, где је основни приоритет технолошка модернизација постојећих енергетских система и продужење њиховог радног века, као и повећање производње "зелене" (чисте) енергије.

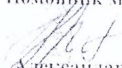
Уредбом Владе Србије утврђена је Листа пројеката за које је обавезна процена утицаја и Листе пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину („Сл. гласник РС" 114/08), при чему се предметни пројекат налази под тачком 15.– бране и други објекти намењени задржавању, или акумулацији воде, на Листи пројеката за које је обавезна процена утицаја на животну средину.

На основу претходно изнетог и увида у достављену документацију, а сагласно члану 14. Закона о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС" 135/04 и 36/09) по коме се одлучује о захтеву, одлучено је као у диспозитиву овог решења.

Плаћена је републичка административна такса у износу од 1 930,00,00 динара у складу са Законом о републичким административним таксама („Сл. гласник РС" 57/2014, 45/2015 и 50/2016), тарифни број 186.

ПОУКА О ПРАВНОМ ЛЕКУ: Против овог решења може се уложити жалба Влади Републике Србије, путем овог органа, у року од 15 дана од дана пријема решења, односно од дана обавештавања заинтересоване јавности о донетом решењу.

Помоћник министра


Александар Веснић

Доставити:

-наслову
-архиви



0.11 **PODLOGE ZA IZRADU PROJEKTNE DOKUMENTACIJE**

- Rešenje Ministarstva zaštite životne sredine Republike Srbije, broj 353-02-01488/2017-16 od 04.08.2017. god.,
- Studija opravdanosti i idejni projekat rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“ Energoprojekt – Hidroinženjering a.d., 2012. god.;
- Sudija opravdanosti sa idejnim projektom izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“, Energoprojekt – Hidroinženjering a.d., 2016. god.;
- Program pražnjenja i punjenja akumulacije „Potpeć“, „Energoprojekt-Hidroinženjering“, oktobar 1999. godine
- Prostorni plan opštine Priboj ("Službeni list opštine Priboj" br. 2/12);
- Plan generalne regulacije gradskog područja opštine Priboj ("Službeni list opštine Priboj" br. 2/12);
- Lokalni plan upravljanja otpadom opštine Priboj 2011-2020, novembar 2011 god.;
- ISO 9613-2:1996(E) Acoustics – Attenuation of sound during propagation out doors – Part 2: General method of calculation;
- Emmision estimation technique manual for fugitive emissions – Australian Government-Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, Version 2.0, januar 2012. god.;
- Rezultati ispitivanja kvaliteta vode reke Lim uzvodno i nizvodno od HE Potpeć za 2016 i 2017. godinu, Institut za zaštitu na radu a.d. Novi Sad;
- Rezultati ispitivanja kvaliteta vode reke Lim uzvodno i nizvodno od HE Potpeć februar 2018. godinu, Gradski zavod za javno zdravlje, Beograd;
- Godišnji izveštaj o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji 2016. godine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2017. god.;
- Izveštaj o stanju životne sredine u JP Elektroprivreda Srbije za 2015. godinu – JP Elektroprivreda Srbije, Direkcija za strategiju i investicije, Sektor za zaštitu životne sredine, januar 2016. god.;
- Studija o proceni uticaja Projekta izgradnje hidroenergetskih objekata Brodarevo 1 i Brodarevo 2 na životnu sredinu, „Energoprojekt-Hidroinženjering“, 2011. god.;
- Studija o proceni uticaja projekta rekonstrukcije HE Seljašnica na životnu sredinu, "Energoprojekt-Hidroinženjering" a.d., 2016. god.;

Zakonska regulativa

- Zakon o zaštiti životne sredine (Sl. glasnik RS br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US i 14/2016);
- Zakon o planiranju i izgradnji (Sl. glasnik RS br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014);
- Zakon o zaštiti prirode (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010, 91/2010 – ispr. i 14/2016);
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. glasnik RS br. 135/2004 i 36/2009);
- Zakon o vodama (Sl. glasnik RS br. 101/2016);
- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS br. 36/2009 i 88/2010);

- Zakon o zaštiti vazduha (Sl. glasnik RS br. 36/2009 i 10/2013);
- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (Sl. glasnik RS br. 135/2004 i 25/2015);
- Zakon o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016);
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS broj 101/05 i 91/2015);
- Zakon o zaštiti od požara (Sl. glasnik RS br. 111/2009 i 20/2015);
- Zakon o vanrednim situacijama (Sl. glasnik RS br. 111/2009, 92/2011, 93/2012);
- Zakon o eksplozivnim materijama, zapaljivim tečnostima i gasovima (Sl. glasnik SRS", br. 44/77, 45/85 i 18/89 i "Sl. glasnik RS", br. 53/93, 67/93, 48/94, 101/2005 - dr. zakon i 54/2015 - dr. zakon);
- Zakon o hemikalijama (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010, 92/2011, 93/2012 i 25/2015);
- Zakon o šumama (Sl. gl. RS br. 30/2010, 93/2012 i 89/2015);
- Zakon o poljoprivrednom zemljištu ("Sl. glasnik RS", br. 62/2006, 65/2008 - dr. zakon, 41/2009, 112/2015 i 80/2017),
- Zakon o kulturnim dobrima (Sl. glasnik RS br. 71/1994, 52/2011 i 99/2011);
- Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu (Sl. glasnik RS br. 36/2009);
- Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda („Službeni glasnik RS”, broj 128/14);
- Naredba o merama za očuvanje i zaštitu ribljeg fonda (“Službeni glasnik RS”, broj 56/15);
- Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. glasnik SR br. 69/2005);
- Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizane ("Sl. glasnik RS", br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016)
- Uredba o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS br. 24/2014);
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012);
- Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda (Sl. glasnik RS br. 67/2011);
- Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS br. 74/2011);
- Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik SRS br. 31/1982);
- Pravilnik o opasnim materijama koje se ne smeju unositi u vode (Sl. list SFRJ br. 3/1966 i 7/1966);
- Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. list SRJ br. 42/1998 i 44/1999);
- Pravilniku o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima (Sl. glasnik RS br. 33/2016);
- Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS

br. 75/2010);

- Pravilnik o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaja o merenju buke (Sl. glasnik RS br. 72/2010);
- Pravilnik o metodologiji za određivanje akustičnih zona (Sl. gl. RS br. 72/10);
- Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik RS br. 11/2010 i 75/2010 i 63/2013);
- Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima (Sl. glasnik RS, br. 104/2009)
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i metodama za njihovo ispitivanje (Sl. glasnik RS br. 23/1994);
- Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. glasnik RS, br. 56/2010);
- Pravilnik o načinu skladištenja, pakovanja i obeležavanja opasnog otpada (Sl. glasnik RS, br. 92/2010);
- Pravilnik o uslovima i načinu sakupljanja, transporta, skladištenja i tretmana otpada koji se koristi kao sekundarna sirovina ili za dobijanje energije (Sl. glasnik RS br. 98/2010);
- Pravilnik o uslovima, načinu i postupku upravljanja otpadnim uljima (Sl. glasnik RS br. 71/2010);
- Pravilnik o načinu i postupku upravljanja otpadnim gumama (Sl. glasnik RS br. 104/09 i 81/2010);
- Pravilnik o listi električnih i elektonskih proizvoda, merama zabrane i ograničenja korišćenja električne i elektornske opreme koja sadrži opasne materije, načinu i postupku upravljanja otpadom od električnih i elektonskih proizvoda (Sl. glasnik RS br. 99/2010).
- Strategija upravljanja vodama na teritoriji Republike Srbijedo 2034.god.; Beograd 2015.god.
- Pravilnik o načinu primene metoda hidroloških merenja i osmatranja (Sl. glasnik RS br. 20/2013);
- Pravilnik o uslovima za uspostavljanje dopunskih mreža meteoroloških i hidroloških stanica (Sl. glasnik RS br. 30/2014);



I TEHNIČKI DEO

SADRŽAJ

1.	Uvod	4
1.1	Podaci o nosiocu projekta	5
1.2	Cilj i metodologija izrade.....	5
2.	Opis lokacije na kojoj se planira realizacija projekta	7
2.1	Geomorfološke, geološke, hidrogeološke, pedološke i seizmološke karakteristika terena.....	10
2.2	Podaci o izvorištu vodosnabdevanja i o osnovnim hidrološkim karakteristikama	44
2.2.1	Izvorišta vodosnabdevanja	44
2.2.2	Hidrološke karakteristike	44
2.3	Procesi erozije	72
2.4.	Prikaz klimatskih karakteristika sa odgovarajućim meteorološkim pokazateljima	72
2.5	Opis flore i faune i zaštićenih prirodnih dobara	73
2.7	Pregled nepokretnih kulturnih dobara	74
2.8	Podaci o naseljenosti, koncentraciji stanovništva i demografskim karakteristikama	74
2.9	Podaci o postojećim privrednim i objektima infrastrukture	74
3.	Opis projekta.....	76
3.1	Opis postojećeg procesa proizvodnje	76
3.2	Opis karakteristika planirane rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“	84
3.2.1	Tehničko rešenje hidrograđevinskih objekata	84
3.2.2	Tehničko rešenje mašinske opreme.....	95
3.2.3	Tehničko rešenje elektro opreme	100
3.3	Opis karakteristika planirane izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“	109
3.3.1	Građevinski deo izgradnje dodatnog agregata	110
3.3.2	Koncepcija izvođenja radova.....	117
3.3.3	Hidromašinska oprema dodatnog agregata	123
3.3.4	Elektro oprema dodatnog agregata.....	124
3.4	Sirovine i produkti	124
4.	Prikaz glavnih alternativa.....	132
5.	Prikaz stanja životne sredine	141
5.1	Stanovništvo	141
5.2	Flora i fauna	141
5.3	Zemljište, voda i vazduh.....	142
5.4	Klimatski činioci	144
5.5	Plivajući nanos	145
6.	Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu.....	147

6.1	Mogući uticaji na kvalitet vazduha, voda, zemljišta, nivoa buke, intenziteta vibracija, toplote i zračenja.....	148
6.2	Mogući uticaji na zdravlje stanovništva.....	151
6.3	Mogući uticaji na meteorološke parametre i klimatske karakteristike.....	151
6.4	Mogući uticaj projekta na ekosisteme.....	152
6.5	Mogući uticaj na naseljenost, koncentraciju i migraciju stanovništva	153
6.6	Mogući uticaj na namenu i korišćenje površina (izgrađene i neizgrađene površine, upotreba poljoprivrednog, šumskog i vodnog zemljišta i sl)	153
6.7	Mogući uticaj na komunalnu infrastrukturu.....	154
6.8	Mogući uticaji na prirodna dobra posebnih vrednosti i nepokretna kulturna dobra i njihove okoline.....	154
6.9	Mogući uticaj na pejzažne karakteristike	154
7.	Procena uticaja na životnu sredinu u slučaju udesa	155
8.	Opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja i, gde je to moguće, otklanjanja svakog značajnijeg štetnog uticaja na životnu sredinu	164
8.1	Mere koje su predviđene zakonom i drugim propisima, normativima i standardima sa rokovima za njihovo sprovođenje	164
8.2	Mere koje su predviđene u toku pripreme i izvođenja projekata.....	169
8.2.1.	Projekat rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“.....	169
8.2.2	Projekat izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“	173
8.3	Mere koje će se preduzeti u slučaju udesa	181
8.4	Planovi i tehnička rešenja zaštite životne sredine	183
8.5	Druge mere zaštite životne sredine.....	185
9.	Program praćenja uticaja na životnu sredinu.....	190
10.	Netehnički kraći prikaz podataka navedenih u tačkama 2. do 9.....	193
11.	Podaci o tehničkim nedostacima ili nepostojanju određenih stručnih znanja i veština	194
12.	Prilog	195

1. Uvod

Vode reka Uvac i Lim, pripadaju hidroenergetskom sistemu Drine, a prirodni uslovi su omogućili da se vode Uvca prevedu u Lim. Od 1953, pa do 1979. godine na reci Uvac izgrađene su tri akumulacione hidroelektrane. Sa izgradnjom hidroelektrana Uvac, Kokin Brod i Bistrica, hidroenergetski potencijal reke Uvac je potpuno iskorišćen.

U dolini reke Uvac izgrađene su tri brane: Uvac, Kokin Brod i Radoinja. Na taj način omogućeno je iskorišćenje hidroenergetskog potencijala u dva pribranska postrojenja (HE Uvac i HE Kokin Brod) i jednom derivacionom (brana Radoinja sa HE Bistrica) sa ukupnom zapreminom sve tri akumulacije od oko $470 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode. Pored Uvca sistemom nasipa, kanala i jednim tunelom, dovedene su i vode Pešterskog polja.

HE „Potpeć“ je četvrta u nizu hidroelektrana ovog sistema. Pregrađivanjem reke Lim stvoreno je jezero Potpeć, korisne zapremine oko $29 \times 10^6 \text{ m}^3$. Intalisana snaga ove hidroelektrane je $3 \times 20 \text{ MVA}$, a prosečna godišnja proizvodnja 210 GWh , što čini 10 % tehnički iskoristivog potencijala Lima.

HE „Potpeć“ nalazi se u blizini Pribojske Banje, 5 km uzvodno od Priboja, kod sela Kalafati. Puštena je u rad 1967. godine. Ima tri turbine ukupne snage 54 MW . Brana je gravitaciona od betona, visine 46 metara.

HE „Potpeć“ obuhvata sledeće delove postrojenja: branu sa prelivima, temeljnim ispustima, ulaznim građevinama i odvodima; mašinsku zgradu sa mašinskom salom u koji su smešteni agregati i komandnom zgradom u međuprostoru brana – mašinska zgrada, u kojoj su smešteni komanda, VFT uređaji, kablovski prostor i odeljenja za smeštaj opreme i ljudi koji rade na eksploataciji i održavanju elektrane, razvodno postrojenje 110 kV , plato transformatora i razvodno postrojenje 35 kV .

Projekat rekonstrukcije HE „Potpeć“ obuhvata revitalizaciju Fransijske turbine, rešetki na turbinskim dovodima, radijalnih ustava preliva i pomoćne opreme rashladnog sistema agregata, zatim generatora sa pobudom, opreme generatorskog napona, transformatora bloka, razvodnog postrojenje 110 kV , sopstvenu potrošnju i upravljanje i zaštitu.

Obim revitalizacije i modernizacije potreban radi dobijanja veće snage i proizvodnje, odnosno osposobljavanja postrojenja za sledeći vek eksploatacije.

Osnovni razlog za izgradnju dodatnog agregata HE „Potpeć“ i ujedno osnovni kriterijum za izbor njegove turbine jeste ekonomična prerada garantovanog ekološkog protoka od $13,9$ ($\sim 14,0$) m^3/s . Konceptcija izgradnje dodatnog agregata HE „Potpeć“ podrazumeva izgradnju: zahvata, dovoda vode, mašinske zgrade i trafo postrojenja za dodatni agregat. U toku i za potrebe izvođenja radova, predviđena je i izgradnja privremenih objekata – zagata, koji će od voda reke Lim štiti građevinsku jamu odvodne vade, i radno-pristupne rampe, kojom će se do nje pristupati.

1.1 Podaci o nosiocu projekta

Naziv : JP ELEKTROPRIVREDA SRBIJE, Beograd, Sektor za ključne investicione projekte g-đa Milka Domazet, dipl.inž.

Adresa : Masarikova br. 1-3, 11000 Beograd, Republika Srbija

Telefon : 011 395 2319

E-mail : milka.domazet@eps.rs

1.2 Cilj i metodologija izrade

U sklopu aktivnosti na realizaciji Projekta rekonstrukcije postojeće HE i Projekta dogradnje novog agregata, a u cilju produženja radnog veka HE "Potpeć", Nosilac projekta je u sklopu izrade planske i projektne dokumentacije, a za potrebe pribavljanja saglasnosti od nadležnih institucija, kod akcionarskog društva "Energoprojekt-Hidroinženjering" iz Beograda, Bulevar Mihaila Pupina br. 12, naručio izradu Studije o proceni uticaja na životnu sredinu, sa osnovnim ciljem da se analizira problematika uticaja planiranih Projekata na životnu sredinu.

S obzirom na karakteristike postojećeg stanja životne sredine na predmetnom području i karakteristike postojećih potencijala sa jedne strane, i karakteristike planiranih Projekata sa druge strane, ukazala se potreba za izradom posebnog studijskog istraživanja, na nivou Studije o proceni uticaja, kojim bi se definisali svi relevantni uticaji koji se mogu pojaviti na relaciji planirani Projekat - životna sredina, kao i mere za sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu i zdravlje ljudi.

Potrebu izrade studije nameće i *Zakon o zaštiti životne sredine* (Sl. glasnik RS br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US i 14/2016), a osnovni metodološki pristup pri izradi predmetne Studije definisan je *Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu* (Sl. glasnik RS br. 135/04 i 36/09) i *Pravilnikom o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu* (Sl. glasnik RS br. 69/05). U saglasnosti sa metodologijom izrade, Studija o proceni uticaja na životnu sredinu je izrađena, pre svega, u cilju definisanja potencijalnih uticaja i određivanja potrebnih mera zaštite životne sredine, kako bi se u toku izgradnje i redovne eksploatacije, kao i u eventualnim akcidentnim situacijama, sprečile i umanjile posledice po životnu sredinu.

Studija je urađena u skladu sa Rešenjem o određivanju obima i sadržaja Studije broj 353-02-01488/2017-16 od 04.08.2017. godine, koje je izdalo Ministarstvo zaštite životne sredine, a na bazi utvrđene lokacije, postojećeg stanja životne sredine na njoj, tehničke dokumentacije, procene mogućeg uticaja predmetnih projekat na životnu sredinu i na osnovu postojećih znanja i raspoloživih podataka.

Za izradu predmetne Studije o proceni uticaja na životnu sredinu korišćeni su uslovi i saglasnosti nadležnih institucija. Osnova za izradu studije su: Studija opravdanosti i idejni projekat rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“ Energoprojekt – Hidroinženjering a.d., 2012. god. i Sudija opravdanosti sa idejnim projektom izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“, Energoprojekt – Hidroinženjering a.d., 2016.

god. Studija o proceni uticaja projekta na životnu sredinu je sastavni deo dokumentacije potrebne za dobijanje dozvole za početak izvođenja radova na rekonstrukciji i dogradnji HE "Potpeć".

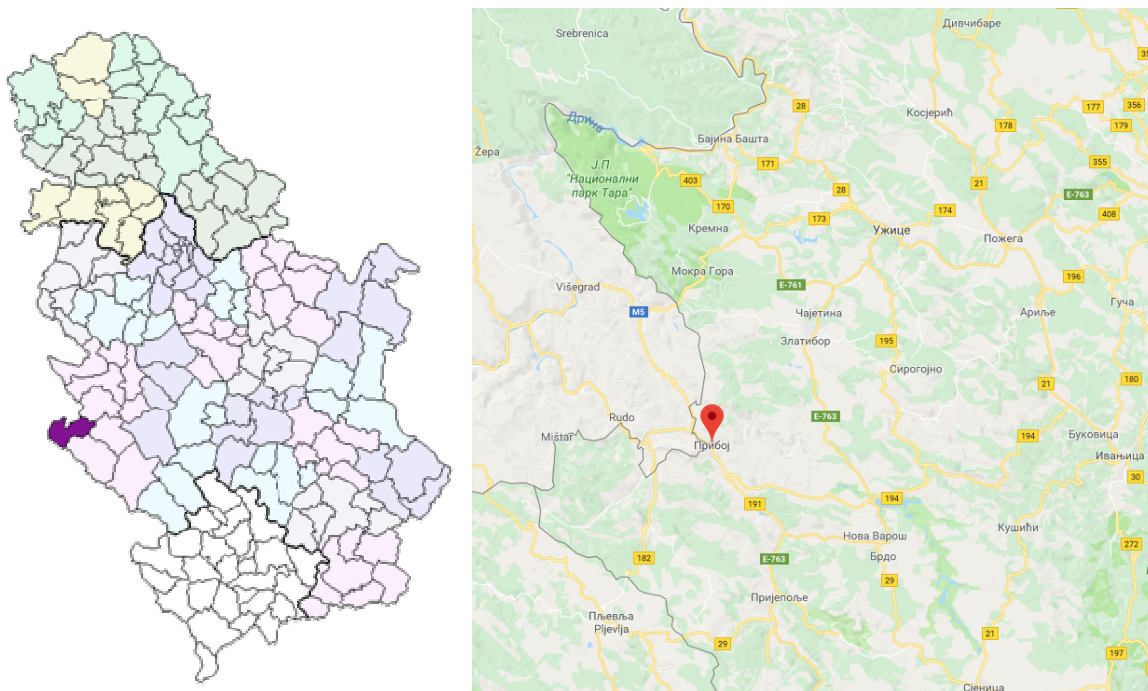
Treba imati u vidu da se prilikom izrade ove Studije, u nameri da se ispoštuju zahtevi pomenutih zakona i pravilnika, kao i da se prikaže što više podataka i informacija vezanih za predmetnu lokaciju i predmetni projekat, nisu mogla izbeći određena ponavljanja.

Svi zaključci i mere zaštite koji su proistekli iz ove Studije predstavljaju obavezu koja se mora ugraditi u plansku i projektnu dokumentaciju i ispoštovati u procesu realizacije planiranog projekta. Sprovođenje mera zaštite je obaveza nosioca projekta i iste podležu inspekcijskom nadzoru nadležnog organa, koji kontroliše njihovo sprovođenje i funkcionalnost.

2. Opis lokacije na kojoj se planira realizacija projekta

Makro lokacija HE

Hidroelektrana Potpeć pripada opštini Priboj, koja se nalazi u jugozapadnom delu Republike Srbije i pripada Zlatiborskom okrugu. (slika 2.1). Opština Priboj, koja je izgrađena na samoj obali reke Lim, nalazi se na tromedi između Republike Srbije, Republike Crne Gore i Republike Srpske.



Slika 2.1 Položaj Opštine Priboj u Republici Srbiji

Akumulacija „Potpeć“ se nalazi na području opština Priboj, Nova Varoš i Prijepolje, koje administrativno pripadaju Zlatiborskom upravnom okrugu zajedno sa preostalim osam opština (Užice, Bajina Bašta, Kosjerić, Požega, Čajetina, Arilje, Nova Varoš i Sjenica).

Slivno područje akumulacije se prostire na teritorijama opština Priboj, Nova Varoš i Prijepolje u Republici Srbiji i na teritorijama opština: Bijelo Polje, Berane, Andrijevica i Plav u Republici Crnoj Gori. Reljef područja akumulacije je brdovit do brdovito-planinski sa kotama od 430 mnm u zoni akumulacije do maksimalno 1300 mnm na slivnom području. U području od 430 mnm do 600 mnm teren je blago zatalasan sa prosečnim nagibom oko 30°, dok su nagibi viših terena od 50° do 60°. Glavnu karakteristiku reljefa područja čini dolina Lima koja se pruža pravcem jug sever.

Priboj se nalazi u dolini reke Lim, odnosno pripada oblasti donjeg Polimlja. Smešten je u levkastom proširenju Limske kotline, koju okružuju planine Pobijenik i Crni Vrh. Grad se naslanja na obale Lima sa obe strane u dužini od oko 5 km

Teritorija opštine, čija je površina 552 km² (što čini 9% površine ukupnog okruga) je omeđena, na istoku sa opštinom Nova Varoš, na jugoistoku sa opštinom Prijepolje, na jugu sa je državna granica sa Crnom Gorom, a na zapadu i državna granica sa Republikom Bosnom i Hercegovinom (Republika Srpska – opštine Rudo i Čajniče).

Priboj je izrazito planinskog karaktera, najniža nadmorska visina je 387 m kod fabrike „Faspini“, a najviša 1486 m – Obar – Javorje. Gradsko jezgro Priboja razvilo se na aluvijalnim ravnicama i rečnim terasama desne obale reke Lim.



Slika 2.2: Priboj



Slika 2.3: Reka Lim

Mikro lokacija HE

HE "Potpeć", teritorijalno i katastarski, pripada opštini Priboj na katastarskim parcelama br. 4027, 4028, 4029, 4032 i 4042, K.O. Banja.

Hidroelektrana „Potpeć“ je locirana na stacionaži km. 53+600 reke Lim kod sela Kalafati u levkastom proširenju limske kotline, okružena planinama Pobijenik na levoj obali i Crnim Vrhom na desnoj obali Lima.

Na istočnoj obali pored jezera prolazi put Priboj - Bistrica - Prijepolje, kao deo magistralne saobraćajnice M21 Užice – Nova Varoš – Prijepolje – Bijelo Polje. Železnička pruga Beograd – Bar je trasirana na desnoj obali od Prijepolja do uliva Bistrice u Lim, dok na potezu uzvodno od Bistrice prelazi na zapadnu obalu akumulacije.



Slika 2.4: HE "Potpeć"

U neposrednoj blizini elektrane, uzvodno oko 2 km, nalazi se deponija-smetlište za opštine Nova Varoš i Priboj.



Slika 2.4: Gradska deponija opština Priboj i Nova Varoš

Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture izdalo je Informaciju o lokaciji, 20.03.2017.godine pod brojem 350-02-00025/2017-14, kojim su utvrđeni uslovi za predmetni projekat HE "Potpeć". U prilogu ove Studije data je kopija pomenute Informacije o lokaciji.

Prostornim planom opštine Priboj, katastarske parcele br. 4027, 4028, 4029, 4032 i 4042, K.O. Banja, opština Priboj, se nalaze u planiranom građevinskom području, u okviru kompleksa HE „Potpeć”.

U prilogu ove Studije o proceni uticaja na životnu sredinu, data je i kopija Plana za ove katastarske parcele, koju je izdala Služba za katastar nepokretnosti Priboj, Republičkog geodetskog zavoda 26.07.2016. godine, pod brojem 953-1/16-107.

Zavod za zaštitu prirode Srbije je izdao Rešenje o uslovima zaštite prirode za izdavanje lokacijskih uslova za rekonstrukciju proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć”, br. 020-744/2 od 13.04.2017. godine i Rešenje o uslovima zaštite prirode za izdavanje lokacijskih uslova za izgradnju četvrtog agregara u HE „Potpeć”, br. 020-1497/2 od 23.08.2016. godine, gde je nakon uvida u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara Srbije i dokumentaciju Zavoda, utvrđeno da se predmetna lokacija ne nalazi unutar zaštićenog područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, kao ni u obuhvatu ekološke mreže. Kopije pomenutih Rešenja su data u prilogu ove Studije.

2.1 Geomorfološke, geološke, hidrogeološke, pedološke i seizmološke karakteristika terena

Geomorfološke odlike terena

U geomorfološkom pogledu, teren šire okoline istražnog prostora predstavlja nisko do srednje planinsko područje. U višim delovima terena, dominiraju pretežno krečnjačke tvorevine, a manje serpentiniti, ili peščari dijabaz rožne formacije. Van istražnog područja dominiraju krečnjaci Banjskog Brda (kota 1289 mnm), krečnjaci Katovske reke (900 mnm), desne dolinske strane, i krečnjaci Lisa stene (1183 mnm), leve dolinske strane. Ostali nisko planinski deo terena kojem pripada i deo terena uže zone istražnog područja uglavnom izgrađuju amfiboliti, ređe amfibolitski škriljci i stene dijabaz rožne formacije.

Pojave jaružanja su dobro zastupljene, a obuhvataju najvećim delom alterisani deo dijabaz rožne formacije, kao i drobinski pokrivač koji je na desnoj obali pretežno debeo. Na desnoj obali, najvećim delom je zastupljen padinski proces koji je sastavljen od glinovitih materijala i uglastih komada osnovne stene koji su transportovani niz padinu.

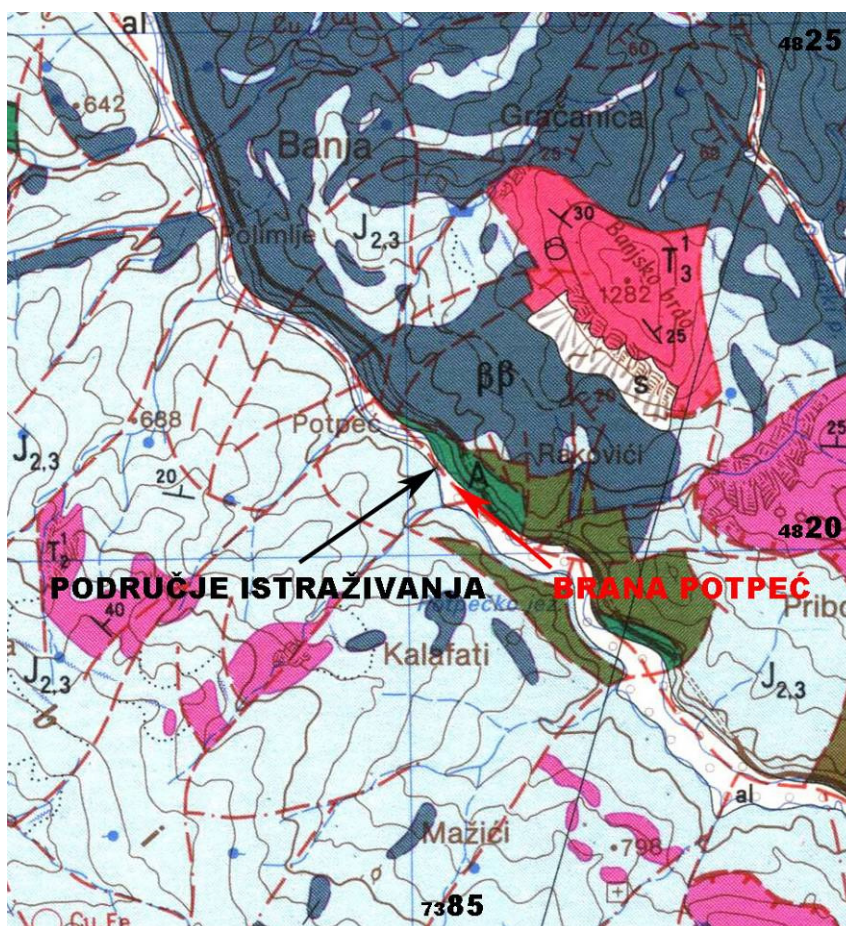
S obzirom na veliki stepen alteracije amfibolitskih stena, kao i pogodnost pojedinih članova ovih formacija na raspadanje pod uticajem atmosferalija, savremeni aktivni procesi klizanja su takođe razvijeni na užem području istraživanja. Na levoj dolinskoj strani nizvodno od mesta brane, formirana su klizišta sa izraženim ožiljcima u terenu. Na desnoj obali, neposredno iznad razvodnog postrojenja 110 kV, sada je umireno klizište koje je sanirano prilikom izgradnje objekta. S obzirom na blizinu lokacije izgradnje buduće mašinske zgrade (oko 25 metara od razvodnog postrojenja 110 kV), treba voditi računa da se prilikom izvođenja kosina ne ugrozi padina koja je sanirana.

Generalni nagib leve padine je do 30°, dok je u zoni izvedenih sanacija padine nagib blaži, do 20°. Lokalno, u zoni izdanaka amfibolita, nagib kosina je strmiji i do 60°.

Uže područje istraživanja je najvećim delom pretrpelo morfološke promene prilikom izgradnje brane HE „Potpeć”. Najveći deo terena je sada pokriven nasutim materijalom, a okolna topografija je izmenjena u toku izvođenja radova, te se u ovom trenutku teško mogu identifikovati određene geomorfološke promene.

Geološka građa terena

Šire istražno područje ispitivanja pripada Centralnoj ofiolitskoj zoni. Posmatrajući sa aspekta šireg područja istraživanja (slika 2-5), teren je izgrađen od vulkanogeno-sedimentne (dijabaz rožnačke) formacije ($J_{2,3}$), koja je u litološkom smislu složena. Predstavljena je smenom peščara i glinaca. Glinci su sa sočivama rožnaca crvene boje, koji se javljaju podređeno, i laporovitih krečnjaka sa rožnacima. Dijabazi i spiliti javljaju se kao posebna vulkanska tela, ređe kao sočiva. Zauzimaju severni deo karte.



Slika 2.5. Detalj sa OGK list Prijepolje 1:100 000

Na slici su korišćene sledeće oznake:

- al Aluvion;
- S Sipari;
- A Kontaktno promenjene stene: amfibolitski škriljci i amfiboliti;
- Se Serpentiniti harcbuburgitski i serpentiniti;
- $\beta\beta$ Dijabazi i dijabazne breče;
- $J_{2,3}$ Dijabaz-rožnačka formacija: smena preščara i glinaca sa laporovitim krečnjacima;
- T_2^1 Slojeviti krečnjaci;
- T_3^1 Bankoviti i masivni krečnjaci.

Nakon izvedenih istražnih bušotina za potrebe izrade ovih Geoloških podloga, konstatovano je da je uže područje ispitivanja izgrađeno od amfibolita, amfibola i amfibolitskih škriljaca.

Dobro razvijen stepen alteracije osnovne stene je konstatovan u svim istražnim bušotinama. Amfiboliti su u vodozasićenom stanju zelene boje, čvrsti i dobro ispucali. Od minerala su zastupljeni zeleni pirokseni, zatim amfiboli (crna horblendita) sa različitim učešćem feldspata, koji stenskoj masi daju svetliju boju. Učešće kvarca je konstatovano u svim istražnim bušotinama i njegova koncentracija se povećava sa porastom dubine.

U pogledu strukture ovih stena treba naglasiti da je škriljavost izražena samo u vidu paralelne orijentacije zrna, a nikako u vidu učestalosti preslojavanja, tako da ova stenska masa nema odlike i karakteristike klasičnih škriljaca.

U pogledu kvartarnih sedimenata, na ovom području su zastupljeni padniski nanosi u vidu deluvijalnih naslaga koje su izgrađene od glinovitog materijala sa uklopcima transportovanih odlomaka osnovne stene. Proluvijalne i aluvijalne naslage su ređe zastupljene. Na osnovu uvida u rezultate kartiranja novih izvedenih bušotina, konstatovano je da je u ovoj zoni dobro razvijen stari terasni nanos, koji je sačinjen od zaobljenih glinovitih oblutaka transportovanog materijala. Ostaci stare rečne terase su zabeleženi u svim istražnim radovima, gde je podina izgrađena od muljevitih i prašinih naslaga, dok je podina izgrađena od šljunka različite granulacije. Ovaj podatak predstavlja novinu u odnosu na izvedeno stanje i postojeće podloge koje su bile dostupne Projektanu. Pretpostavlja se da uzroke ovakvog stanja treba tražiti u činjenici da je ova zona istraživanja bila od manjeg značaja prilikom izgradnje brane, te da je akcenat ispitivanja i istraživanja bio dat uslovima izvođenja gravitacione brane Potpeć.

Tehnogen proces (nasip) je široko zastupljen i isti najvećim delom prekriva posmatarno istražno područje. Nasip je heterogenog sastava, preovlađuje grubozrna drošina sa manjim učešćem glinovitog materijala. U zoni izvedenih kosina prema koritu reke, nasip je dobro zbijen kamenim nabačajem.

Tektonika

Posmatrajući šire područje istraživanja, razvitak dijabaz rožne formacije ukazuje na intezivne tektonske pokrete, kako prilikom formiranja ove serije, tako i kasnijim pomeranjima. S obzirom da su amfibolitske stene najvećim delom u podlozi dijabaz rožne formacije i da na kontaktu nisu zapažane nikakve tektonske promene (metamorfizam u kontaktu sa dijabazima, izmenjenost i oštećenost), pretpostavlja se da su amfiboliti starije formacije od dijabaz rožne formacije.

Na osnovu površinskog pregleda terena koji je maskiran, teško je proceniti stepen tektonske oštećenosti stena koje izgrađuju užu područje istraživanja, kao i u kojim odnosima se manifestuju glavni pravci tektonike stenskih masa. Analizirajući postojeću dokumentaciju nisu dokumentovana veća razlamanja, ili rasedanja na prosotru oko brane i pribranskih objekata. Pretpostavlja se da su pojave amfibolitskih stena kontinualno rasprostranjene duž čitavog profila brane i pribranskih objekata, bez većih tektonskih pomeranja.

Seizmološki uslovi

Opšti podaci o regionalnoj seizmičnosti

HE „Potpeć“ nalazi se na reci Lim, kod sela Kalafati, na 5 km uzvodno od Priboja. Geografske koordinate mesta brane su: $\varphi = 43,5224610^\circ \text{ N}$ i $\lambda = 19,576670^\circ \text{ E}$.

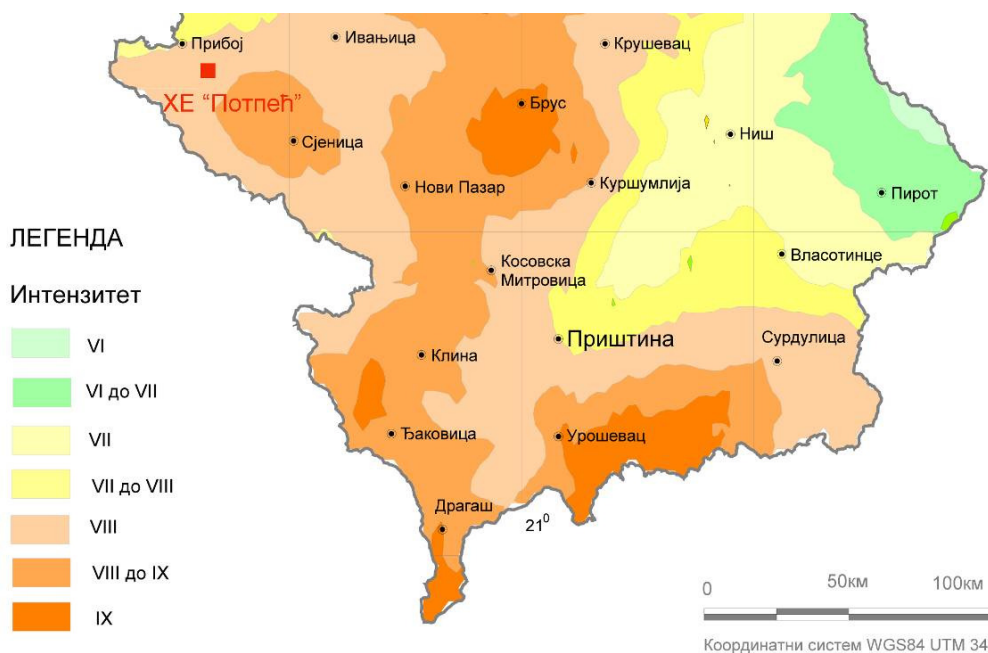
Sa slika 2.6 – 2.8 se vidi da lokacija brane spada u VI° do VII° stepen prema EMS-98 za povratni period od 95 godina, za povratni period od 475 godina u VIII°, s tim što je u neposrednoj blizini Sjeničke seizmogene zone koja je X° EMS-98, dok je za povratni period

od 975 godina u zoni IX° EMS-98 i u neposrednoj blizini sjeničke seizmogene zone koja je X+° EMS-98.

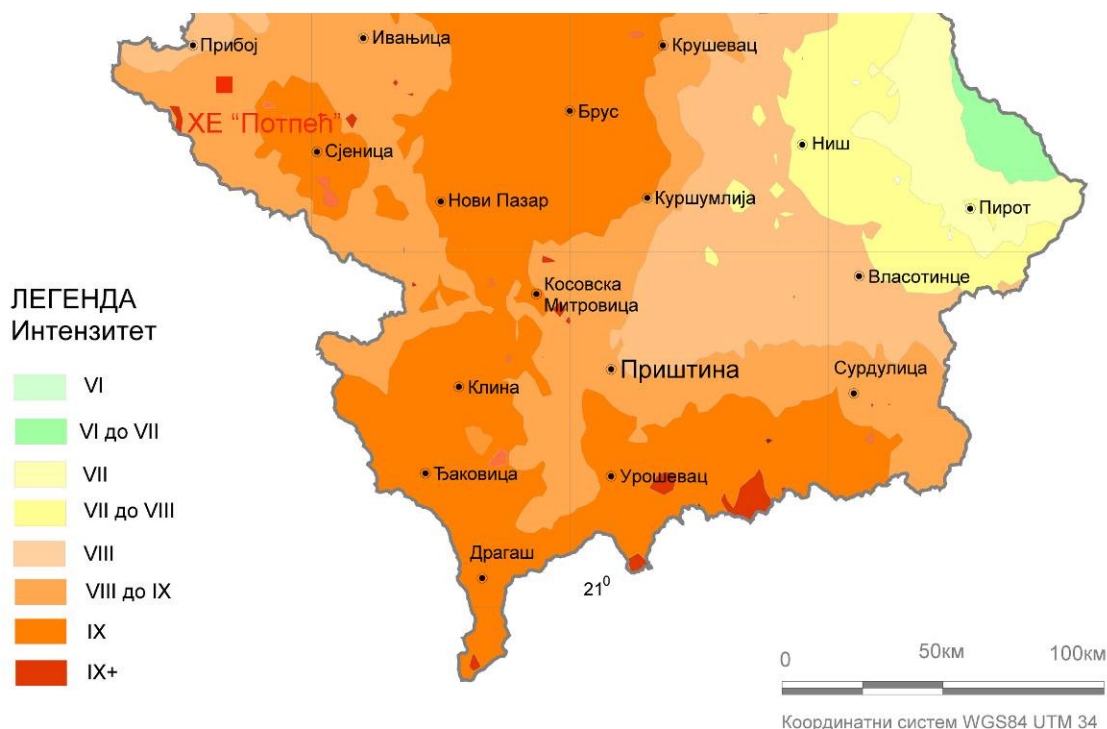
Sa slika 2.9 – 2.11 se vidi da se prema ovim kartama seizmičkog hazarda na lokaciji brane mogu očekivati seizmička ubrzanja od 0,04 – 0,06 g za povratni period od 95 godina, za povratni period od 475 godina od 0,10 – 0,12 g, dok se za povratni period od 975 godina mogu očekivati seizmička ubrzanja od 0,14 – 0,16 g.



Слика 2.6. Макросеизмићи интензитет на површини локалног тла вероватноћа превазилажења 10% у 10 година (повратни период 95 година) изражен у степенима по EMS-98 (Републички сеизмолошки завод)



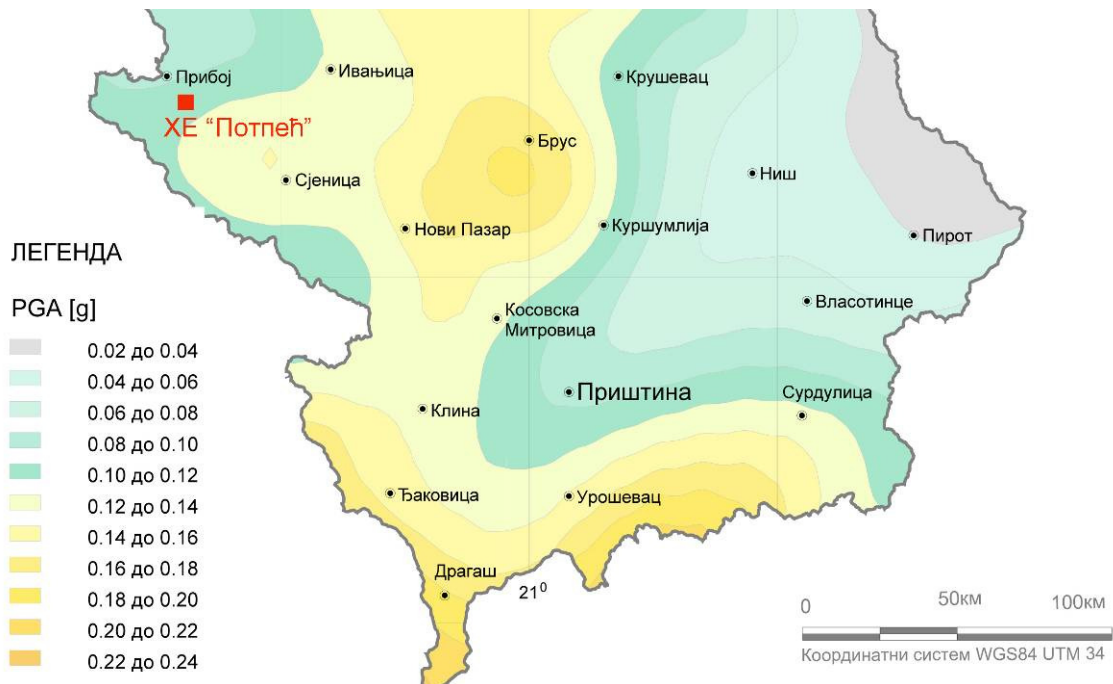
Слика 2.7 Макросеизмићи интензитет на површини локалног тла вероватноћа превазилажења 10% у 50 година (повратни период 475 година) изражен у степенима по EMS-98 (Републички сеизмолошки завод)



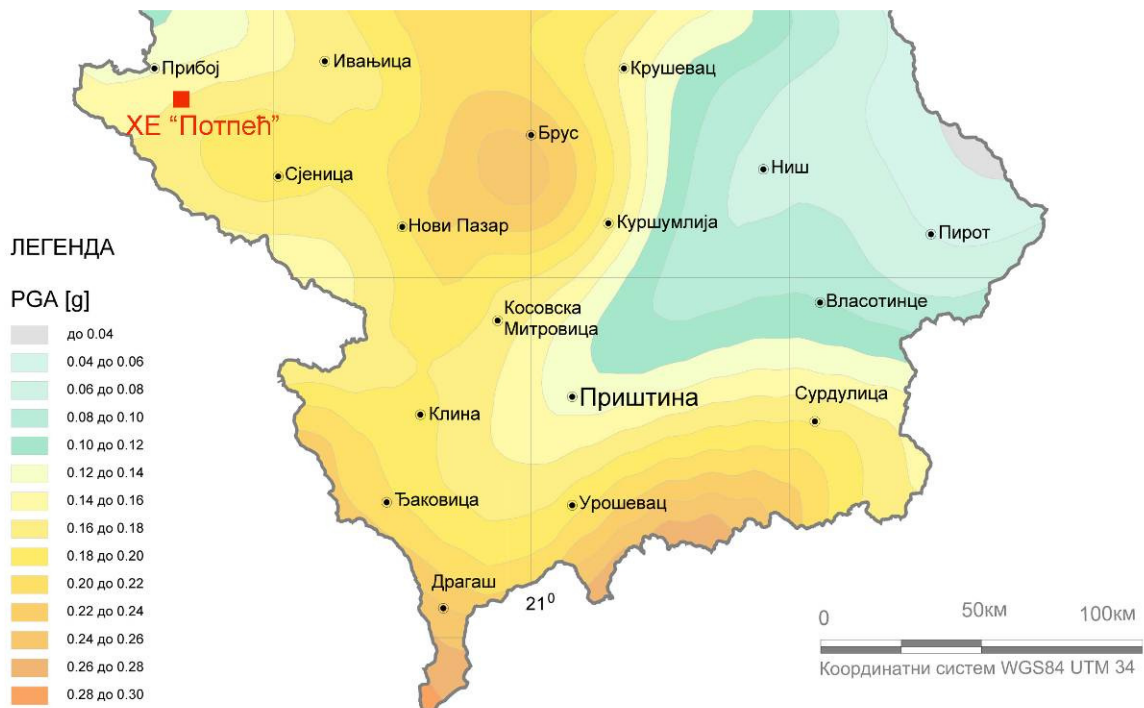
Slika 2.8 Makroseizmički intenzitet na površini lokalnog tla verovatnoća prevazilaženja 5% u 50 godina (povratni period 975 godina) izražen u stepenima po EMS-98 (Republički seizmološki zavod)



Slika 2.9. Maksimalno horizontalno ubrzanje na tlu tipa A ($V_{s30} = 800$ m/s) verovatnoća prevazilaženja 10% u 10 godina (povratni period 95 godina) (Republički seizmološki zavod)



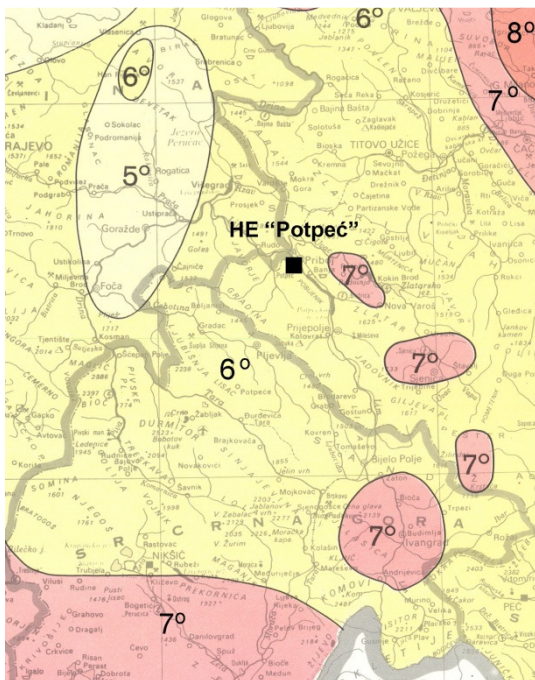
Slika 2.10 Karta seizmičke regionalizacije SR Srbije, 1973. Maksimalno horizontalno ubrzanje na tlu tipa A ($V_{s30} = 800$ m/s) verovatnoća prevazilaženja 10% u 50 godina (povratni period 475 godina) (Republički seizmološki zavod)



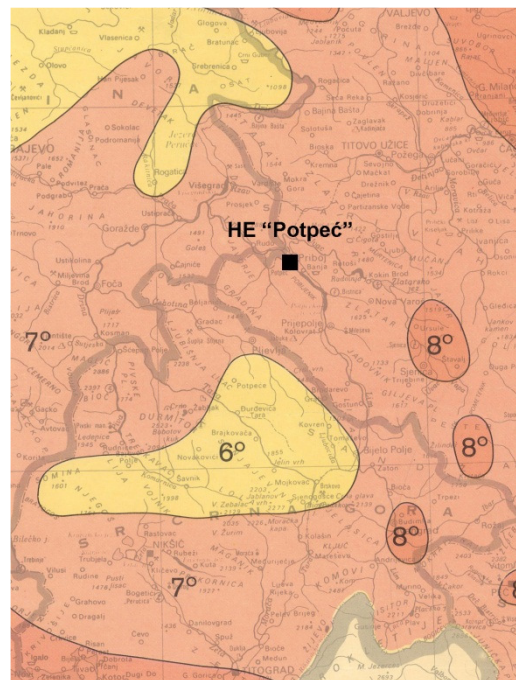
Slika 2.11. Maksimalno horizontalno ubrzanje na tlu tipa A ($V_{s30} = 800$ m/s) verovatnoća prevazilaženja 5% u 50 godina (povratni period 975 godina) (Republički seizmološki zavod)

Prema seizmološkoj karti SFRJ (1987.), koja je osnova za „Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima“, ispitivana lokacija se za povratni period od 50 godina nalazi u zoni 6°MCS (slika 2.12), na oko 10 km od zone 7°MCS (Uvac). Za povratni period od 100 godina, mesto brane se nalazi u zoni

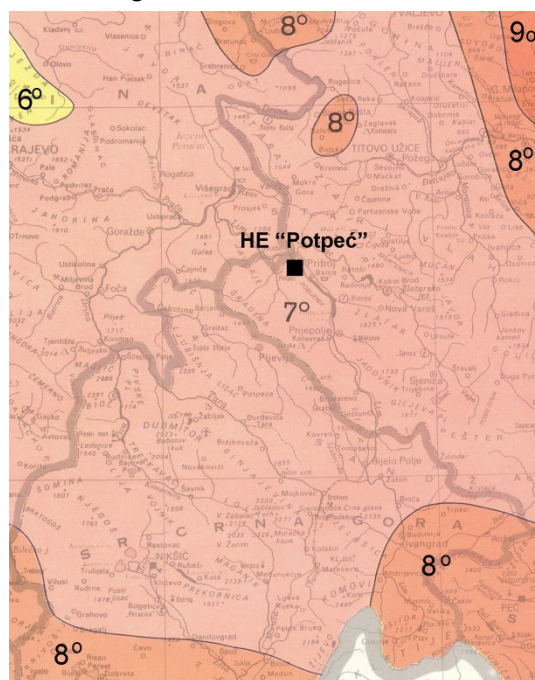
7°MCS (slika 2.13), na oko 40 km od seizmogene zone Sjenice (8°MCS). Za povratni period od 200 godina lokacija je takođe u zoni 7°MCS (slika 2.14) i na oko 35 km od zone 8°MCS (Bajina Bašta). Za povratne periode od 500 (slika 2.15) i 1000 godina (slika 2.16) mesto brane je u zoni 8°MCS i na 24 km od seizmogene zone Sjenice (9°MCS), dok je za povratni period od 10000 godina takođe u zoni 8°MCS (slika 2.17), ali na 20 km od seizmogene zone Sjenice (9°MCS).



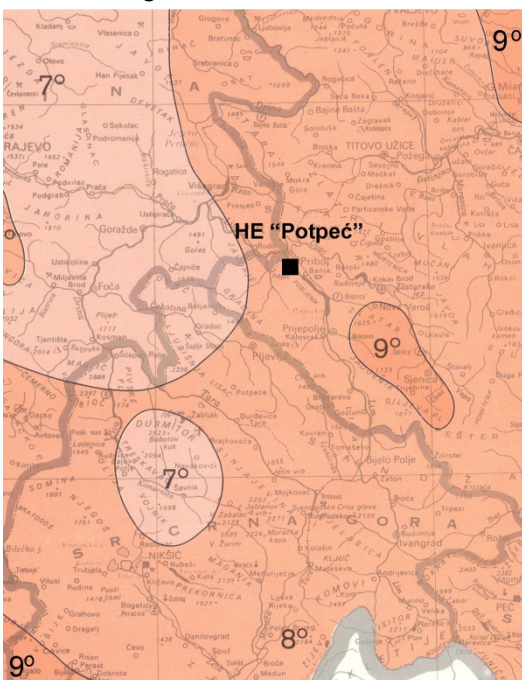
Slika 2.12. Seizmološka karta za povratni period od 50 godina



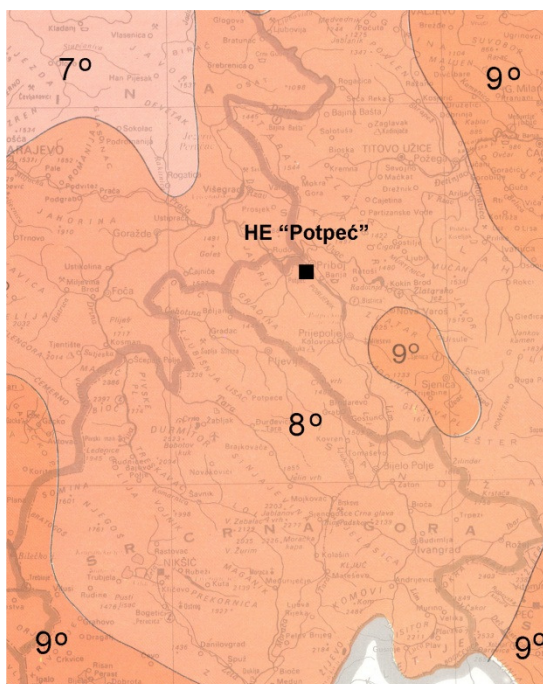
Slika 2.13. Seizmološka karta za povratni period od 100 godina



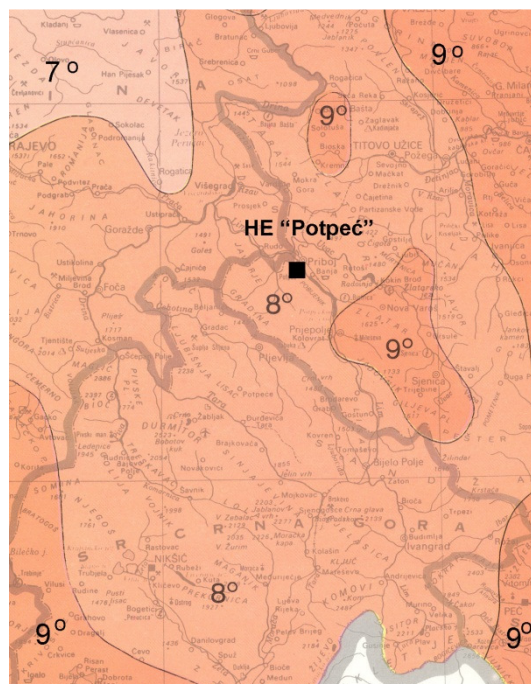
Slika 2.14. Seizmološka karta za povratni period od 200 godina



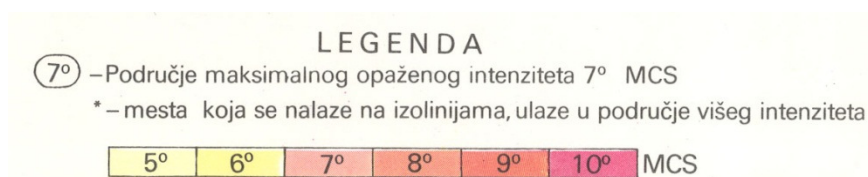
Slika 2.15. Seizmološka karta za povratni period od 500 godina



Slika 2.16. Seizmološka karta za povratni period od 1000 godina



Slika 2.17. Seizmološka karta za povratni period od 10000 godina



Za potrebe Generalnog projekta ugradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“, formiran je katalog instrumentalnih zemljotresa (period 1901-2015.) na osnovu različitih izvora i izvršena je standardizacija podataka, kao i katalog istorijskih zemljotresa (pre 1901. godine). Projektni seizmički parametri određeni u ovom radu odnose se isključivo na lokaciju HE „Potpeć“.

Raspoloživi seizmički podaci

Istorijski zemljotresi

Za podatke o istorijskim zemljotresima u krugu poluprečnika $R \leq 250$ km od lokacije brane, korišćeni su sledeći izvori:

1. Karnik (1971);
2. UNPD – Catalogue of Earthquakes (1974);
3. Ganse & Nelson-a (1981);
4. BEEC-A Basic European Earthquake Catalogue and a Database for the Evaluation of long term Seismicity and Seismic Hazard (BEECD);
5. NOAA-Katalog NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, USA);
6. SKJ – Seizmološka karta Jugoslavije, Raspored najvećeg inteziteta potresa 360-1949.
7. Republički seizmološki zavod, Katalog zemljotresa $M_w \geq 3,5$ Republike Srbije, 16.06.1456 – 31.12.2010. godine;

Na taj način, dobijen je katalog istorijskih zemljotresa koji obuhvata ukupno 202 zemljotresa $I_0 \geq 6^\circ$ MCS.

Najstariji zabeležen zemljotres u poluprečniku od $R=250$ km od posmatrane lokacije zabeležen je 342. godine n.e. na epicentralnom rastojanju od oko 244 km jugoistočno od mesta brane (Skadar). Intezitet u epicentru je iznosio $I_0 = 8,5^\circ$ MCS, što je na posmatranoj lokaciji izazvalo potres inteziteta $I = 4,0^\circ$ MCS.

Istorijski zemljotres najbliže posmatranoj lokaciji dogodio se 06.12.1879. godine u okolini Pljevalja. Intezitet potresa u epicentru je iznosio $I_0 = 7^\circ$ MCS, što bi odgovaralo makroseizmičkoj magnitudi od $M_m = 4,7$, odnosno konvertovano u magnitudu seizmičkog momenta, $M_w = 4,3$. Zemljotres se dogodio na epicentralnom rastojanju od oko $R=24$ km, što je izazvalo seizmička ubrzanja od $a = 33,20$ cm/s².

Istorijski zemljotres sa najvećim intezitetom u epicentru bio je dubrovački zemljotres od 06.04.1667. godine, koji se dogodio na epicentralnom rastojanju od 144 km. Intezitet ovog potresa u epicentru je iznosio $I_0 = 10^\circ$ MCS, a makroseizmička magnituda je procenjena na 7,3 (podatak Republičkog seizmološkog zavoda Crne Gore). Na osnovu proseka vrednosti iz atenuacionih relacija primenjenih u ovoj Studiji, on je na ispitivanim lokacijama mogao da izazove ubrzanje od $a = 40,50$ cm/s². Od istorijskih zemljotresa, ovaj zemljotres je imao najjači uticaj na lokaciju brane „Potpeć“.

Instrumentalni podaci

Instrumentalni podaci za teritoriju Srbije postoje od 1901. godine. Katalog koji je korišćen u ovoj analizi sačinjen je iz sledećih izvora:

1. Katalog „Energoprojekt – Hidroinženjering“-a formiran u birou za geologiju, hidrogeologiju i geofiziku, na osnovu kataloga UNESCO-UNDP (Šebalin i Hadžijevski) za Balkan, dopunjen podacima Seizmološkog zavoda Srbije, Beograd (SZS) i podacima Seizmološkog zavoda Crne Gore (SZCG), kao i podacima iz publikacija za period 1901 – 1970. godine;
2. UNPD – Catalogue of Earthquakes (1974);
3. NOAA-Katalog NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, USA);
4. Katalog USGS National Earthquake Information Center (NEIC), za period od 1973 – 2007.
5. Composite Earthquake Catalogue ANNS (Advanced National Seismic System) koji obuhvata period od 1945 – 2015. godine;
6. Katalog IRIS-a (Incorporated Research Institutions for Seismology), za period 1964 – 2015. godine;
7. ISC (International Seismological Centre) On Line Bulletin koji obuhvata period 1921 – 2015. godine;
8. GFZ Potsdam - Earthquake Bulletin, za period 2004 – 2015.(GEOFON);
9. Hungarian Earthquake Catalogue (456 – 1986);
10. Republički seizmološki zavod, Katalog zemljotresa $M_w \geq 3.5$ Republike Srbije, 16.06.1456 – 31.12.2010. godine;

U obzir su uzeti podaci o zemljotresima sa epicentralnim rastojanjem od $R=250$ km od lokacije brane, magnitude $M_w \geq 4$.

Izvršeno je poređenje i usaglašavanje podataka iz različitih izvora, gde je za kriterijum izbora parametara zemljotresa uzeta pouzdanost podataka ili izvora, a u slučaju podjednake

pouzdanosti, usvojene su nepovoljnije vrednosti, tj. veća magnituda i položaj epicentra bliži mestu brane, čime se stalo na stranu veće sigurnosti.

Sistematizacija podataka

Kao osnova za sistematizaciju podataka poslužio je Katalog Republičkog seizmološkog zavoda koji obuhvata zemljotrese od 16.06.1456 – 31.12.2010. godine, koji su sistematizovani i čije magnitude su konvertovane u magnitude seizmičkog momenta.

U ostalim pomenutim katalozima, magnitude zemljotresa su date kao m_b , M_L , M_S , M_D i M_w . Za potrebe analize instrumentalnih podataka, one su sve konvertovane u M_w (magnitude seizmičkog momenta), s obzirom da one najbolje reprezentuje karakteristike seizmičkog izvora i tektonske posledice zemljotresa, kao i energiju seizmičkih talasa za dužine razloma manje od 100 km.

Za m_b , M_L i M_S magnitude sračunat je seizmički momenat korišćenja sledećih relacija (Chen & Chen, 1988):

$$\log M_0 = 1,5 \cdot m_b + 8,0 \quad \text{za } 3,8 < m_b \leq 5,2 \quad (1)$$

$$\log M_0 = 3,0 \cdot m_b + 1,2 \quad \text{za } 5,2 < m_b \leq 6,5 \quad (2)$$

$$\log M_0 = 1,0 \cdot M_L + 10,5 \quad \text{za } M_L \leq 3,6 \quad (3)$$

$$\log M_0 = 1,5 \cdot M_L + 8,7 \quad \text{za } 3,6 < M_L \leq 5,0 \quad (4)$$

$$\log M_0 = 3,0 \cdot M_L + 1,2 \quad \text{za } 5,0 < M_L \leq 6,3 \quad (5)$$

$$\log M_0 = 1,0 \cdot M_S + 12,2 \quad \text{za } M_S \leq 6,4 \quad (6)$$

$$\log M_0 = 1,5 \cdot M_S + 8,0 \quad \text{za } 6,4 < M_S \leq 7,8 \quad (7)$$

$$\log M_0 = 3,0 \cdot M_S - 2,7 \quad \text{za } 7,8 < M_S \leq 8,5 \quad (8)$$

Za sve relacije M_0 je u [Nm].

M_D magnitude (određene na osnovu dužine trajanja potresa) su tretirane kao M_L magnitude, s obzirom da se one uglavnom određuju lokalno za određenu stanicu, ili mrežu stanica i usklađuju sa najoptimalnijom M_L – amplitudnom skalom.

Na osnovu dobijenih vrednosti seizmičkog momenta M_0 , sračunate su M_w magnitude na osnovu relacije:

$$M_w = \frac{2}{3} \log M_0 - 6,7 \quad (9)$$

Epicentralna rastojanja zemljotresa od mesta brane sračunata su preko relacija (10) i (11).

$$\Delta^2 = (\varphi - \varphi_0)^2 + (\lambda - \lambda_0)^2 \cdot \cos^2[-1/2 \cdot (\varphi + \varphi_0)] \quad (10)$$

gde je:

Δ - ugaono rastojanje u stotim delovima, [°];

φ - geografska širina epicentra u stotim delovima, [°];

φ_0 - geografska širina posmatrane lokacije u stotim delovima, [°];

λ - geografska dužina epicentra u stotim delovima, [°];

λ_0 - geografska dužina posmatrane lokacije u stotim delovima, [°];

Data jednačina se koristi za $\Delta \leq 6,5^\circ$, što je ovde slučaj.

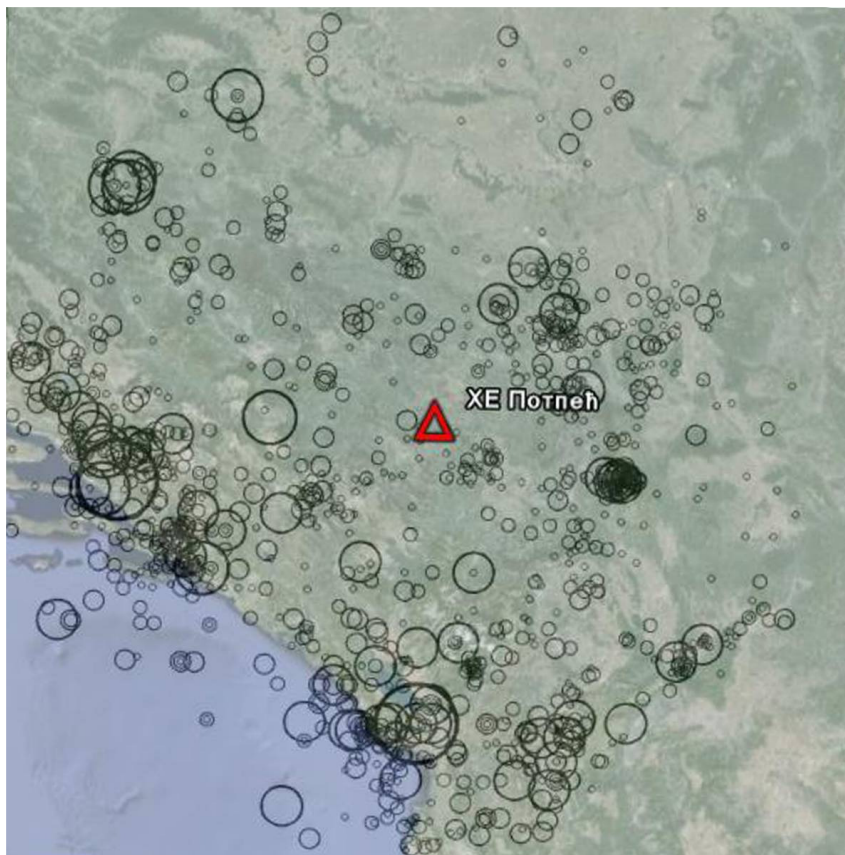
Ugaono rastojanje Δ je pretvoreno u kilometre tako što su stepeni konvertovani u radijane, a zatim množenjem lokalnim radijusom zemlje r , gde je:

$$r = 6371 + h \text{ [km]} \quad (11)$$

a h [km], predstavlja lokalno odstupanje od srednjeg poluprečnika sfere, koje za konkretan slučaj iznosi $h = 3$ km.

Na taj način, formiran je radni katalog, koji obuhvata zemljotrese koji su se dogodili od 1901 – 2015. godine na području poluprečnika $R=250$ km od posmatrane lokacije (površina $S = 196\,349 \text{ km}^2$), magnituda $M_w \geq 4$. Katalog obuhvata ukupno 1335 događaja.

Na slici 2.18 prikazani su epicentri zemljotresa obuhvaćenih ovim katalogom. U posmatranom regionu ($R = 250$ km od posmatrane lokacije), registrovano je ukupno 15 zemljotresa magnitude $M_w \geq 6,0$, od čega su dva imala magnitudu $M_w = 6,5$, što su i najveće instrumentalno zabeležene magnitude u posmatranom području. To su bili zemljotresi od 01.06.1905. godine – Skadar i 15.03.1923. godine – Tihaljina. Oni nisu bili od većeg uticaja za posmatranu lokaciju. Ubrzanja koja su izazvali bila su ispod $a = 30,00 \text{ cm/s}^2$. Nešto veći uticaj na posmatranu lokaciju imao zemljotres od 11.06.1962. godine (Treskavica) $M_w=6,0$, koji se dogodio na epicentralnom rastojanju od $R = 95,14$ km i izazvao ubrzanje od $a = 29,21 \text{ cm/s}^2$. Svi ostali snažni zemljotresi ($M_w \geq 6,0$) dogodili su se na većim epicentralnim rastojanjima i izazvali su manja ubrzanja na ispitivanoj lokaciji.

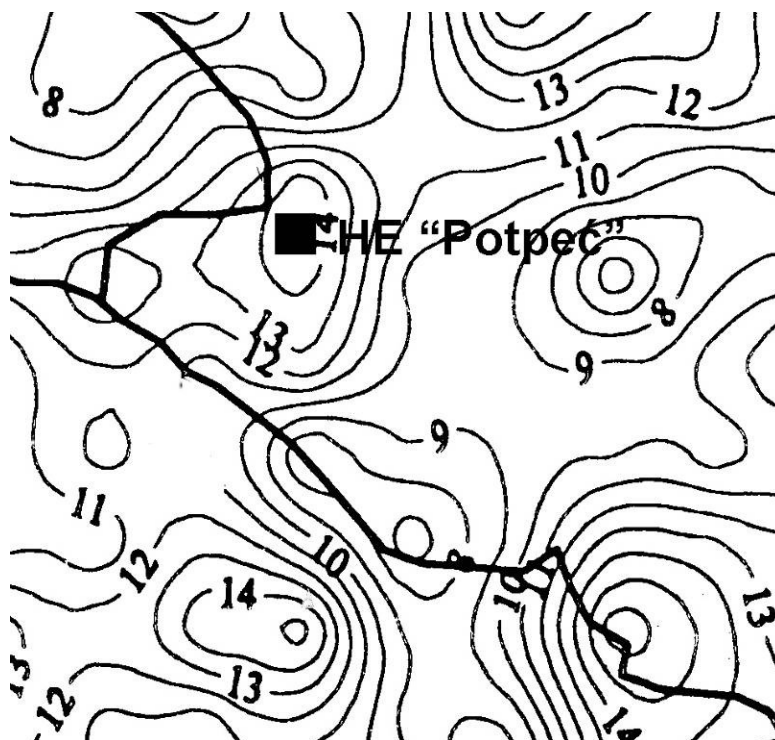


Slika 2.18. Epicentri zemljotresa $M_w \geq 4,0$ u periodu 1901-2015. godine, u radijusu 250 km od mesta brane Potpeć

Zemljotres koji se dogodio najbliže posmatranoj lokaciji bio je događaj od 25.09.1994. godine. Magnituda mu je iznosila $M_w=4,4$, a dogodio se na dubini od $h=5,0$ km, na epicentralnom rastojanju od samo $R = 5,66$ km, što je na osnovu proseka iz primenjenih atenuacionih relacija izazvalo ubrzanje od $a = 81,95 \text{ cm/s}^2$ (u osnovnoj steni). Ovo je ujedno i zemljotres koji je imao najveći uticaj na posmatranu lokaciju.

Dubine ognjišta u regionu ($R=250$ km od posmatranog područja) se kreću od $h = 0,5$ km do $h = 73$ km. Od toga 156 je plitko, na dubini $h \leq 5$ km, a 947 spadaju u normalne zemljotrese prema dubini ognjišta, tj. na dubini od 5 – 50 km, od čega 742 na dubinama između 10 i 20 km. Na dubinama većim od 50 km registrovano je samo 8 zemljotresa.

Na slici 2.19 su prikazane prosečne dubine ognjišta u široj zoni ispitivane oblasti. Kao što se vidi, one se kreću oko 14 km.



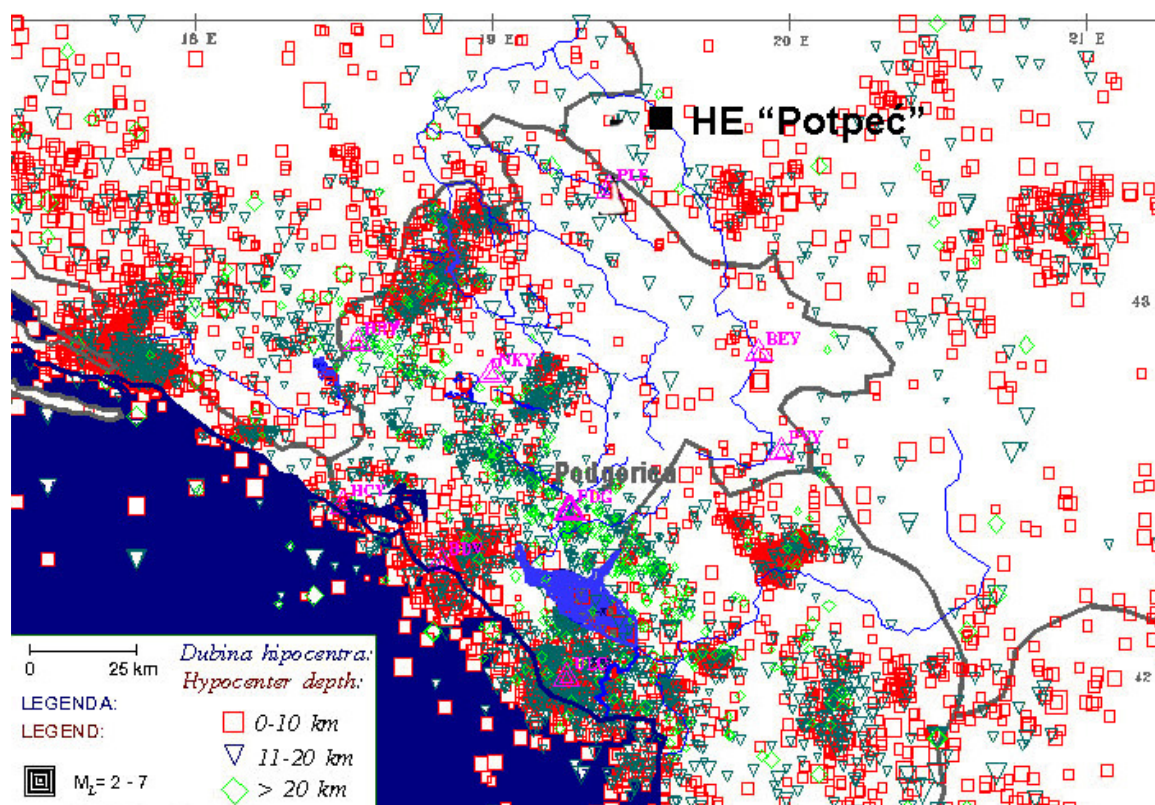
Slika 2.19. Prosečne dubine hipocentara zemljotresa [km] (prema Glavatović, 1998.)

U tabeli 2.1 prikazani su instrumentalni zemljotresi koji su imali najveći uticaj na ispitivane lokacije. U tabeli su dati datum i vreme događaja, geografska širina i dužina u stotim delovima stepena, dubina ognjišta u kilometrima, epicentralno i hipocentralno rastojanje, magnituda seizmičkog momenta, i ubrzanje koje je zemljotres izazvao na posmatranoj lokaciji na osnovu proseka iz četiri atenuacione relacije koje su prikazane u poglavlju 7. U tabeli su prikazani svi događaji koji su izazvali ubrzanje veće od $a = 20,00 \text{ cm/s}^2$.

Tabela 2.1. Katalog reprezentativnih zemljotresa za HE „Potpeć“

DATUM	VREME	φ [°]	λ [°]	H [km]	R [km]	Rh [km]	MW	a [cm/s ²]	IZVOR
1901/01/27	20:10:42	44,00	19,50	6,0	49,12	49,48	5,2	33,51	EP
1901/10/27	20:10:07	44,00	19,50	6,0	49,12	49,48	5,2	33,51	UNDP
1902/10/25	21:44:08	43,10	18,50	32,0	95,10	100,34	5,6	21,35	UNDP
1907/12/30	04:24:06	43,80	18,80	5,0	61,91	62,11	5,0	23,81	EP,UNDP
1908/12/25	21:30:00	44,15	19,00	18,0	76,77	78,85	5,4	24,65	UNDP
1916/05/08	16:08:10	43,50	18,80	34,0	56,27	65,74	5,0	26,49	EP,UNDP
1921/05/15	07:59:00	43,40	20,10	22,0	51,94	56,41	5,0	27,81	NEIC,UNDP
1922/03/24	12:22:14	44,40	20,40	4,0	118,35	118,41	6,0	21,71	UNDP
1923/03/30	10:11:54	43,80	19,30	16,0	31,08	34,95	4,3	28,30	IRIS,UNDP
1925/06/28	16:44:50	43,35	19,50	18,0	23,12	29,30	4,5	39,64	EP,UNDP
1926/10/12	11:57:05	42,80	19,90	4,0	90,44	90,52	5,5	21,54	IRIS,UNDP
1927/05/15	02:47:22	44,10	20,50	5,0	100,67	100,79	5,9	25,19	UNDP
1933/09/08	15:10:22	43,40	19,20	30,0	29,49	42,07	4,9	46,10	EP,UNDP
1951/07/15	18:38:05	43,30	19,30	14,0	32,66	35,53	4,1	22,70	IRIS,UNDP
1958/08/09	09:34:24	43,30	20,00	8,0	49,91	50,55	4,6	21,23	IRIS,UNDP
1962/06/11	07:15:40	43,60	18,40	8,0	88,18	88,54	6,0	32,12	EP,UNDP
1964/10/29	04:36:01	43,40	20,10	15,0	51,94	54,06	5,3	33,98	IRIS,UNDP
1965/12/25	10:18:10	43,90	19,95	17,0	52,79	55,46	5,0	28,41	EP,UNDP
1966/11/08	14:23:10	43,75	19,75	10,0	29,66	31,30	4,2	27,01	EP
1979/08/11	12:31:21	43,35	18,78	10,0	62,05	62,85	5,0	23,74	EP
1979/11/15	19:36:00	43,16	20,01	10,0	60,79	61,61	4,9	21,88	NEIC
1979/12/09	03:06:39	43,45	19,91	10,0	35,63	37,01	4,5	27,26	IRIS
1980/05/18	20:02:56	43,30	20,86	5,0	113,92	114,03	5,9	22,03	IRIS/NEIC
1981/12/16	18:03:50	43,50	19,91	10,0	34,15	35,58	4,6	30,98	EP
1982/07/08	18:28:12	43,49	20,10	10,0	49,43	50,43	4,5	21,02	NEIC
1987/04/19	03:55:03	43,69	20,42	10,0	75,94	76,59	5,2	20,49	IRIS
1987/07/07	23:09:27	43,32	20,06	10,0	52,79	53,73	4,6	20,94	NEIC
1987/08/14	06:24:04	43,73	20,41	13,0	76,11	77,22	5,3	22,30	NEIC
1989/11/18	20:20:56	43,67	19,35	10,0	16,76	19,52	3,3	21,52	ISC
1990/05/03	01:03:37	43,32	19,89	5,0	41,85	42,15	4,5	23,31	EP
1991/01/06	03:51:07	43,28	19,12	5,0	43,18	43,47	4,5	22,59	EP
1991/01/07	14:03:42	43,29	19,12	6,0	42,76	43,18	4,6	24,91	IRIS
1991/04/29	21:38:15	44,11	19,07	19,0	70,26	72,78	5,0	20,58	EP
1992/06/07	11:45:59	43,84	18,81	11,0	62,86	63,81	5,0	23,40	EP
1992/09/24	01:47:46	43,14	19,45	10,0	46,47	47,54	4,5	20,95	EP
1993/02/01	09:17:03	44,16	19,46	22,0	66,95	70,47	5,0	21,76	EP
1994/02/13	10:15:54	42,85	19,08	3,0	85,52	85,57	5,5	23,08	EP
1994/06/11	23:23:28	43,49	19,21	10,0	24,39	26,36	4,2	31,84	EP
1998/06/03	13:41:34	43,73	18,93	15,9	49,20	51,71	4,5	21,12	EP
1998/09/29	22:14:49	44,21	20,08	10,0	86,34	86,91	5,5	22,67	NEIC
1999/04/30	03:30:38	44,18	20,07	13,0	83,12	84,13	5,4	22,04	NEIC
1999/04/30	07:41:00	44,18	20,12	3,0	85,41	85,46	5,7	27,54	IRIS
2000/04/26	22:25:07	43,56	19,70	15,0	16,53	22,32	4,3	45,01	ISC
2000/04/26	22:25:08	43,54	19,48	10,0	2,69	10,36	4,3	89,55	ISC
2001/07/26	00:15:07	43,54	19,69	10,0	16,14	18,99	3,7	29,76	ISC

Na slici 2.20. je prikazan raspored epicentara potresa u širem regionu. Sa slike se vidi da su najbliže ispitivanim lokacijama žarišne zone Pljevalja i Gornjeg Polimlja.



Slika 2.20. Karta epicentara u regionu tokom XX veka (Seizmološki zavod Crne Gore)

Frekvencijalna distribucija magnituda

Broj zemljotresa $N(M)$ sa magnitudom većom, ili jednakom M na određenoj površini i određenom vremenskom periodu definiše se kumulativnom frekvencijalnom distribucijom. Ova distribucija magnituda predstavljena je Gutenberg – Rihterovom relacijom:

$$\log N(M) = a - bM \quad (12)$$

gde je:

N - ukupan broj zemljotresa magnitude $M \geq M$;

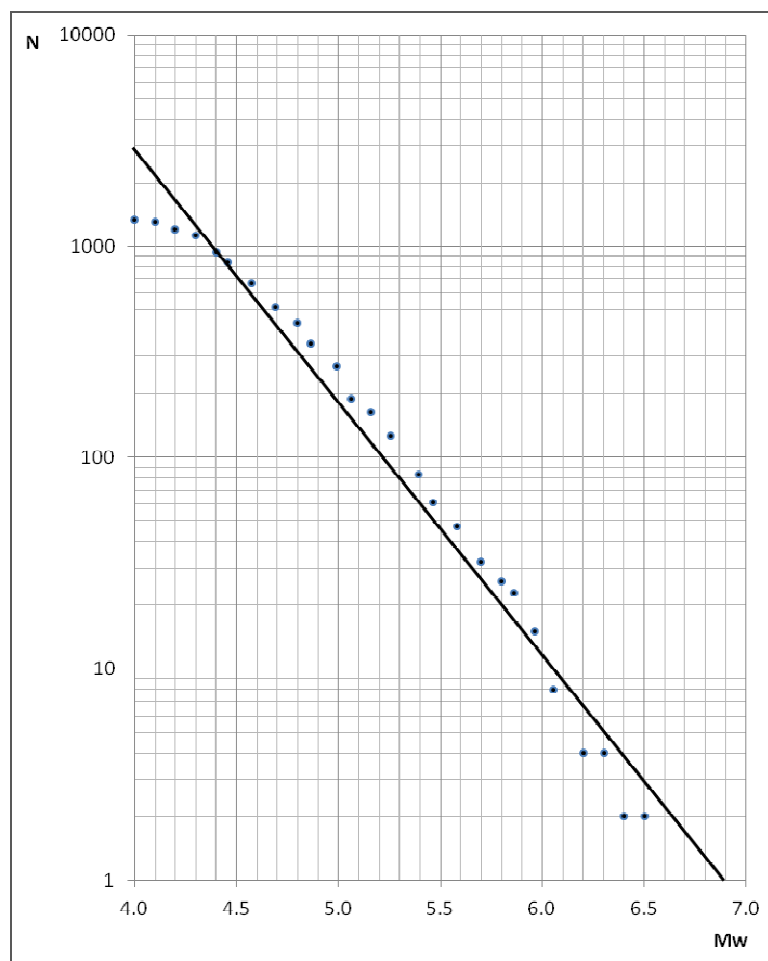
M - magnituda zemljotresa;

a i b - parametri jedinačine koji se najčešće određuju primenom kriterijuma minimalne sume kvadrata odstupanja iz niza podataka M_i , $N(M_i)$ i to su konstante posmatranog regiona.

Za analizu frekvencijalne distribucije magnituda za HE „Potpeć“, uzeti su u obzir zemljotresi $M_w \geq 4,0$ u poluprečniku $R = 250$ km od posmatrane lokacije (tj. površina od $S = 196\,350$ km²) za period od 114 godina (1901-2015). Na osnovu podataka o 1327 zemljotresa došlo se do sledeće zavisnosti:

$$\log N(M) = 8,254 - 1,198 \cdot M_w \quad (13)$$

sa koeficijentom korelacije $r = 0,987$. Ova zavisnost prikazana je na slici 2.21.



Slika 2.21 Frekvencijalna distribucija magnituda

Određivanje gornje granice očekivane magnitude

Za analizu seizmičkog hazarda potrebno je da se odredi nivo maksimalne magnitude koju može da generiše posmatrani region. Kada se raspolaže istorijskim i instrumentalnim podacima o zemljotresima, pravilo koje se često koristi (Yerar *et al* 1980) je da je najveća očekivana magnitude zemljotresa u jednom području za oko 0,5 veća od najveće magnitude dogođenih zemljotresa u tom području. Nivo maksimalne magnitude, takođe, može da se odredi na osnovu seizmotektonskih i geotektonskih uslova najčešće primenom empirijskih relacija koje povezuju geometriju seizmičkog izvora (dužina razloma, površina razloma, relativno kretanje itd.) sa magnitudom.

Pristup koji je ovde primenjen zasniva se na utvrđivanju maksimalne očekivane magnitude na osnovu količine oslobođene naponske energije Tsapanos T.M. (1998). Ovaj pristup polazi od pretpostavke da je u određenoj zapremini zemljine kore moguće ograničeno akumuliranje naponske energije, na osnovu koga se utvrđuje gornja granica magnitude. Da bi se odredila vrednost oslobođene seizmičke energije korišćena je relacija kakvu je dao Båth, 1958. godine:

$$\log E = 12,24 + 1,44 \cdot M \quad (14)$$

gde je:

E - količina oslobođene naponske energije u [erg];

M - magnituda.

kao i *Gutenberg – Richter*-ova relacija frekvencijalne distribucije magnituda:

$$\log N = a - bM \quad (15)$$

gde je:

N - ukupan broj zemljotresa magnitude $M \geq M$;

M - magnituda zemljotresa;

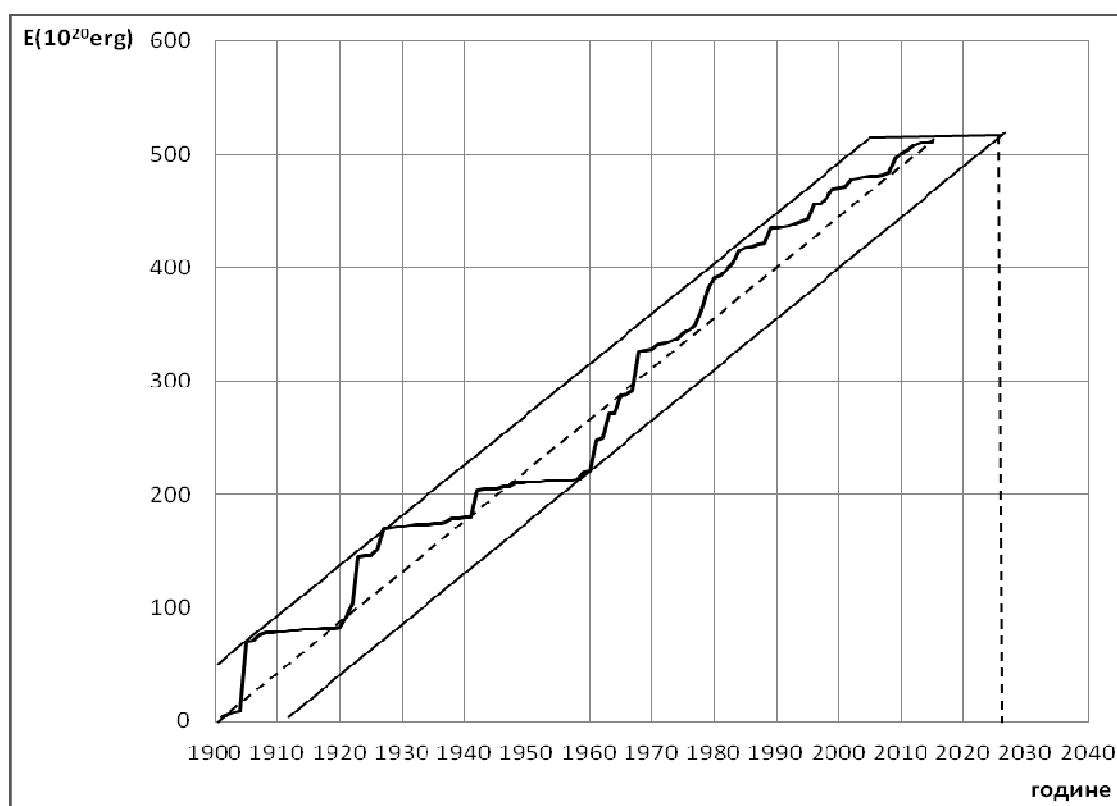
a i b - parametri jedinačine koji se najčešće određuju primenom kriterijuma minimalne sume kvadrata odstupanja iz niza podataka M_i , $N(M_i)$ i to su konstante posmatranog regiona. Ove konstante su definisane u prethodnom poglavlju, gde su dobijene sledeće vrednosti:

$$a = 8,254 \text{ i } b = 1,198.$$

pri čemu su uzeti su u obzir zemljotresi $M_w \geq 4,0$ u poluprečniku $R = 250$ km od posmatrane lokacije (tj. površina od $S = 196\,350$ km²) za period od 114 godina (1901-2015), na osnovu podataka o 1327 zemljotresa. Koeficijent korelacije je iznosio $r = 0,987$.

Svedeno na nivo godišnje aktivnosti konstanta a bi iznosila $a_1 = 6,197$. U skladu sa time, maksimalna očekivana godišnja magnituda na osnovu *Gutenberg – Richter*-ove relacije bi iznosila $M_1 = 5,173$ ($N = 1 \Rightarrow \log N = 0 \Rightarrow M_1 = a_1/b = 5,173$).

Na osnovu relacije (14) konstruisan je dijagram kumulativnog oslobađanja naponske energije u funkciji vremena za period od 1901 – 2015. godina i za kružnu površinu poluprečnika $R = 250$ km od posmatrane lokacije. Ovaj dijagram je prikazan na slici 2.22.



Slika 2.22. Dijagram kumulativnog oslobađanja seizmičke energije za područje lokacije HE „Potpeć“ (za kružnu površinu poluprečnika $R = 250$ km)

Na osnovu podataka o kumulativnom oslobađanju seizmičke energije u funkciji vremena, sračunata je magnituda M_2 , tj. magnituda koja odgovara srednjoj gorišnjoj količini oslobođene

energije. Grafički, ona odgovara gradijentu srednje linije koja povezuje tačku početka osmatranja sa tačkom ukupno oslobođene seizmičke enegrije u posmatranom periodu. Odgovarajuća magnituda M_2 bi prema relaciji (14) iznosila $M_{w2} = 5,84$.

Maksimalna magnituda – M_3 odgovara maksimalnoj količini energije koja može da se oslobodi pri jednom zemljotresu, tj. ona je ekvivalentna maksimumu naponske energije koju može da generiše posmatrana površina.

Veličina M_3 je sračunata analitički na osnovu jednačine (16) (Makropoulos & Burton, 1983):

$$M_3 = \frac{1}{B-b} \cdot [BM_2 - bM_1 - \log \frac{b}{B-b}] \quad (16)$$

gde je B – konstanta iz jednačine (14), a b – konstanta iz jednačine (15), dok su vrednosti M_1 i M_2 ranije definisane. Prema tome, na osnovu jednačine (16), vrednost maksimalne magnitude za područje u poluprečniku $R = 250$ km od lokacije brane iznosi $M_{w3} = 6,27$. Treba imati u vidu da je ovaj proračun izveden samo na osnovu podataka od 1901 – 2015. godine.

Vrednost magnitude M_3 može da se odredi i grafički, preko dijagrama kumulativnog oslobođenja naponske energije u funkciji vremena (slika 2.22). Kao što je već rečeno, gradijent srednje linije koja povezuje početak osmatranja sa vrednošću ukupno oslobođene seizmičke energije može da se poveže sa ekvivalentnom magnitudom zemljotresa, M_2 . Varijacije količine oslobođene energije ograničene su dvema spoljnim linijama koje su paralelne sa središnjom linijom. Vertikalno rastojanje između graničnih linija može se smatrati merom maksimalne naponske energije koja može da se akumulira i oslobodi u posmatranom regionu.

Na osnovu dijagrama kumulativnog oslobađanja seizmičke energije u zavisnosti od vremena, može se takođe odrediti maksimalno vreme T_w koje je potrebno da se akumulira energija ekvivalentna magnitudi M_3 , ukoliko ne dođe do pojave manjih zemljotresa tokom ovog perioda. Ovo vreme se naziva vreme čekanja (*waiting time*) i ono grafički odgovara horizontalnoj projekciji razlike između graničnih linija. Sa slike 2.22 se vidi da vreme čekanja za posmatrano područje iznosi $T_w = 23$ godine.

Na osnovu dijagrama na slici 2.22, može se takođe zaključiti da je za posmatrani region karakteristično da se duži periodi relativno niske seizmičke aktivnosti smenjuju sa kraćim periodima pojačane aktivnosti. U prošlom veku, periodi povećane seizmičke aktivnosti su bili 1903 – 1910. godine, kada je došlo do najvećeg oslobađanja seizmičke energije, zatim od 1920 – 1928. godine i najzad, od 1960 – 1967. godine. Periodi mirnije aktivnosti su bili 1910 – 1920. godine (sa minimalnim oslobađanjem seizmičke energije), zatim od 1928 – 1960. godine i najzad od 1967. godine do danas.

Gornja granica magnitude (M_{max}) može da se odredi i na osnovu trostruke eksponencijalne distribucije ekstremnih vrednosti i onda odgovara statističkoj gornjoj granici promenljive za teoretski beskonačan povratni period, dok M_3 odgovara konačnom, pre nego beskonačnom vremenu čekanja (*waiting time*) između maksimalnih mogućih događanja. Zbog ove razlike u koncepciji uvek je $M_{max} - M_3 \geq 0$.

Prema istraživanjima M.Tsapanosa (1996), za Evroazijski seizmički pojas gornja granica magnitude M_{max} je sistematski veća od M_3 za 0,30 jedinica magnitude za ceo posmatrani pojas. Na osnovu toga, $M_{max} = M_3 + 0,3 = 6,57$.

Pri daljoj analizi seizmičkog hazarda, ova vrednost je usvojena kao merodavna, s obzirom da je na strani sigurnosti.

Izbor atenuacionih relacija za seizmičke parametre

Za određivanje „*strong motion*“ parametara, tj. prosečnog maksimalnog ubrzanja i brzine oscilovanja tla, na lokaciji brane, u zavisnosti od magnitude zemljotresa (M) i udaljenosti od izvorišta (R), korišćeni su sledeći atenuacioni modeli:

Glavatović (1998)

$$a_h = \frac{6.70 \cdot e^{1.05 \cdot M + 1.6/M}}{[D + 35 + 0.17 \cdot e^{0.65 \cdot M}]^{2.56}} \quad (17)$$

gde je:

a_h - maksimalno horizontalno ubrzanje u osnovnoj steni, [g];

M - magnituda zemljotresa;

D - hipocentralno rastojanje $D = \sqrt{h^2 + R^2}$, [km].

Ova relacija važi za područje južnih Dinarida.

Manić & Manić (2007)

$$\log(a_h) = -1,508 + 0,333 \cdot M_S - 1,093 \cdot \log(R^2 + 6,6^2)^{1/2} + 0,276 \cdot P \quad (18)$$

gde je:

a_h - maksimalno horizontalno ubrzanje u osnovnoj steni, [g];

M_S - magnituda zemljotresa određena na osnovu površinskih talasa;

R - epicentralno rastojanje, [km];

P - parametar kojim se izražava verovatnoća da ocenjene vrednosti neće biti prekoračene:

$P=0$ – verovatnoća od 50%,

$P=1$ – verovatnoća od 87%,

U ovom slučaju usvojena je vrednost $P=0$.

Ova relacija je dobijena na osnovu podataka za područje bivše SFRJ.

Esteva & Villaverde (1974)

$$a_h = 5600 \cdot e^{0,8M} \cdot (R_h + 40)^{-2} \quad (19)$$

gde je:

a_h - maksimalno horizontalno ubrzanje, [cm/s²];

M - Richter-ova magnituda;

R_h - hipocentralno rastojanje, [km].

Relacija je dobijena na osnovu podataka o zemljotresima iz celog sveta.

McGuire (1978 b)

$$a_h = 0,0306 \cdot e^{0,89M} \cdot R_h^{-1,17} \cdot e^{-0,20S} \quad (20)$$

gde je:

a_h - maksimalno horizontalno ubrzanje, [g];

M - *Richter*-ova magnituda;

R_h - hipocentralno rastojanje, [km].

S - ima vrednost 0 za stenu, što je usvojeno u ovom slučaju, odnosno vrednost 1 za tlo.

Ova relacija je izvedena na osnovu podataka o zemljotresima iz zapadnog dela SAD, na osnovu proseka iz obe horizontalne komponente akcelorograma. Ovo važi za magnitudni raspon od $M_{\min} = 10$ km do $R_{h,\max} = 200$ km, a standardna devijacija podataka iznosi $\sigma_{\ln a} = 0,62$.

Pri izboru atenuacionih relacija, uzete su dve relacije izvedene na osnovu podataka sa domaćih terena (*Glavatović* (1998) i *Manić & Manić* (2007)), dok su druge dve (*Esteva & Villaverde* (1974) i *McGuire* (1978 b)) dobijene na osnovu svetskih podataka, ali koje su takođe primenjivane i u analizama seizmičkog hazarda za objekte na teritoriji bivše SFRJ. Može se uočiti da su relacije 17 i 18 sistematski konzervativnije od relacija 19 i 20.

Kriterijumi seizmičkog rizika

S obzirom da se termini hazard i rizik često uzimaju kao sinonimi, potrebno je podvući razliku između njih koja postoji u kontekstu zemljotresnog inženjerstva. Seizmički hazard se definiše kao „*očekivana pojava određenog budućeg seizmičkog događaja*“, dok se seizmički rizik definiše kao „*očekivane posledice budućeg seizmičkog događaja*“. Posledice mogu biti gubici ljudskih života, povrede, ekonomski gubici, oštećenja objekata.

U dosadašnjoj praksi prihvaćena je pretpostavka da je pojava zemljotresa generalizovan *Poisson*-ov proces. Za to su neophodne sledeće pretpostavke:

Zemljotresi su prostorno nezavisni.

Zemljotresi su vremenski nezavisni.

Verovatnoća da će se dva seizmička događaja odigrati na istom mestu i u isto vreme približava se nuli.

Koncept seizmičkog rizika podrazumeva razmatranje mogućih posledica zemljotresa na objekte i ljude, tako da u proračune ulaze planirani eksploatacioni vek objekta (koji odgovara vremenu izloženosti objekta – *exposure time*) i verovatnoće događanja zemljotresa koji na objektu može izazvati određeni nivo posledica.

Za seizmički rezistentno projektovanje značajnih građevinskih objekata najčešće se definiše nekoliko nivoa seizmičkog rizika:

Osnovni radni zemljotres – Operating Basis Earthquake (OBE)

Prema preporukama ICOLD-a definiše sa kretanjem tla koje se predviđa sa verovatnoćom od 50% da neće biti prevaziđeno tokom eksploatacionog veka objekata. Pri ovom nivou zemljotresa, objekat, prateći objekti i oprema treba da ostanu funkcionalni, a šteta da bude laka za opravku.

Nivo normalnog zemljotresa – Normal Earthquake (NE)

To je zemljotres koji se može očekivati tokom eksploatacionog perioda objekta sa verovatnoćom od $R = 1/e = 37\%$, što odgovara matematičkom očekivanju. Pri nivou normalnog zemljotresa nisu dozvoljena nikakva oštećenja objekta.

Nivo maksimalnog projektnog zemljotresa – Maximal Design Earthquake (MDE)

Nivo rizika za maksimalni zemljotres uobičajeno se uzima da iznosi 10%, međutim prema najnovijim preporukama ICOLD-a potrebno je uzeti i nivo rizika od 1%. Pri nivou maksimalnog zemljotresa objekat može da pretrpi veća oštećenja, koja ne mogu biti sanirana, ali ne sme da dođe do rušenja i ugrožavanja ljudskih života i okoline. To je najviši nivo kretanja tla za koju se objekat projektuje, ili anlizira.

Maksimalni verovatni zemljotres – Maximum Credible Earthquake (MCE)

Definiše se kao gornja granica očekivane magnitude na aktivnom rasedu, ili u određenoj tektonskoj zoni. Verovatnoća pojavljivanja ovakvog događaja se kreće od nekoliko stotina godina do nekoliko desetina milenijuma u zavisnosti od geotektonskih uslova. Nivo MCE se utvrđuje empirijski na osnovu dužine raseda, rasedne površine, dugoročnog prosečnog pomeranja, koseizmičkog pomeranja itd. Svaki aktivan rased, ili tektonska zona u posmatranom regionu ima svoj MCE.

Uvođenjem u proračune zadati nivo rizika i eksploatacioni vek objekta dolazi se do relacija za povratni period, nezavisno od posmatrane veličine. Naime, kako je prema *Poissonovoj* raspodeli:

$$R = \left(1 - e^{-\frac{t_e}{T_r}} \right) \Rightarrow T_r = -\frac{t_e}{\ln(1/R)} \quad (21)$$

gde je:

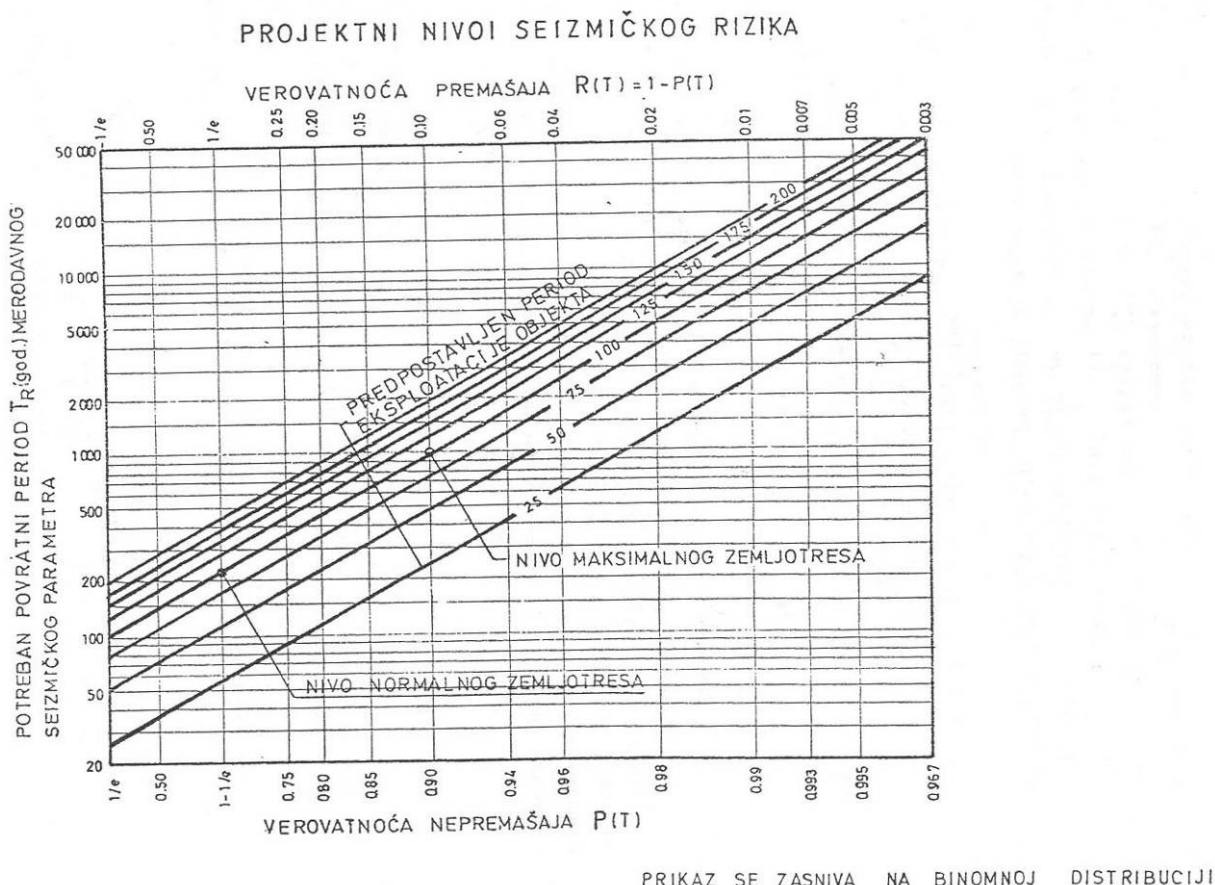
R - zadati nivo seizmičkog rizika;

t_e - eksploatacioni vek objekta, [god];

T_r - povratni period posmatrane pojave, [god].

Na osnovu toga, za eksploatacioni vek od 100 godina i nivo rizika od $R = 50\%$ (*Operating Basis Earthquake (OBE)*) povratni period bi iznosio $T_r = 144,27$ god; za nivo rizika od $R \approx 37\%$ ($1/e$), tj. za nivo normalnog zemljotresa, povratni period bi iznosio $T_r = 218,02$ god.; za nivo projektovanog maksimalnog zemljotresa sa rizikom od $R = 10\%$, $T_r = 949,12$ god., a za nivo projektovanog maksimalnog zemljotresa sa rizikom od $R = 1\%$, $T_r = 9949,92$ god. Vidi se da nivo rizika OBE suštinski odgovara zemljotresu Z1, prema *Pravilniku o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima*, dok Z2 ovog pravilnika odgovara maksimalnom projektnom zemljotresu (MDE). U zavisnosti od zadatog eksploatacionog veka objekta, određuje se i odgovarajući povratni period, odnosno verovatnoća sa kojom se ulazi u proračune.

Zavisnost povratnih perioda od rizika i eksponencijalnog veka objekta prikazana je na slici 2.23.



Slika 2.23. Projektni nivoi seizmičkog rizika

Dakle, može se reći da za zadati nivo rizika i poznati eksploatacioni vek objekta treba uzeti u proračune pojavu sa odgovarajućim povratnim periodom.

Utvrđivanje projektnih seizmičkih ubrzanja na osnovu distribucije ekstremnih vrednosti

Treba imati u vidu da *Gutenberg – Richter*-ov zakon ($\log N_c = a - bM$), podrazumeva poznavanje parametara svih zemljotresa iznad minimalne posmatrane magnitude. To je tzv. potpuni proces.

Nedostaci određivanja seizmičkog hazarda na osnovu potpunog procesa su nedostatak tačnosti, nehomogenost i nekompetentnost podataka, posebno za manje magnitude i događaje sa početka veka.

S obzirom da manji događaji nisu od posebnog interesa, za tu svrhu uputnije je uzeti u obzir distribuciju ekstrema, nezavisno od statistike potpunog procesa. Prednosti su u tome što su ekstremne vrednosti geofizičkih promenljivih obično bolje poznate, kompletnije, homogenije i bolje odgovaraju onome što je od inženjerskog interesa.

Distribucija ekstremnih vrednosti polazi od pretpostavke da najjači zemljotres koji se dogodio u nekoj godini predstavlja godišnji maksimum ekstremne vrednosti za tu godinu. Ovakav pristup ne zahteva analizu potpunog kataloga, već samo ekstrema u unapred izabranim jediničnim intervalima vremena za posmatrani period.

Ako je X slučajna promenljiva, verovatnoća da je ona i ekstremna vrednost određena na osnovu N nezavisnih uzoraka je:

$$\phi(x) = P(x_1 \leq x, x_2 \leq x, \dots, x_n \leq x) \quad (22)$$

odnosno:

$$\phi(x) = F_1(x) \times F_2(x) \times \dots \times F_n(x) \Rightarrow \phi(x) = F^n(x) \quad (23)$$

Znači, $\phi_N(x)$ je verovatnoća da je najveći od N događaja jednak, ili manji od x . Verovatnoća da je veći od x je prema tome $1 - \phi_N(x)$. To je verovatnoća premašaja. U skladu sa tim, prosečni povratni period je:

$$T_N(x) = \frac{1}{1 - \phi_N(x)} = \frac{1}{R} \quad (24)$$

To je prosečan broj intervala (godina ako je uzet jednogodišnji interval) potreban da se premaši x .

S obzirom da se najčešće koriste višegodišnji intervali, onda su intervali od k godina i od jedne godine povezani relacijom:

$$k \cdot \phi(x) = 1 \cdot \phi^k(x) \quad (25)$$

Pod pretpostavkom da se broj zemljotresa u godini smanjuje eksponencijalno sa njihovom veličinom, da su pojedinačni događaji nezavisni i da ne postoji gornja i donja granica moguće veličine, onda se kumulativna funkcija raspodele može predstaviti kao:

$$G^I(x) = \phi_N^I(x) = \exp[-\exp-\beta \cdot (x - U)] \quad (26)$$

gde su β i U parametri raspodele. Ovo je tip I raspodele ekstremnih vrednosti i on ima osnovu u *Gutenberg – Richter*-ovoj relaciji i *Poisson*-ovoj raspodeli.

Ukoliko postoji gornja granica posmatrane veličine, $X_{\max}$, onda je to tip III raspodele ekstrema, koji se može predstaviti kao:

$$G^{III}(x) = \phi_N^{III}(x) = \exp\left[-\left(\frac{X_{\max} - x}{X_{\max} - U}\right)^\beta\right] \quad (27)$$

U prethodne dve relacije, $X_{\max}$, U i β su parametri raspodele modela koji se empirijski određuju.

U je karakteristična vrednost, tj vrednost za koju je $\phi(U) = e^{-1}$, tj. teoretski najfrekventnija vrednost kod niza ekstrema koji se posmatraju.

$$\beta = \frac{1}{\lambda}$$

gde je λ zakrivljenost distribucione krive. β pokazuje koliko brzo se kriva približava gornjoj granici.

$X_{\max}$ je gornja granica posmatrane pojave, tj. $\phi'''(X_{\max}) = 1$.

Ove distribucije mogu se generalizovati u sledećem obliku (Tošić, 1882):

$$z = -\ln[-\ln G(x)] = A + \beta \cdot F(x) \quad (28)$$

gde je

$$A = \beta \cdot \ln(X_{\max} - U), \quad F(x) = -\ln(X_{\max} - x)$$

za tip III distribucije ekstrema.

Analiza maksimalnog horizontalnog ubrzanja (*Peak Ground Acceleration*) u tlu u odnosu na prosečan povratni period, polazeći od distribucije tipa III ekstremnih vrednosti, sprovedena je korišćenjem četiri atenuaciona modela definisana u poglavlju 7. Ova analiza se zasniva na seizmološkim podacima od 1901-2015. godine, pri čemu je površina od značaja ograničena na epicentralna rastojanja od $R = 250$ km od projektne lokacije.

Za određivanje vrednosti parametara III *Gumbel*-ove raspodele po parametru maksimalnog horizontalnog ubrzanja ($x = \ln PGA$), korišćen je metod najmanjih kvadrata po sledećoj proceduri.

Maksimumi logaritama ubrzanja $\ln PGA_i$ za izdvojene jedinične vremenske intervale određeni su u rastućem nizu. U obzir su uzeti zemljotresi koji su se dogodili u periodu od 1901-2015. godine na području u poluprečniku $R = 250$ km od posmatrane lokacije. Kao jedinični vremenski interval usvojeno je 2 godine. Dvogodišnjim maksimumima magnituda pripisane su odgovarajuće verovatnoće prema relaciji:

$$G'''(\ln PGA_i) = \left(\frac{1}{N+1} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (29)$$

gde je k – interval uzorkovanja iz jednačine (28), tj. u ovom slučaju $k = 2$. Tako se dobija:

$$z = -\ln[-\ln G'''(\ln PGA_i)] \quad (30)$$

gde je z – redukovana varijabla i

$$\ln PGA_i = \ln PGA_{\max} - (\ln PGA_{\max} - \ln U) \cdot \left[-\ln G'''(\ln PGA_i) \right]^{\lambda} \quad (31)$$

Uvođenjem u jednačinu (31) eksploatacioni vek objekata (t_e) i rizik (R) na način kako je to ranije definisano, dobija se:

$$\ln PGA_i = \ln PGA_{\max} - (\ln PGA_{\max} - \ln U) \cdot \left[-\frac{\ln(1-R)}{t_e} \right]^{\lambda} \quad (32)$$

gde je:

R - rizik;

PGA - maksimalno horizontalno ubrzanje (*Peak Ground Acceleration*);

t_e - eksploatacioni vek objekta;
 U i λ - ranije definisani parametri raspodele.

Za eksploatacioni vek od $t_e=100$ godina sračunate su vrednosti projektnih maksimalnih horizontalnih ubrzanja (PGA) za nivoe rizika koji su od značaja za projektovanje. Proračun je urađen za područje u poluprečniku $R = 250$ km od posmatrane lokacije, tj. za površinu od $S=186\,350$ km² i za eksploatacioni vek od $t_e = 100$ godina.

Gornja granica očekivanih ubrzanja usvojena je na osnovu relacije koju je dao *Okamoto* (1984), koja definiše gornju i donju granicu očekivanih ubrzanja u zavisnosti od magnitude zemljotresa:

Gornja granica: $a = 12 M^2$

Donja granica: $a = 6 M^2$

S obzirom da je gornja vrednost očekivane maksimalne magnitude ranije usvojena kao $M_{\max}=7,58$, onda bi odgovarajuća gornja vrednost ubrzanja iznosila:

$$a_{\max} = 12 \times 6,57^2 = 517,99 \text{ cm/s}^2.$$

Na osnovu ovih vrednosti, sračunata su maksimalna ubrzanja za zadate nivoe rizika i za eksploatacioni vek objekta od $t_e = 100$ godina.

Za posmatranu lokaciju HE „Potpeć“ urađena je distribucija ekstremnih vrednosti, za četiri primenjena atenuaciona modela. Parametri modela raspodele u zavisnosti od primenjenih atenuacionih relacija za maksimalno ubrzanje, kao i koeficijenti korelacije (r) dati su u tabeli 2.2.

Tabela 2.2. Parametri modela raspodele za različite atenuacione relacije

Atenuaciona relacija	$\ln a_{\max}$	$\ln U$	A	β	λ	r
Glavatović (1998)	6,2500	1,3022	7,9075	4,9455	0,20220	0,9968
Manić & Manić (2007)	6,2500	1,8537	8,3429	5,6342	0,17748	0,9816
Esteva & Villaverde (1974)	6,2500	2,4141	6,9016	5,1336	0,19479	0,9972
Mc Guire (1978 b)	6,2500	2,8302	7,6032	6,1836	0,16171	0,9963

Kao što se vidi iz tabele 2.2, sve četiri primenjene atenuacione relacije imaju visoki stepen korelacije.

Na osnovu ovih parametara raspodele, sračunata su maksimalna ubrzanja za zadate nivoe rizika i za eksploatacioni vek objekta od $t_e=100$ godina. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 2.3.

Tabela 2.3. Vrednosti seizmičkih ubrzanja za različite nivoe rizika

R	T_r (god)	GL	M&M	E&V	McG	prosek	
		a (cm/s ²)	a (cm/s ²)	a (cm/s ²)	a (cm/s ²)	a (cm/s ²)	
0,50	144	84,72	84,00	120,74	112,11	100,39	
0,37	218	97,95	95,53	135,12	123,76	113,09	Z1
0,19	475	124,85	118,82	163,25	146,61	138,38	EC-08
0,10	1000	152,31	142,57	190,79	169,17	163,71	Z2
0,01	10000	240,22	219,78	273,73	239,57	243,33	MCE

Regionalni seizmo-tektonski uslovi

Tektonska i seizmička aktivnost u ovom regionu je primarno uslovljena globalnim geodinamičkim procesima u Mediteranskom basenu, čija je geneza vezana za sučeljavanje Afričke i Evroazijske tektonske ploče. Pri tome debeli sedimentni kompleks jadransko – jonske jedinice vrši snažan bočni pritisak na spoljašnje i unutrašnje Dinaride izazivajući velika tektonska pomeranja, usled čega dolazi do stvaranja planinskih masiva, horstovskih i grabenskih struktura, tektonskih potolina, rovova i navlaka, kao i normalnih, reversnih i transkurentnih raseda.

Sistemi normalnih i reversnih rasednih struktura gotovo redovno su orijentisani paralelno Dinaridima, često se karakterišu regionalnim dimenzijama, sa padnim uglom ka kopnu od 20° – 50° u odnosu na horizontalnu ravan.

Transkurentni rasedi u Dinaridima uglavnom se stvaraju u pravcu upravnom na prethodne, karakterišući se relativno malim dimenzijama i vrlo strmim nagibom rasedne ravni (Glavatović, 1998).

U regionu preovlađuju zemljotresi izazvani reversnim kretanjima raseda koji se pružaju u pravcu SZ – JI, usled kretanja Afričke ploče u pravcu severozapada, što izaziva tektonske napone u zaleđu kontakta sa Evroazijskom pločom. U zavisnosti od rastojanja od primarnog kontakta, tektonski naponi postepeno opadaju.

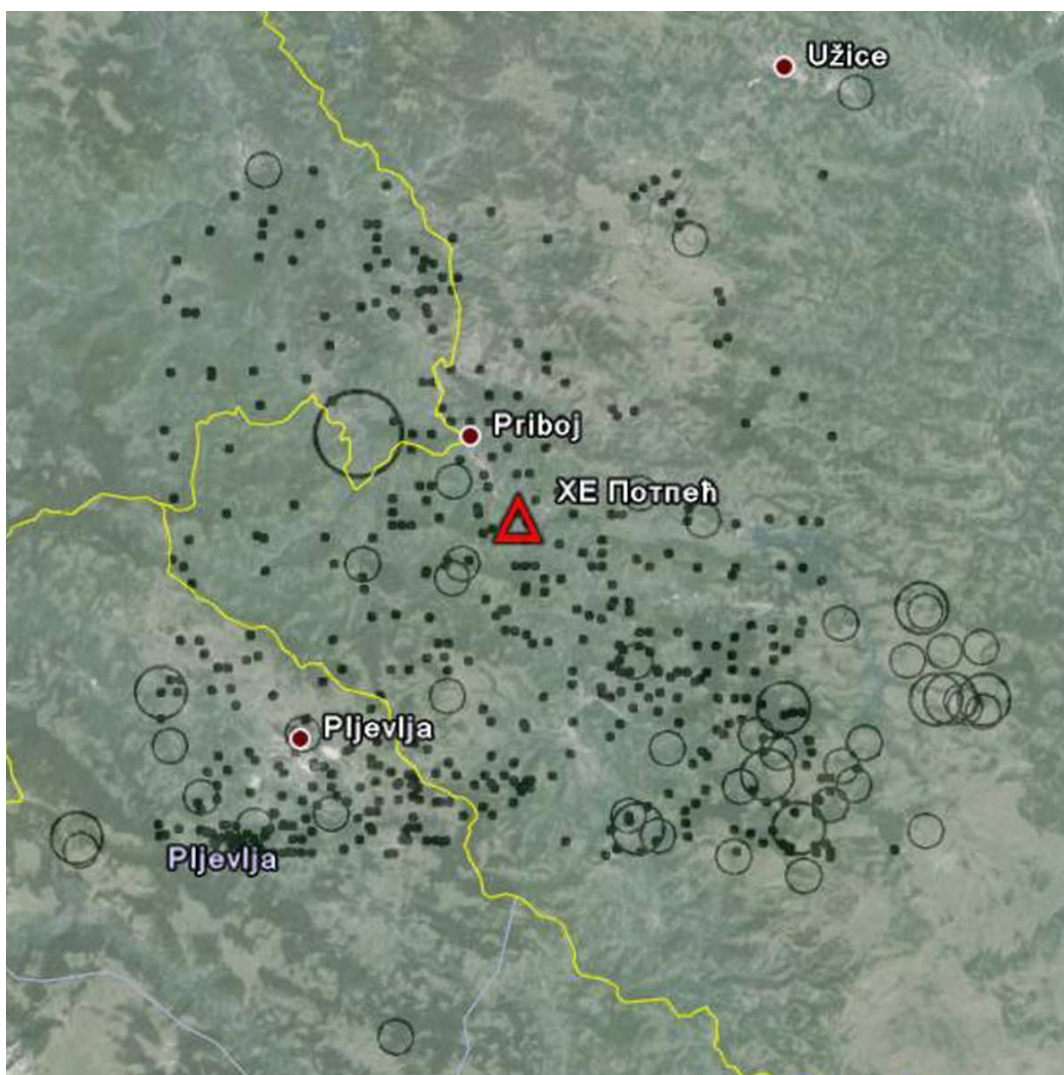
Ranije je već pomenuto da su najveća seizmička ubrzanja na ispitivanim lokacijama izazvali relativno bliski lokalni zemljotresi malih do umerenih magnituda, kao što je događaj od 26.04.2000. godine ($M_w=4,3$, $R=2,69$ km).

Snažniji zemljotresi, magnituda $M_w=5,2$ i $M_w=5,3$, mogu se povezati sa aktivnošću seizmogene zone Pljevalja. Pljevaljski tercijerni basen je spušten duž rasednih linija orijentisanih u dinarskom pravcu (SZ-JI). Dužina rasedne zone Pljevalja procenjena je na $L=24$ km i nalazi se na oko 25 km južno od ispitivane lokacije.

Lokalni seizmo-tektonski uslovi

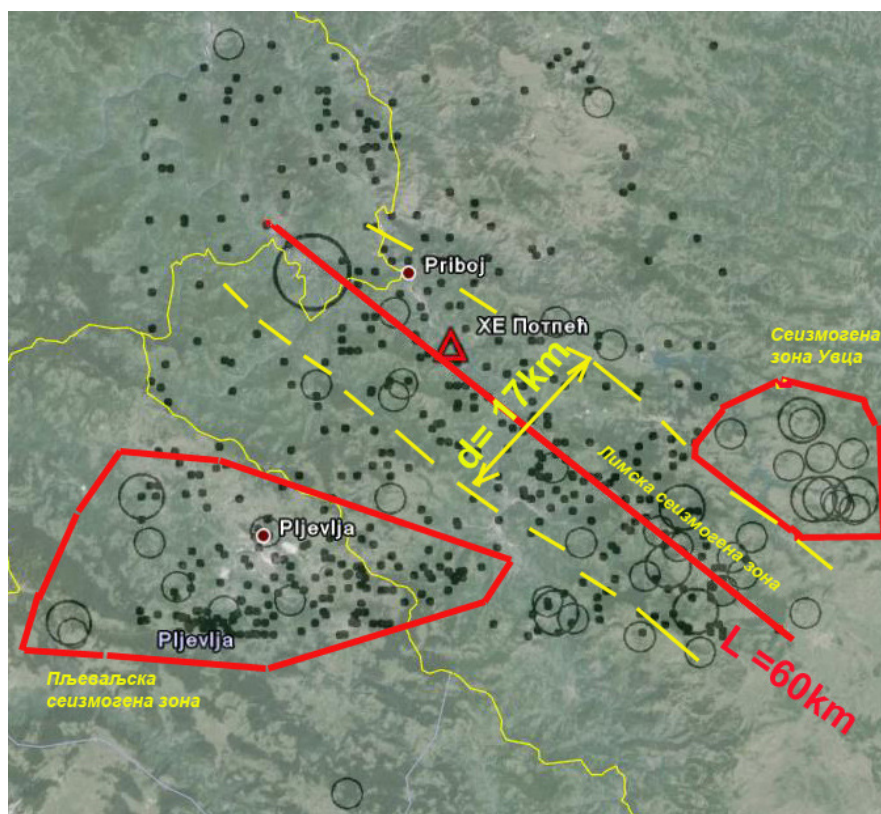
Da bi se dobili potpuniji podaci o lokalnoj seizmičnosti, formiran je katalog bliskih potresa, tj. svih zemljotresa koji su se dogodili u periodu 1810-2015. godina, u radijusu od 50 km od mesta brane. U obzir su uzeti podaci o zemljotresima počevši od magnitude $M=0,5$, s tim što su uključeni i zemljotresi čija magnituda nije određena, kao i oni sa nepoznatom dubinom ognjišta. Tako je dobijen katalog koji sadrži podatke o ukupno 554 događaja. Iako se smatra da zemljotresi slabiji od $M \leq 4,0$ nisu od inženjerskog značaja, njihova svrha je da svojim položajem i grupisanjem ukažu na položaj seizmoaktivnih struktura u neposrednoj blizini objekta.

Na slici 2.24 prikazani su epicentri ovih zemljotresa.



Slika 2.24. Karta epicentara bliskih potresa ($R = 50$ km od mesta brane)

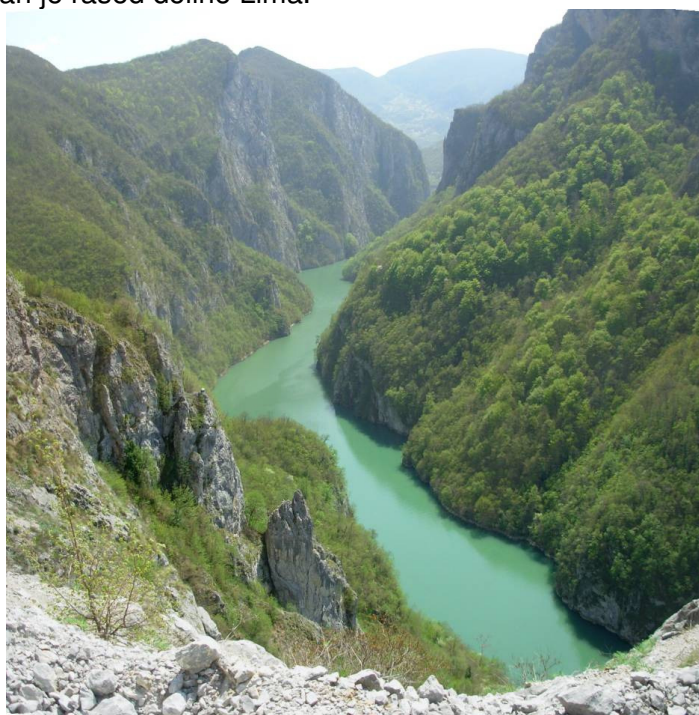
Kao što se vidi sa slike 2.24, u poluprečniku od 50 km od brane „Potpeć“ mogu se izdvojiti tri seizmogene zone. To su seizmogene zona Pljevalja, Uvca i doline Lima, koja je, naravno, od presudnog uticaja za lokaciju brane. Najjači zemljotres u posmatranom području dogodio se 07.12.2010. godine na oko 16 km severozapadno od mesta brane, u blizini Priboja i na dubini od 10 km. Magnituda mu je bila $M_w = 5,2$, što je na mestu brane izazvalo ubrzanje od $a = 91,50 \text{ cm/s}^2$, na osnovu proseka iz četiri primenjene atenuacione relacije. On se svakako može povezati sa seizmičkom aktivnošću doline Lima. Može se, takođe, zaključiti da preovlađuju zemljotresi malih do umerenih magnituda. Na osnovu karte epicentara bliskih potresa, na slici 2.25 je prikazan model lokalne seizmičnosti.



Slika 2.25. Model bliskih seizmogenih zona

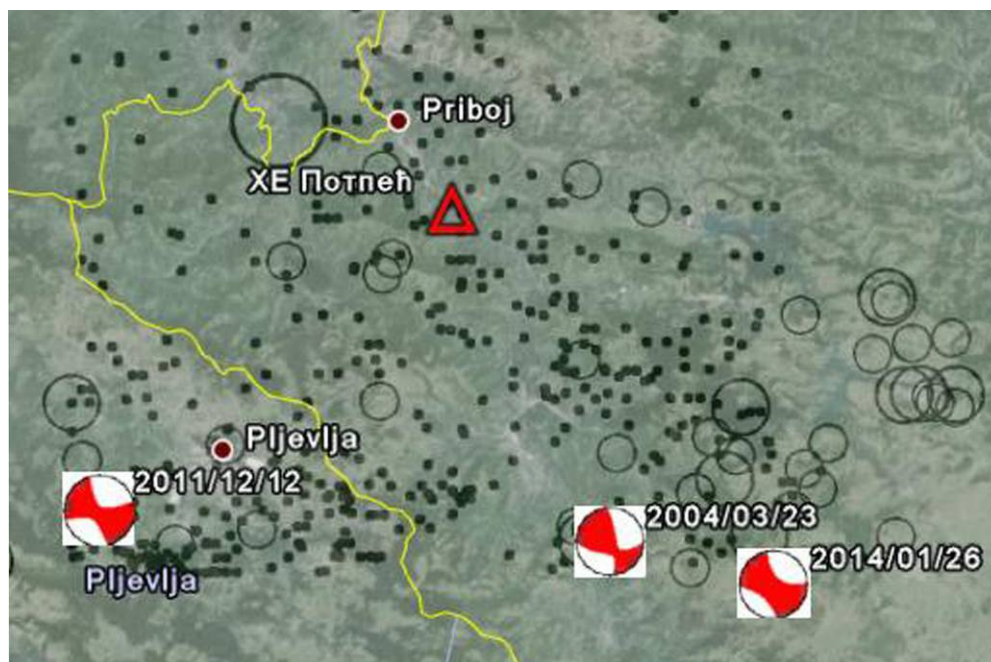
Sa slike 2.25 se vidi da se seizmogena zona Lima može predstaviti zonom dužine od oko 60 km i širine 17 km, koja se pruža u pravcu SI – JZ počevši od Priboja, pod azimutom od $n = 128,50^\circ$, što odgovara generalnom pravcu pružanja Dinarida.

Na slici 2.26 prikazan je rased doline Lima.



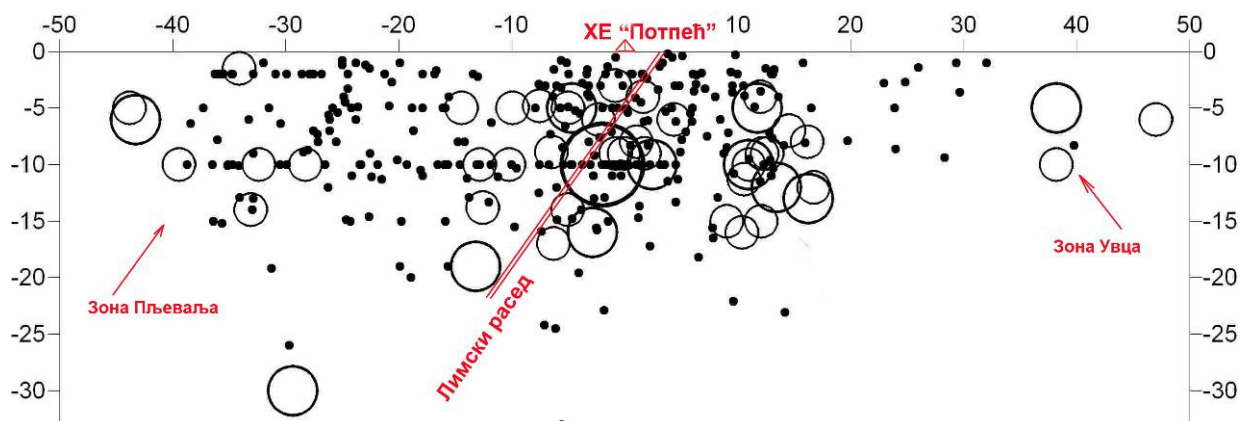
Slika 2.26. Rased doline Lima

Fokalni mehanizmi bliskih zemljotresa pokazuju da je u posmatranom području ($R = 50$ km od mesta brane) dominantno transkurentno kretanje. Na slici 2.27 su prikazani fokalni mehanizmi tri bliska zemljotresa, jedan u seizmogenoj zoni Pljevalja i dva u seizmogenoj zoni Lima.

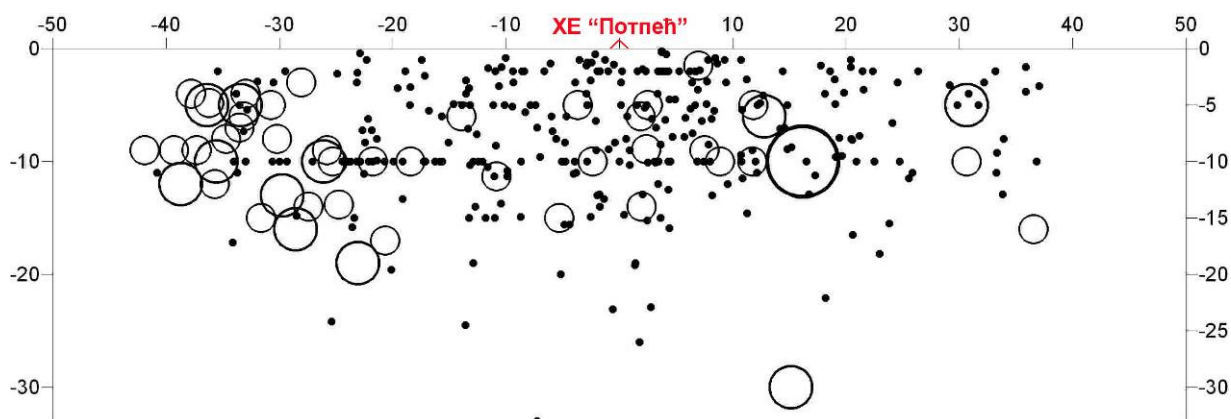


Slika 2.27. Fokalni mehanizmi bliskih potresa

Na slikama 2.28 i 2.29 prikazane su dubine žarišta u pravcu upravnom na Limsku rasednu zonu (slika 2.28) i duž nje (slika 2.29). Na osnovu dubina ognjišta bliskih zemljotresa, može se zaključiti da se zemljotresi od iženjerskog značaja ($M_w \geq 4,0$) javljaju počevši od dubine od 5 km, pa do dubine od 20 km. Izuzetak je događaj od 08.09.1933. godine ($M_w=4,9$) koji se dogodio na dubini od $h = 30$ km. Najveći broj zemljotresa koncentrisan je na dubini od $h=10$ km.



Slika 2.28. Dubine žarišta bliskih zemljotresa upravno na rasednu zonu Lima ($\nu = 38,5^\circ$)



Slika 2.29. Dubine žarišta bliskih zemljotresa duž rasedne zone Lima ($\nu = 128,5^\circ$)

Sa slike 2.28 takođe se može uočiti da grupisanje zemljotresa upravno na limsku rasednu zonu sugeriše pad rasedne površi pod uglom od $\delta = 55^\circ$ ka jugozapadu.

Na osnovu svega rečenog, geometrijski parametri limske rasedne zone se mogu definisati na sledeći način:

Dužina rasedne zone	$L = 60 \text{ km}$
Širina rasedne zone	$d = 17 \text{ km}$
Površina	$S = 60 \text{ km} \times 17 \text{ km} = 1020 \text{ km}^2$
Pravac pružanja	$n = 128,5^\circ \text{ (SZ – JI)}$
Padni ugao	$\delta = 55^\circ \text{ ka jugozapadu}$
Mehanizam rasedanja	dominantno transkurentni
Dubine ognjišta	0,2 – 30 km,
za zemljotrese $M_w \geq 4,0$, od 5 km do 30km, sa najvećim brojem zemljotresa na dubini od $h = 10 \text{ km}$.	
Površina rasedne ravni	$L \cdot h \cdot \sin \delta = 60 \times 30 \times 0,819 = 1474 \text{ km}^2$

Uzimajući u obzir dimenzije limskog raseda, njegov seizmogeni kapacitet je procenjen na osnovu empirijske relacije Šebalin (1971), koja važi za $M \geq 5,0$, a korišćena je za teritoriju Dinarida.

$$M = \frac{\ln L + 3,24}{0,7} \quad (33)$$

gde je M maksimalna magnituda koju može generisati rased dužine L (km).

Na osnovu relacije (33), maksimalna vrednost magnituda koju može generisati limski rased iznosila bi $M_w = 6,54$. Pod pretpostavkom da se ovakav zemljotres dogodi na dubini od $h = 10 \text{ km}$ (koja je najčešća kod zemljotresa u ovoj zoni) i primenom odgovarajućih atenuacionih relacija, dobijaju se rezultati prikazani u tabeli 2.5.

Tabela 2.5. Vrednost maksimalnog seizmičkog ubrzanja pri aktivaciji limskog raseda celom dužinom

rased	L (km)	R (km)	M _w	a _{max} (cm/s ²)
Lim	60,0	10,00	6,54	289,61

Ova vrednost je dobijena na osnovu proseka iz relacija (17), (18) i (20), s obzirom da je relacija (19) dala nerealno velike vrednosti, dok su vrednosti ostale tri relacije istog reda veličine. Dobijenu vrednost seizmičkog ubrzanja, prema tome, treba usvojiti kao gornju granicu, tj. kao vrednost koja odgovara maksimalnom verovatnom zemljotresu (MCE – *Maximal Credible Earthquake*).

Modifikovani Kornel–Vanmarkov (Cornell–Vanmarcke) metod primenjen na linijska izvorišta

Određivanje maksimalnih vrednosti parametara seizmičkih kretanja (*strong motion*) koristeći metodu *Cornell – Vanmarcke*, zasniva se na razmatranju uticaja potencijalnih izvorišta zemljotresa i prosečnih seizmičkih aktivnosti koje im se dodeljuju.

Bez obzira na tip modela izvorišta (tačkasti, linijski, površinski), osnovna pretpostavka je da se zemljotresi mogu dogoditi bilo gde u području izvorišta sa podjednakom verovatnoćom.

Da bi se odredila frekvencijalna distribucija magnituda za posmatrani linijski izvor, prethodno su ustanovljene vrednosti parametara *a* i *b* za limsku rasednu zonu.

Konstanta *a* veoma varira i ona zavisi od površine ispitivane oblasti, perioda osmatranja i nivoa seizmičke aktivnosti. Konstanta *b* je stabilnija i uglavnom joj se vrednosti kreću oko 1. Prema *Gutenberg–Richter*-u (1954), njena vrednost za plitke zemljotrese iznosi: $b = 0,90 \pm 0,02$, odnosno $b = 1,2 \pm 0,02$ za srednje i duboke zemljotrese.

Istraživanja *Miyamure* (1962) na osnovu podataka iz celog sveta pokazuju da se *b* kreće u granicama od $b = 0,4–1,8$ i da se menja u zavisnosti od geološke starosti seizmotektonske zone. Visoke vrednosti *b* (1,0–1,8) su karakteristične za Cirkumpacifičku i Alpidsku orogenu zonu (uključujući ostrvske lukove), srednje *b* vrednosti (0,6–0,7) odgovaraju kontinentalnim zonama riftova i platformi, dok su niske *b* vrednosti tipične za zone starih štitova. Veličina *b* je regionalna konstanta i zavisi od dubine ognjišta, naponskog stanja i mehaničkih svojstava stenske mase u kojoj se generišu zemljotresi. Ustanovljeno je da ona opada sa dubinom ognjišta i porastom naponskog stanja, a da raste sa porastom nehomogenosti mehaničkih svojstava stenske mase. Generalno, može se reći da tamo gde je niska *b* vrednost, zemljotresi su ređi, seizmički naponi jači i mehanička svojstva stena bolja, što potencijalno dovodi do generisanja jačih magnituda zemljotresa u dužim povratnim periodima.

S obzirom da svaka seizmogena zona ima svoju specifičnu frekvencijalnu distribuciju magnituda, to je bilo potrebno da se ona odredi i za limsku seizmogenu zonu. Zbog nedovoljnog broja događaja u periodu instrumentalnog osmatranja (kao i nedovoljnog broja istorijskih zemljotresa), u ovom slučaju nije moguće direktno odrediti koeficijente *a* i *b* iz *Gutenberg – Rihter*-ove relacije, tako da su oni određeni na osnovu sledećih relacija:

$$a_L = \frac{(a - bm_0) - \log(S/s)}{1 - \frac{m_0}{M^*}} \quad \text{ i } \quad b_L = \frac{a_L}{M^*} \quad (34)$$

gde je:

- S - površina za koju su sračunate regionalne vrednosti a i b u $[\text{km}^2]$;
 s - površina limske seizmogene zone u $[\text{km}^2]$;
 m_0 - donja granica magnitude;
 M^* - najveća registrovana magnituda na posmatranoj dislokaciji;
 a_L, b_L - vrednosti a i b iz *Gutenberg – Richter*-ove relacije za limsku seizmogenu zonu.

Tako su dobijene vrednosti parametara $a_L = 5,10$ i $b_L = 0,98$ za zonu limskog raseda.

S obzirom da *Gutenberg – Richter*-ova relacija vodi do distribucije ekstremnih vrednosti tipa I, koja daje precenjene vrednosti parametara kretanja za duže povratne periode, za računanje godišnjih frekvenci magnituda primenjen je dvostruko zarubljeni (*duble truncated*) eksponencijalni model (*Cornell & Van Marke, 1969.*) za seizmičke izvore, prema relaciji:

$$\nu(m) = \alpha \cdot \frac{e^{-\beta(m-m_0)} - e^{-\beta(m_u-m_0)}}{1,0 - e^{-\beta(m_u-m_0)}} \quad \text{za } m_0 \leq m \leq m_u \quad (35)$$

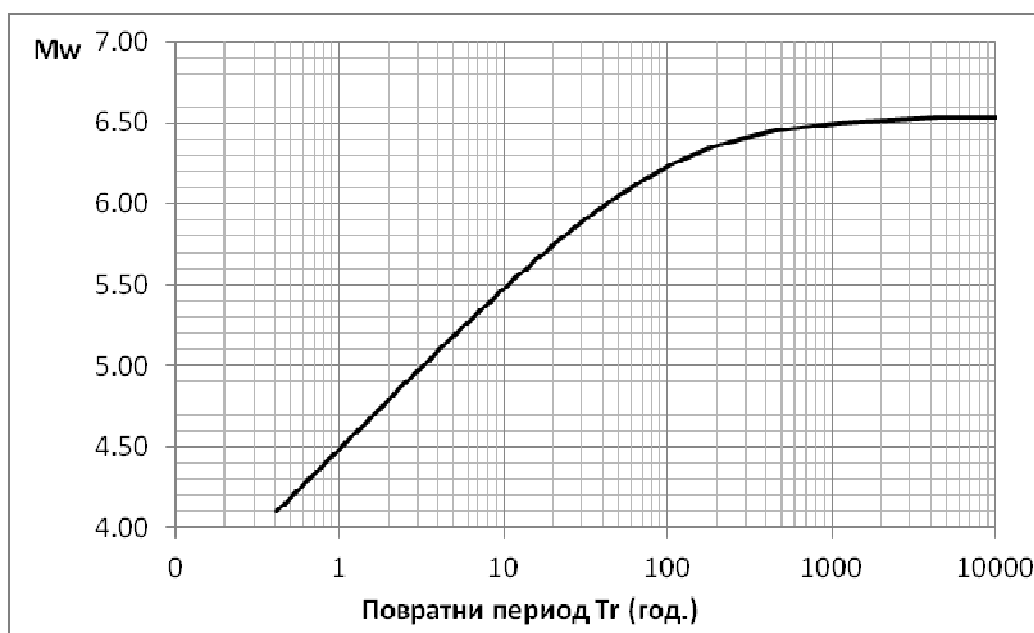
gde je:

- $\nu(m)$ - godišnja frekvencija magnitude m ;
 m_u - gornja granica magnitude;
 m_0 - donja granica magnitude;
 α - aktivnost izvora svedena na jednu godinu;
 $\beta = b \cdot \ln 10$.

Maksimalna magnituda je na osnovu relacije (33) određena kao $M_w=6,54$ dok je za minimalnu magnitudu usvojeno $m_0 = 4,0$.

Na osnovu relacije (35) određene su srednje godišnje frekvence zamljotresa (ν) za $m \geq M_w$ i njima odgovarajući srednji povratni periodi za limsku seizmogenu zonu.

Na slici 2.30 prikazana je kriva hazarda po parametru magnitude, tj. povratni period u zavisnosti od magnitude.



Slika 2.30. Kriva hazarda po parametru magnitude za limski rased

Na slici 2.30 prikazane su očekivne vrednosti magnituda zaključno sa povratnim periodom od 10.000 godina. Veći povratni periodi nisu prikazani s obzirom da je za eksploatacioni vek objekta od $t_e = 100$ godina, verovatnoća da će prikazane vrednosti magnituda biti premašene, ispod 1%.

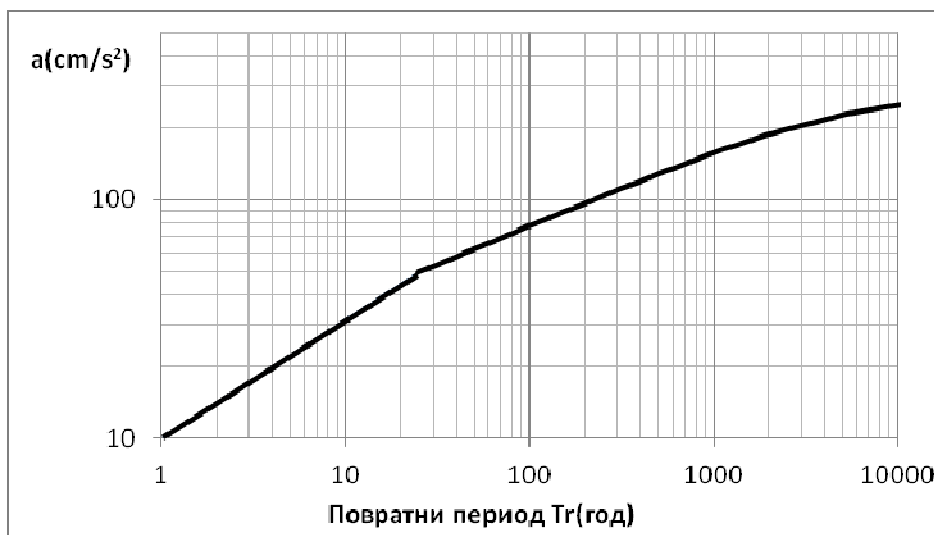
Na osnovu relacije (21) sračunate su projektne magnitude sa nivoom rizika od $R = 50\%$, 37% , 10% i 1% za eksploatacioni vek od $t_e = 100$ godina. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 2.6.

Tabela 2.6. Očekivane vrednosti magnituda za limsku seizmogenu zonu u zavisnosti od povratnog perioda

	R	T_r (god.)	M_w
OBE	0,50	144,77	6,40
Z1	0,37	218,52	6,45
Z2	0,10	949,62	6,50
MCE	0,01	9950,42	6,53

Pod pretpostavkom da se zemljotres određene magnitude može dogoditi sa podjednakom verovatnoćom na bilo kojoj tački duž trase linijskog izvora, dobijene su krive hazarda po parametru maksimalnog horizontalnog ubrzanja za svaki od linijskih izvora, kao i kumulativna kriva hazarda za zbirni uticaj izvora na lokaciju brane. Pri tome su korišćene atenuacione relacije Glavatović (1998), Manić & Manić (2007) i McGuire (1978 b), s obzirom da relacija *Esteva&Villaverde* (1973) nije adekvatna za bliska epicentralna rastojanja.

Na slici 2.31 prikazane su očekivne vrednosti maksimalnih horizontalnih ubrzanja u zavisnosti od povratnog perioda za linijsko izvoriste Lima, zaključno sa povratnim periodom od 10.000 godina.



Slika 2.31. Kriva hazarda po parametru ubrzanja za limski rased

U tabeli 2.7 prikazani su dobijeni rezultati za projektne nivoe hazarda po parametru ubrzanja za limsku seizmogenu zonu. Kao što se vidi, dobijene vrednosti su za sve nivoe rizika niže od onih dobijenih distribucijom ekstremnih vrednosti za region koje su prikazane u tabeli 2.3.

Na osnovu krive hazarda po parametru ubrzanja za limski rased, gornja granica ubrzanja dobijena na osnovu relacije (33) od $a_{\max} = 289,61 \text{ cm/s}^2$ može biti dostignuta tek sa povratnim periodom od $T_r \geq 64\,000$ godina. Ovo nije prikazano na slici 2.31, s obzirom da to uveliko prevazilazi period od 10.000 godina, odnosno verovatnoća realizacije je manja od 1% tokom eksploatacionog veka objekta.

Tabela 2.7. Očekivane vrednosti maksimalnih horizontalnih ubrzanja za limsku seizmogenu zonu u zavisnosti od povratnog perioda

R	T_r (god)	a (cm/s ²)	
0,50	144	87,02	
0,37	218	99,33	Z1
0,19	475	129,93	EC-08
0,10	1000	154,15	Z2
0,01	10000	240,22	MCE

Zaključak

Na osnovu dostupnih kataloga zemljotresa i podataka o 383 zemljotresa koji su se dogodili u periodu od 1901. do 2015. godine u području poluprečnika $R = 250$ km od lokacije brane „Potpeć“, određena je frekvencijalna distribucija magnituda prema *Gutenberg – Richter*-ovoj relaciji koja važi za posmatrani region, pošto su prethodno standardizovane sve vrednosti magnituda i konvertovane u magnitude seizmičkog momenta (M_w). Zatim je određen nivo maksimalne očekivane magnitude za region na osnovu kumulativnog oslobađanja naponske energije i seizmotektonskih uslova u regionu.

Analizirana je seizmička aktivnost i seizmotektonske karakteristike u bližem regionu ispitivanog mesta i određene su seizmogene zone od najvećeg uticaja i definisane determinističkim pristupom magnitude maksimalnih mogućih zemljotresa – MCE.

Primenjena su nezavisno dva metodološka pristupa: (1) probablistički, metodom distribucije ekstremnih vrednosti po parametru maksimalnih horizontalnih ubrzanja i (2) modifikovani *Cornell – Vanmarcke* metod primenjen na linijska izvorišta, koji predstavlja kombinaciju determinističkog i probablističkog pristupa. Za oba metodološka pristupa korišćena su četiri atenuaciona modela po parametrima maksimalnog horizontalnog i vertikalnog seizmičkog ubrzanja.

Literatura

- [1] OFEG (2003) *Securite des ouvrages d'accumulation Documentation de base pour la verification des ouvrages d'accumulation aux seismes Version 1.2* (2003), Rapports de l'OFEG, serie Eaux pp 139.;
- [2] *On the correlation of seismic Intesity scales with the peaks of recorded strong Ground motion*, Bull. Seis. Soc. Am. Vol. 65, No 1, pp 139 – 162., Trifunac M.D. & Brady A.G., February 1975.
- [3] *Opšte karakteristike teritorije SFR Jugoslavije, Acta seismologica Iugoslavica No 2 – 3 /1975 pp 23 – 28.*, Arsovski M., Radulović V., Prelogović E., Sikošek B., i Vidović M. (1975);
- [4] Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 50 godina 1:1 000 000, Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.
- [5] Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 100 godina 1:1 000 000, Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.

- [6] Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 200 godina 1:1 000 000, Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.
- [7] Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 500 godina 1:1 000 000, Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.
- [8] Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 1000 godina 1:1 000 000, Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.
- [9] Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 10000 godina 1:1 000 000, Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.
- [10] Karta seizmičke regionalizacije SR Srbije 1:500 000, Vukašinović M.(1973), Seizmološki zavod SRS, Beograd.
- [11] New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement B.S.S.A. vol. 84, No 4 p.p. 974 – 1002, Wells D.L. & Coppersmith K.J. (1994), Avgust 1994.
- [12] *Metode seizmičke mikroneonizacije*, Prosen D. (1977) Savetovanje Planiranje, projektovanje i izgradnja objekata na seizmičkim Područjima, Cavtat, 1977. p.61-100
- [13] *Inženerska Seizmologija I*, Stojković M.(1987), Institut za zemljotresno inženjerstvo i seizmologija, Univerzitet „Kiril i Metodij“, Skopje, 1987.
- [14] *Applied Geophysics*, Telford W.M., Geldart L.P., Sheriff R.E., Keys D.A. (1978), Cambridge University Press, Cambridge 1978.
- [15] *Seismic Refraction Analysis for Engineering Study*, Masuda H. (1975) OYO Technical note, Urawa Saitama 1975.
- [16] *A Basic European Earthquake Catalogue and Database for the evaluation off long term Sismicity and Seismic Hazard* (BEECD).
- [17] *General Features of the Territory of SFR Yugoslavia Acta seismologica iugoslavica* No 2 – 3 / 1975 pp 23 – 28, Arsovski M., Radulović V., Prelogović E., Sikošek B., and Vidović M. (1975)
- [18] *Composite Earthquake catalogue ANNS* (Advanced National Seismic System) 1945–2004.
- [19] *Dinaridi: jedan model na osnovama »Nove globalne tektonike«*, Dimitrijeić M., RGF, Beograd, Savetovanje o metalogeniji, (1974).
- [20] *Model of Seismogenesis and Seismic Hazard in South Dinarides*, Glavatović, B. (1998) Yugoslav Congress of Geophysicians, Proceedings, p 429 – 440, Belgrade 1998.
- [21] IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology (1964 – 2003).
- [22] JSC (International Seismological Centre) On Line Bulletin 1921 – 2002.
- [23] *Theoretical basis of some empirical relations in seismology*, Kanamori, H & Anderson D.L. (1975) Bull. seis soc. Of America, Vol. 65, No 5, p.p. 1095;
- [24] *Catalogue of the Earthquakes 1901 – 1955 $M \geq 4 \frac{1}{2}$ $I \geq VII$* , Karnik, V. Seismicity of the Europe and Mediteranean region<;
- [25] Recording, Processing and Interpretation of Regional Data on Strong Soil Movements, Construction 61(2007) 10, p.391-406, M. Manić & I. Manić (2007)
- [26] National Oceanic and Atmospheric Administration, USA NOAA – Catalogue.
- [27] *Introduction to Earthquake Engineering*, Okamoto, S. (1984), University of Tokyo press, Tokyo p.p. 629;
- [28] *Studija seizmo-tektonskih karakteristika teritorije Crne Gore*, Petković, K.V., Trajić, D, Vukašinović, M. ,Pejanović, 1972., Geološki anali Balkanskog poluostrva, knjiga XXXIV Beograd, 1969.
- [29] Seismic Hazard Maps and spectra: Catalogue Preparation, Seismotectonic Modeling and Site Class Definitions, Radovanović S., Seismological Institute of Serbia, Belgrade, Serbia and Crna Gora.
- [30] *Catalog of Earthquakes*; Part I, 1901 – 1970, Part II, prior to 1971, Shebalin, N.V., Karnik V. and Hadžievski, D., 1974, UNDP / UNESCO Survey of the Seismicity of the Balkan region. UNESCO, Skopje.

- [31] *Analysis of Earthquakes in Banja Luka and Other Possible Strong Earthquakes in Yugoslavia*, Šebalin, N.V. 1971. Acta seismologica iugoslavica No 1 /1971 pp 97 – 110.
- [32] *Geotektonske osobine Jugoslavije u svetlu neotektonskih i seizmičkih pokreta*, Sikošek B. (1974), Savetovanje o metalogeniji, RGF, Beograd.
- [33] USGS National Earthquake Information Centre (NEIC) 1973 – 2003.
- [34] Research on design Earthquake IV – 78 – IV – 95, Watabe, M.
- [35] *Manual of Seismological Observatory Practice*, Willmore P.L. (1997) World data center A for Solid Earth Geophysics;
- [36] *Katalog zemljotresa $M_w \geq 3,5$ Republike Srbije*, Mr S.Radovanović, Mr S.Kovačević, B.Dragičević, V.Knežević, Dr M.Petrović, B.Veselinović i S.Đurđević, Republički seizmološki zavod 2011.

2.2 Podaci o izvoristu v odosnabdevanja i o osnovnim hidrološkim karakteristikama

2.2.1 Izvorišta vodosnabdevanja

Najvažniji sistem za snabdevanje vodom opštine Priboj je Centralni vodovodni sistem (CVS) Priboja, iz koga se snabdeva oko 60% stanovnika opštine. On snabdeva grad Priboj i više prigradskih naselja (Pribojska Banja, Zvizdića naselje, Poljice, Mramorje i Uvac). Vodosnabdevanje je najelementarnija potreba svih građana, pa je ova delatnost u okviru komunalne delatnosti (KP "Usluga") U okviru preduzeća je Postrojenje za prečišćavanje vode. Voda za piće redovno se kontoliše u Zavodu za javno zdravlje Užice.

Ostala naselja u brdsko planinskom području se snabdevaju iz manjih seoskih vodovoda, tamo gde je to moguće zbog gušće konfiguracije naselja, ili iz manjih grupnih sistema. Jedan deo stanovništva se snabdeva iz vlastitih izvora (bunari, kaptirani izvori malog kapaciteta).

2.2.2 Hidrološke karakteristike

Osnovne fizičko-geografske karakteristike analiziranog sliva

Lim ističe iz Plavskog jezera, mada njegov izvorišni deo čine reke Vruja i Grnčar, koje sastavljajući se čine reku Ljuču, koja se uliva u Plavsko jezero. Plavsko jezero je samo jedna retenzija kroz koju protiče reka sa različitim imenom pre i posle ušća u isto. Informativno se napominje da površina Plavskog jezera iznosi oko 300 ha, te da mu nivo varira najčešće između kota 903 i 909 mnm.

Dolinu Lima na sektoru Plavsko jezero – Bijelo Polje okružuju visoke planine. Na izvorišnom delu su Prokletije (2865 mnm) koje se sa istočne strane nastavljaju Čakorom (2046 mnm), a za zapadne Visitorom. Dalje, sa zapada vododelnica nastavlja ograncima Komova (2404 mnm) i Bjelasice (2137 mnm), te Kovrenom pod kojim izvire reka Ljuboviđa. Sa istoka ogranci Čakova nastavljaju planinom Bogićevicom i Peštarskom visoravni.

Od svog izvora pa duž toka, Lim prima veliki broj pritoka od kojih će se navesti samo značajnije. Pre Andrijevice, pritoke s leve strane su Murinska reka i Zlorečica, a sa desne strane Đurička reka, Rženička, Velička i Komarača. Od Andrijevice do Berana, Lim prima sa leve strane Krašticu, Trebičku i Ševarinsku reku, kao i Bistricu, a sa desne strane Šekularsku i Kaluđersku reku. Od Berana do Bijelog Polja, u Lim se ulivaju sa leve strane Brzava i Ljuboviđa, a sa desne Dapsička reka i Lješnica. Od Belog Polja do Brodareva, sa leve strane

se uliva Bjelopoljska Lješnica, a sa desne strane Bjelopoljska Bistrica. Od Brodareva do Prijepolja, značajnije leve pritoke su Gračanica i Mioska, a desne, reka Mileševka. Od Prijepolja do brane Potpeć, leve pritoke su Seljašnica i Ljupča, a desna, reka Bistrica.

Površina sliva Lima do izučavanog profila HE „Potpeć“ iznosi 3605 km², a do reperne nizvodne hidrološke stanice „Priboj“, iznosi 3684 km².

Napominjemo da su usvojene površine slivova do profila hidroloških stanica iz obrada RHMZ Srbije i Crne Gore. Karta sliva Lima do profila kontrolne nizvodne vodomerne stanice „Priboj“ data je u prilogu 1.

Sliv Lima je veoma reljefno izraženo područje i to uslovljava složen sistem podneblja. Uticaj Jadranskog mora, usled visokih planina koje okružuju sliv, ne oseća se dovoljno. Nasuprot tome, sliv je sa severa otvoren, pa je prodiranje hladnog vazduha sa severa na jug olakšano. Može se reći da u nizijama sliva vlada umereno i kontinentalna klima, a u visokim oblastima planinska klima. Generalno, severni deo sliva ima odlike kontinentalnog, a južni deo uzvodno od Bijelog Polja izvesne manje odlike i maritimnog pluviometrijskog režima.

Sliv Lima je vrlo bogat vodom. To je posledica fizičko geografskih uslova, kao i visokih padavina. Postoji izraziti rast padavina od severa ka jugu sliva: od prosečnih godišnjih padavina od 750 mm u dolini Lima na delu Brodarevo-Prijepolje, do prosečnih 1500 mm u gornjem toku Lima i reda i 2000 mm na obodnim visokim delovima sliva. Ovakav raspored i intezitet padavina je i glavni razlog visokih modula oticaja koji ih prate i generalno se kreću od najnižih oko 10-12 l/s/km² na delu međusliva Brodarevo-Prijepolje, pa do maksimalnih 60 l/s/km² u izvorišnim zonama Lima, detaljnije Lit./3,4,7/.

Izučenost sliva, raspoloživa dokumentacija i podaci

Osnovne podloge za izradu ove namenske hidrološke studije su raspoloživa dokumentacija koja je navedena u poglavlju 8 /Literatura/ i dugoperiodska osmatranja vodostaja i merenja proticaja u slivu reke Lim koja su u nadležnosti Hidrometeorološkog Zavoda Srbije. Ovi podaci se pre svega odnose na profile pouzdanih i ključnih vodomernih stanica Brodarevo, Prijepolje i Priboj na reci Lim, i vodomernih stanica Bistrica na reci Bistrici i Prijepolje na reci Mileševki sa raspoloživim podacima o dnevnim proticajima u dužem vremenskom periodu.

U okviru ove studije ove stanice su detaljno izučavane i analizirane, jer u potpunosti kontrolišu režim i bilans voda u razmatranoj zoni projekta. Pored njih, korišćeni su u punom obimu i svi raspoloživi podaci dobijeni od Limskih elektrana sa karakterističnim podacima o proticajima na brani i HE „Potpeć“, brani „Radoinja“ i HE „Bistrica“. Svi ovi podaci su iskorišćeni za pouzdanu ocenu hidrološkog režima reke Lim na analiziranom sektoru u postojećem-aktuelnom i prirodnom režimu toka, a koji je prikazan u narednim poglavljima.

Vodomerna stanica „Brodarevo“ kontroliše površinu sliva od 2762 km² (podatak HMZ Srbije) i od ušća u reku Drinu je udaljena oko 96,2 km. Locirana je u gradu Brodarevo. Osnovana je 1958. godine, a kvalitetni podaci o proticajima datiraju od 1961. godine. Stanica je opremljena i limnigrafom 1991. godine, koji je u najvećem delu analiziranog perioda bio u funkciji.

Vodomerna stanica „Prijepolje“ kontroliše površinu sliva od 3160 km² i od ušća u Drinu je udaljena oko 74,5 km. Locirana je u gradu Prijepolje. Osnovana je 1924. godine, a kvalitetni podaci o proticajima datiraju od 1925. godine. Stanica je opremljena i limnigrafom 1961. godine, koji je u najvećem delu analiziranog perioda bio u funkciji.

Za kontrolu i dopunu podataka, kao i kvalitetnije i sveobuhvatnije analize, korišćena je i nizvodna vodomerna stanica „Priboj“ na Limu, koja kontroliše površinu sliva od 3684 km² i od ušća u Drinu je udaljena oko 45,5 km. Locirana je u gradu Priboj na teritoriji Srbije. Osnovana je 1959. godine, a kvalitetni podaci o proticajima datiraju od 1962. godine.

Od manjeg značaja su vodomerne stanice „Bistrica“ na reci Bistrici i „Prije polje“ na reci Mileševki, jer kontrolišu neuporedivo manje površine slivova u delu međusliva reke Lim.

Vodomerna stanica „Prije polje“ kontroliše površinu sliva od 155 km² i od ušća u Lim je udaljena oko 0,5 km. Locirana je u gradu Prije polje. Osnovana je 1967. godine, a kvalitetni podaci o proticajima datiraju od 1968. godine. Stanica je opremljena i limnigrafom, koji je u najvećem delu analiziranog perioda bio u funkciji.

Vodomerna stanica „Bistrica“ kontroliše površinu sliva od 79 km² i od ušća u Lim (akumulaciju Potpeć) je udaljena oko 1,0 km. Locirana je kod mesta Bistrica. Osnovana je 1959. godine, a kvalitetni podaci o proticajima datiraju od 1961. godine. Stanica je opremljena i limnigrafom, koji je u najvećem delu analiziranog perioda bio u funkciji.

Brana Potpeć izgrađena je 1967. godine, zahvata površinu sliva (prirodnu) od 3605 km², a pouzdani podaci o radu HE i bilansu voda akumulacije datiraju od 1968. godine, Lit./11/.

Brana Radoinja, kao najnižvodnija u nizu Uvačkih brana-elektrana, izgrađena je 1959. godine, i zahvata ukupnu površinu sliva od 1500 km², a podaci o radu derivacione HE „Bistrica“ i bilansu voda akumulacije Radoinja datiraju od 1967/1968. godine, Lit./11/. Radom HE „Bistrica“ se skoro sve vode Uvca prebacuju u akumulaciju Potpeć.

Lokacije ovih stanica i HE profila i njihov raspoloživ dug i pouzdan period podataka su bili dovoljni za sve izvršene hidrološke analize u široj zoni projekta. Ovome svakako treba dodati i dobru prethodnu izučenost sliva kroz niz studija i elaborata koji su prikazani u poglavlju 8 /Literatura/. Kao najznačajniju s aspekta hidroloških širih regionalnih obrada i analiza, treba izdvojiti Studiju opravdanosti sa Idejnim projektom HE „Brodarevo1&2“ i vrlo kvalitetno i detaljno obrađene podatke dobijene od Tehničke službe Limskih HE.

Generalno se može zaključiti da je hidrološka izučenost sliva Lima solidna, a u zoni projekta vrlo dobra i pouzdana.

Analiza srednjih voda

Vodomerna stanica „Prije polje“ na Limu je odabrana kao ključna i bazna stanica za analizu bilansa i režima voda. Raspolaže izuzetno dugim i pouzdanim nizom dnevnih proticaja, direktno kontroliše oko 88% sliva HE „Potpeć“ i predstavlja prirodne, neporemećene proticaje. U Lit./7/ izvršena je detaljna analiza srednjih dnevnih i ekstremnih proticaja na ovoj vodomernoj stanici. Samo je manji broj dnevnih podataka u mesecima aprilu, maju i junu 1993. godine na vodomernoj stanici „Prije polje“ morao biti naknadno dopunjen na osnovu ustanovljene pouzdane korelativne veze sa uzvodnom vodomernom stanicom „Brodarevo“ (koeficijent korelacije 0,99). Takođe, i svodne bilansne analize na celom slivu Lima (podaci i sa vodomernih stanica iz Crne Gore) sprovedene u Lit./1,4 i 7/, potvrđuju pouzdanost ovih podataka, kao i bilansnu usklađenost voda duž toka Lima.

Vodomerna stanica „Priboj“ ima znatno kraći period osmatranja i merenja i od 1968. godine ima poremećen režim voda, jer sadrži i dodatne vode reke Uvac, koje se prebacuju u Potpećku akumulaciju preko rada HE „Bistrica“. U seriji raspoloživih dnevnih proticaja (podaci RHMZ Srbije), nedostaje 1993. godina i mali deo 2002., 2011. i 2012. godine. Nedostajući podaci za ove periode popunjeni su na bazi regresionih analiza i modela

Lit./3,10/. Naglašava se da samo period 1962-1967. godina predstavlja prirodne dotoke na vodomernoj stanici „Priboj“.

Tabele srednjih mesečnih i godišnjih proticaja na vodomernim stanicama „Prije polje“ i „Priboj“ sa karakterističnim statističkim parametrima – prosečne višegodišnje vrednosti, standardna devijacija i koeficijent varijacije, prikazane su u prilogima 2, odnosno 3. Naglašava se da se prikazani statistički parametri za vodomernu stanicu Priboj dati u prilogu 3, odnose na period 1968-2008. godina, odnosno na postojeće-aktuelno stanje sa radom HE „Bistrica“.

U tabeli 2.8 dat je pregled karakterističnih osmotrenih hidroloških veličina u višegodišnjem periodu u profilima vodomernih stanica „Brodarevo“, „Prije polje“ i „Priboj“. Prikazane veličine za stanicu „Priboj“ nisu direktno uporedive sa uzvodnim delom sliva, zbog dodatnih prevedenih voda Uvca i znatno kraćeg osmotrenog perioda koji je u odnosu na ceo period 1925-2013. godina sušniji za oko 5,2%.

Tabela 2.8. Karakteristične prosečne višegodišnje vrednosti

profil, period	F [km ²]	Q _{sr} [m ³ /s]	q _{sr} [l/s/km ²]
„Priboj“*, 1968-2013	3684	(88,4)	/
„Prije polje“, 1925-2013	3160	77,4 (73,4)	24,5
„Brodarevo“, 1925-2013	2762	72,0 (68,0)	26,1

* sa radom HE Bistrica, odnosno prevedenim vodama reke Uvac vrednosti za Q_{sr} u zagradi odnose se na period 1968-2013. godina

Kao kontrola i provera podataka i bilansne usklađenosti, u prilogu 4 prikazana je korelativna veza srednjih godišnjih proticaja iz zajedničkog raspoloživog perioda 1968 -2013. godina (bez 2011. i 2012. godine) na vodomernim stanicama „Priboj“ i „Prije polje“. Nešto niži koeficijent korelacije od očekivanog je svakako posledica prisustva i izmenjenog režima voda zbog rada HE „Bistrica“ i HE „Potpeć“. Usvojena relacija ukazuje na očekivani doprinos međusliva i dotoka iz HE „Bistrica“ u ukupnom bilansu voda u međuslivu Prije polje – Priboj.

$$Q_{\text{Priboj}} = 1,206 \cdot Q_{\text{Prije polje}} \quad R = 0,90$$

Da bi se što preciznije sagledao bilans voda u analiziranom delu sliva Lima, u prilogu 5 je prikazan proračun višegodišnjeg bilansa voda za period 1968-2013. godina, a u tabeli 2.9, krajnji sumarni rezultati proračuna. Podaci za ove proračune preuzeti su iz dokumentacije RHMZ Srbije Lit./9,10/, zatim iz podataka o radu HE „Potpeć“ i „Bistrica“ Lit./11/ i iz studija urađenih u „Energoprojekt-Hidroinženjering“-u, Lit./7, 8/. Svi podaci shodno ustaljenoj hidrološkoj praksi, svedeni su na isti period obrade.

Tabela 2.9. Višegodišnji bilans voda perioda 1968 – 2013. godine

profil/ reka	VS „Prije polje“, Lim	VS „Bistrica“, Bistrica	VS „Prije polje“, Mileševka	HE „Bistrica“, turbine	VS „Priboj“, Lim	ostatak međusliva
F [km ²]	3160	79	155	/	3684	290
Q _{sr} [m ³ /s]	73,42	1,28	1,46	12,78	88,44	3,47

Podaci za međusliv su sračunati koristeći postojeće bilansne i analize specifičnog modula oticaja iz Lit./7/. Pretpostavljajući da su ulazni proticaj (v.s. „Prije polje“) i izlazni proticaj (v.s. „Priboj“) apsolutno tačni (a u praksi to sigurno nije), dobija se maksimalna moguća greška

bilansnog proračuna od 3,97 m³/s, ili oko 4,4% (detaljnije u prilogu 5). Pri ovim proračunima nisu uzeti u obzir razni mogući gubici (proviranje, isparavanje itd.), što bi ovu bilansnu neusaglašenost još više umanjilo. Poznato je da su i greške hidroloških osmatranja, merenja i obrada na vodomernim stanicama, kao i HE profilima u tolerantnim okvirima od 10%. Stoga se može izvesti zaključak o vrlo visokoj bilansnoj usklađenosti i pouzdanosti prezentiranog bilansa voda na analiziranom delu sliva. Ovakav zaključak je omogućio da se pouzdano definiše bilans srednjih mesečnih i godišnjih proticaja na profilu HE „Potpeć“ i za prirodan i za postojeći aktuelan režim voda.

Srednji proticaji u profilu HE „Potpeć“

Režim voda u profilu Potpeć može biti postojeći-aktuelni i prirodni. Postojeći-aktuelni režim podrazumeva sadašnje stanje izgrađenosti HE sistema u slivovima Lima i Uvca. Kvalitetni podaci o radu ovog sistema postoje od 1967/1968. godine, pa je aktuelan režim voda moguće definisati samo za ovaj period.

Prirodan režim voda egzistira pre 1968. godine od kada su u pogonu sve Limske HE – Uvac, Kokin Brod, Bistrica, Potpeć. Već je rečeno u poglavlju 3 da na području donjeg Lima postoji više stanica sa vrlo dugim i pouzdanim serijama dnevnih proticaja. To daje mogućnost da se znatno pouzdanije definišu kako srednje, tako i velike i male vode, jer obuhvataju cikluse i sušnih i kišnih perioda.

Prirodan režim voda

Prirodan režim voda je svakako značajniji, jer omogućava vrlo lako sagledavanje i prelazak na bilo koji sadašnji, ili budući izmenjen režim voda. Dug period pouzdanih dnevnih protoka na vodomernoj stanici „Prije polje“ i analize sprovedene u prethodnom poglavlju i prikazane u prilogu 5, definišu čvrstu korespondentnu vezu između profila HE „Potpeć“ (površina sliva 3605 km²) i profila v.s. „Prije polje“.

$$Q_{\text{Potpeć}} = 1,072 \cdot Q_{\text{Prije polje}}$$

U prilogu 6 data je tabela prirodnih srednjih mesečnih i godišnjih proticaja za analizirani i raspoloživi period 1925-2013. godina u profilu HE „Potpeć“ sa karakterističnim statističkim parametrima – prosečne višegodišnje vrednosti, standardna devijacija, koeficijent varijacije. U tabeli 2.10 su prikazani prosečni višegodišnji srednji mesečni proticaji na profilu HE „Potpeć“.

Tabela 2.10 Prosečni višegodišnji srednji mesečni proticaji na profilu HE „Potpeć“ za period 1925-2013. godina

mesec												Q _{god}	q
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	m ³ /s	l/s/km ²
77,9	80,9	108,2	153,2	152,4	86,1	42,9	24,8	28,7	52,2	87,3	101,3	83,0	23,02

Prosečni proticaj za period 1925-2013. godine iznosi 83,0 m³/s, ili specifični oticaj 23,02 l/s/km², što ukazuje na značajnu vodnost ovog sliva, koja je pogotovo izrazita u njegovom uzvodnom delu. U analiziranom periodu, vrednost višegodišnjeg prosečnog proticaja u profilu HE „Potpeć“ je varirala u intervalu od 46,8 m³/s u sušnoj 1990. godini, do 144,3 m³/s u kišnoj 1955. godini.

Neravnomernost protoka unutar godine prikazana je takođe kroz tabelu 2.10. Regionalno je usklađena, a generalno prati opšte poznati model rasporeda padavina ovog područja sa приметnim uticajem i maritimnog pluviometrijskog režima padavina. Unutargodišnju raspodelu proticaja karakterišu izrazitije vlažan period u martu, aprilu i maju i sušniji od jula do oktobra.

Dobar pokazatelj cikličnosti, odnosno hronološke zakonitosti smenjivanja kišnih i sušnih godina, urađena je preko takozvane integralne krive modulnih odstupanja od prosečne vrednosti, koja je prikazana u prilogu 8.

Vremenski period u kome ordinate integralne krive imaju pozitivan prirast karakteriše vodniji period, a obrnuto (suprotno) karakteriše sušniji period. Iz priloga 8 sledi da analizirani period generalno obuhvata jedan kišni period i to: 1952-1981. godine i jedan sušni, u periodu 1982-2013. godine, dok u periodu 1925-1951. godine ovi ciklusi nisu izraženi. Na osnovu širih regionalnih analiza izvršenih u okviru Lit./6,7/ može se konstatovati regionalna usklađenost, a samim tim i pouzdanost analiziranih podataka u celom obrađivanom periodu.

Kriva trajanja prirodnih proticaja u profilu HE „Potpeć“, za analizirani period 1925-2013. godina, prikazana je u prilogu 9. Može se uočiti da su proticaji veći od višegodišnjeg proseka zastupljeni u oko 36,5% trajanja vremena, što je potpuno u skladu sa svim regionalnim pokazateljima, Lit./3,4,7,10/.

U tabeli 2.11 su izdvojeni karakteristični periodi obrade koji ukazuju na uticaj dužine obrađivanog perioda na bilans i režim voda, kao i moguću energetska proizvodnju, koja će biti obrađena u okviru predmetnog Idejnog projekta.

Tabela 2.11 Karakteristične prosečne višegodišnje vrednosti – prirodan režim

profil	period obrade	Q_{sr} [m ³ /s]	q_{sr} [l/s/km ²]
HE „Potpeć“	1925-2013	83,0	23,02
HE „Potpeć“	1925-1945	86,5	23,99
HE „Potpeć“	1946-1985	86,7	24,05
HE „Potpeć“	1986-2013	75,0	20,80
HE „Potpeć“	1968-2013	78,7	21,83
HE „Potpeć“	1951-1981	91,7	25,44
HE „Potpeć“	1982-2013	73,9	20,50
HE „Potpeć“	1946-2013	81,9	22,72

Iz tabele 2.11 može se uočiti značajan uticaj dužine analiziranog perioda na sve sračunate i izvedene hidrološke veličine. Zbog toga su za sve analize (verovatnoće pojave srednjih i ekstremnih proticaja, trajnosti i raspored voda) korišćeni najduži raspoloživi nizovi podataka, gde je to bilo moguće.

Numerički pokazatelji teorijskih vrednosti verovatnoće pojave srednjih godišnjih proticaja prikazani su u tabeli 2.12, a grafički u prilogu 10. Primenjeno je više teorijskih funkcija raspodele, a usvojena je troparametarska Log-Normalna III raspodela koja je po testovima dobre prilagođavanja teorijske krive na empirijske podatke pokazala najbolje slaganje.

Tabela 2.12. Verovatnoća pojave srednjih godišnjih proticaja na profilu HE „Potpeć“ za period 1925-2013. godine

P [%]	1	2	5	10	50	90	95	98	99
Q_{sr} [m ³ /s]	45,5	48,9	54,1	59,2	80,8	109,4	119,1	131,0	139,5

Regulisan, aktuelan režim voda

Ovaj režim podrazumeva da se na prirodan režim voda u profilu HE „Potpeć“ dodaju i prevedene vode reke Uvac u Potpećku akumulaciju preko HE „Bistrica“. Definisan je za raspoloživ period 1968-2013. godine. Za prikaz ovog režima voda iskorišćeno je postojanje nizvodne vodomerne stanice „Priboj“. Površina međusliva između profila HE „Potpeć“ i vodomerne stanice „Priboj“ je svega 79 km². Koristeći analize iz Lit./7/, za specifičan modul oticaja međusliva od 12 l/s/km², prosečan višegodišnji dotok sa ovog međusliva ocenjen je na 0,95 m³/s. Sa definisanim korespondentnim odnosom proticaja na profilu Potpeć i profilu Priboj od $Q_{Potpeć} = 0,989 Q_{Priboj}$, određeni su srednji mesečni i godišnji proticaji u profilu HE „Potpeć“ za period 1968-2013. godine i prikazani u prilogu 7, a sistematizovano u tabeli 2.13.

Tabela 2.13. Prosečni višegodišnji srednji mesečni proticaji na profilu HE „Potpeć“ za period 1968-2013. godina – aktuelno, regulisano stanje

mesec												Q_{god}	q
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	m ³ /s	l/s/km ²
88,7	88,1	111,1	165,7	148,2	80,3	43,1	33,2	38,6	57,1	88,6	106,8	87,5	/

Sličan rezultat uz male razlike mogao bi se dobiti i primenom bilansnog modela gde bi se kao bazna koristila vodomerna stanica „Prijepolje“ uz dodavanje dotoka iz HE „Bistrica“ i dela pripadajućeg međusliva. Po toj metodologiji bi rezultat bio $Q_{sr} = 91,4$ m³/s, ili ako bi se protoci računali iz bilansa rada akumulacije Potpeć i proizvodnje na HE „Potpeć“, prosečan višegodišnji proticaj bi iznosio $Q_{sr} = 86,3$ m³/s, Lit./5,6,11/. Ove analize vršene su u okviru izrade ovog projekta i nalaze se u arhivi obrađivača, a dobijene razlike su vrlo male i nebitne za potrebe ovog projekta.

Iako se radi o regulisanom režimu voda (sadašnje-postojeće stanje) za raspoloživi period 1968-2013. godine, urađena je verovatnoća pojave regulisanih srednjih godišnjih proticaja koji su prikazani u tabeli 2.14, a grafički u prilogu 11. Primenjeno je više teorijskih funkcija raspodele, a usvojena je troparametarska *Log-Pearson III* raspodela, koja je po testovima dobre prilagođavanja teorijske krive na empirijske podatke pokazala najbolje slaganje.

Tabela 2.14. Verovatnoća pojave regulisanih srednjih godišnjih proticaja na profilu HE „Potpeć“ za period 1968-2013. godine

P [%]	1	2	5	10	50	90	95	98	99
Q_{sr} [m ³ /s]	42,9	47,0	53,6	59,8	85,9	117,5	127,3	138,7	146,6

Kriva trajanja regulisanih proticaja u profilu HE „Potpeć“, za raspoloživi eksploatacioni period 1968–2013. godine, prikazana je u prilogu 12. Urađena je koristeći bezdimenzionalnu krivu trajanja sa vodomerne stanice „Priboj“ iz perioda 1968-2013. godine. Zatim je standardnim postupkom za usvojene bezdimenzionalne koeficijente trajnosti, definisana kriva trajanja regulisanih dnevnih proticaja (za prethodno definisan prosečan višegodišnji proticaj od 87,5 m³/s) za ceo period obrade 1968-2013. godine. Može se uočiti da su proticaji veći od višegodišnjeg proseka zastupljeni u oko 35% trajanja vremena.

Razlike u krivim trajanja dnevnih proticaja, kao i u verovatnoćama pojave srednjih godišnjih proticaja na HE „Potpeć“ između prirodnog i regulisanog režima pored dodatnih prevedenih voda iz HE „Bistrica“, posledica su i različitih perioda obrade čiji je uticaj detaljnije obrazložen i prikazan u tabeli 2.11.

Već je prethodno rečeno da bi se do sličnih rezultata došlo i posrednim putem, odnosno dodavanjem na definisan prirodni režim voda u profilu HE „Potpeć“ realizovan režim voda kroz HE „Bistrica“ u periodu 1968-2013. godine. U prilogu 13 prikazana je kriva trajanja dnevnih proticaja realizovanih kroz turbine HE „Bistrica“, a u tabeli 2.15 date su karakteristične vrednosti verovatnoće pojave srednjih godišnjih proticaja ostvarenih kroz turbine HE „Bistrica“. Dobijene su primenom *Pearson III* raspodele na istorijske podatke sa HE „Bistrica“ iz perioda njenog rada 1968-2013. godine.

Tabela 2.15. Verovatnoća pojave realizovanih srednjih godišnjih proticaja HE „Bistrica“

P [%]	1	2	5	10	50	90	95	98	99
Q _{sr} [m ³ /s]	6,1	6,8	7,9	8,9	12,4	16,3	17,4	18,8	19,8

Analiza velikih voda

Velike vode potrebno je proveriti i novelirati u profilu HE „Potpeć“ za prirodno i aktuelno, postojeće stanje. Na osnovu sprovedenih analiza u Lit./7/ pokazano je da za velike zapremine hidrograma velikih voda, kakvi su na Limu, nema značajnije transformacija poplavnih talasa u manjim akumulacijama kakva je i Potpećka. Prvenstveni značaj je dat oceni maksimalnog, vršnog proticaja i njegovo upoređenje sa vrednostima iz Glavnog projekta brane Potpeć i izvedenim evakuacionim mogućnostima brane Potpeć.

Prirodan režim voda

Kako je profil brane HE „Potpeć“ na reci Lim blizak profilu vodomerne stanice „Prije polje“, a relativno i vodomernoj stanici „Brodarevo“, jasno je da su za analizu velikih voda korišćene statističke metode. Na obe stanice u Lit./7/ sprovedena je potpuna statistička i deterministička analiza velikih voda.

Za definisanje verovatnoće pojave apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja reke Lim u profilu vodomerne stanice „Prije polje“ korišćene su postojeće serije maksimalnih godišnjih proticaja (apsolutnih-trenutnih i srednjih dnevnih, jutarnjih), za period od 1925-2013. godine. Generalno, u godinama pre 1961. (pušten u rad limnigraf), kao i u nekim godina posle, iz raznih razloga nije se raspolagalo i trenutnim, apsolutnim maksimumima, nego samo srednjim dnevnim (ili jutarnjim) maksimalnim proticajima, što je ukupno 38 godina od raspoložive 89 godine podataka. U Lit./7,12/ sprovedena je korelaciona analiza apsolutnih i srednjih dnevnih maksimuma sa sledećom usvojenom jednačinom, $Q_{aps.max} = 1,15 Q_{dn.max}$, koja je za ovakav tip analiza vrlo dobra sa visokim koeficijentom korelacije od 0,94. Ovom relacijom dopunjen je i formiran pouzdan niz od 89 godina apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja na vodomernoj stanici „Prije polje“.

Koristeći ustanovljenu korespondentnu vezu proticaja $Q_{Potpeć} = 1,072 Q_{Prije polje}$, formiran je niz apsolutnih maksimalnih proticaja perioda 1925-2013. godina i u profilu brane HE „Potpeć“, čije su vrednosti i empirijska raspodela grafički prikazane u prilogu 14.

Posle šire analize primene više različitih funkcija raspodele, za dalje analize je odabrana troparametarska Log Normalna III raspodela koja je pokazala i najbolje prilagođavanje na osmotrene podatke o maksimalnim proticajima, prema testovima saglasnosti (hi kvadrat test i metod devijacije), a vrlo slične rezultate daje i *Log Pearson* III raspodela. Rezultati proračuna velikih voda u profilu brane HE „Potpeć“ su prikazani grafički u prilogu 14, a numerički u tabeli 2.16.

Tabela 2.16. Verovatnoća pojave apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja na profilu HE „Potpeć“, prirodno stanje, period 1925-2013. godine

HE „Potpeć“ $Q_{\max}$ [m ³ /s]	P [%]	0,01	0,1	0,2	1	2	5	10	20	50
int. pov.	50%	2257	1721	1573	1248	1115	945	818	691	508
int. pov.	95%	3696	2489	2181	1560	1331	1065	896	752	553

U analizu su pored očekivanih velikih voda uključeni i proračuni za interval poverenja 95%, koji je uobičajen kod proračuna većih rizika, a daje mogućnost šireg sagledavanja fenomena pojave velikih voda. U ovom slučaju to je opravdano, jer se radi o visokoj brani lociranoj uzvodno od naseljenih mesta. Takođe je poznato da ekstremni podaci o maksimalnim proticajima zahtevaju dodatnu sigurnost, jer mogu biti delom potcenjeni, a usled ekstrapolovanih krivih protoka, odnosno nedostatka merenja pri višim proticajima.

Neophodno je naglasiti da u ovim analizama na bilo koji način nije tretiran period pre 1926. godine. Poznato je iz niza studija i postojeće dokumentacije da su u slivu Drine zabeležene dve izuzetne istorijske poplave. Jedna iz 1896. godine, a druga, manja, iz 1903. godine. Tačno je da u samom slivu Lima nema podataka i dokumentacije za ocenu ovih voda, ali ima i osmotrenih i kvalitetno rekonstruisanih na Drini nizvodno od Foče i iz tog perioda. Ne ulazeći u detalje, jedna šira analiza bi svakako ukazala na činjenicu da je velika voda pojavljena na reci Lim u zoni Priboja iz ovog perioda mogla biti reda 3000-4000 m³/s.

Postojeći, aktuelan režim voda

Sa aspekta pojave velikih voda u aktuelnom-sadašnjem stanju, nema bitnih razlika u odnosu na prirodno stanje. One mogu biti iste kao u prirodnom režimu voda, ili maksimalno veće za veličinu instalisanog protoka kroz turbine HE „Bistrica“, odnosno 38 m³/s, čime smo i na strani sigurnosti. Logično je da u vreme pojave velikih voda u slivovima Uvca i Lima i protok kroz turbine HE „Bistrica“ bude maksimalan. U tabeli 2.17, shodno prethodnoj analizi, date su velike vode različite verovatnoće pojave.

Tabela 2.17. Verovatnoća pojave apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja na profilu HE „Potpeć“ – regulisano, aktuelno stanje

HE „Potpeć“ $Q_{\max}$ [m ³ /s]	P [%]	0,01	0,1	0,2	1	2	5	10	20	50
int. pov.	50%	2293	1757	1609	1284	1151	981	854	727	544
int. pov.	95%	3732	2525	2217	1596	1367	1101	932	788	589

Radi upoređenja, navešće se da projektne velike vode brane HE „Potpeć“ (dosije brane) iznose:

$$Q_{50\%} = 520 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10\%} = 870 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1\%} = 1350 \text{ m}^3/\text{s},$$

a ukupni evakuacioni kapacitet brane HE „Potpeć“ je oko 3250 m³/s:

kapacitet temeljnog ispusta $Q = 240 \text{ m}^3/\text{s}$,
 kapacitet preliva $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$,
 kapacitet ispusta za garantovani proticaj $Q = 12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Analiza malih voda

Prirodan režim voda

Minimalni proticaji u slivu reke Lim po pravilu se javljaju u letnjem periodu avgust-septembar. Male vode u profilu HE „Potpeć“ ocenjene su na osnovu statističkih analiza proticaja perioda 1925-2013. godina, koji obezbeđuje dug i pouzdan niz podataka o minimalnim srednjim mesečnim proticajima, koji su merodavni za analize garantovanog minimuma. Način dobijanja nizova srednjih mesečnih i godišnjih proticaja objašnjen je i prikazan u poglavlju 4.

Na formirane serije minimalnih srednjih mesečnih proticaja u analiziranom periodu primenjeno je više tipova teorijskih raspodela. Najbolje prilagođavanje na empirijske podatke prema testovima saglasnosti, (hi kvadrat test i metod devijacije), pokazala je *Log Pearson III* raspodela. U prilogu 15 prikazan je dijagram verovatnoće pojave minimalnih srednjih mesečnih proticaja u profilu brane HE „Potpeć“, a u tabeli 2.18 karakteristične numeričke vrednosti.

Tabela 2.18. Verovatnoća pojave minimalnih srednjih mesečnih proticaja na profilu HE „Potpeć“ – prirodno stanje

P [%]	50	80	90	95	98	99
HE „Potpeć“ $Q_{sr,mes,min} [\text{m}^3/\text{s}]$	18,5	14,9	13,7	12,7	11,9	11,5

Po sprovedenoj prikazanoj metodologiji proračuna, karakteristični minimalni srednji mesečni proticaj 95% obezbeđenosti u profilu brane HE „Potpeć“ iznosio bi $12,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Postojeći, aktuelan režim voda

Sa aspekta pojave malih voda u aktuelnom-sadašnjem stanju nema bitnih razlika u odnosu na prirodno stanje. One mogu biti samo veće za veličinu realizovanog dotoka kroz turbine HE „Bistrica“. U letnjem periodu često se dešava da i u dužem periodu nema dovoljno vode za rad turbina HE „Bistrica“, na šta ukazuje i kriva trajanja dnevnih proticaja na HE „Bistrica“, prilog 13. Iz tog razloga, smatramo da se za analizu malih voda i usvajanje garantovanog proticaja treba da koriste rezultati iz prethodnih analiza za prirodno stanje. Time smo na strani sigurnosti, a u praksi je sigurno režim malih voda u profilu HE „Potpeć“ znatno poboljšán radom HE „Bistrica“.

Radi upoređenja navešće se da projektna mala voda brane HE „Potpeć“, odnosno postojeći kapacitet ispusta za garantovani proticaj iznosi $Q = 12 \text{ m}^3/\text{s}$, a da po važećoj Vodoprivrednoj dozvoli garantovani proticaj iznosi $Q_{gar} = 13,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Zaključak

Izradom ovih hidroloških podloga pokušano je da se kompletiraju dosadašnja saznanja i raspoložive analize u slivu reke Lim na delu toka Prijepolje – Priboj. Smatramo da se došlo do pouzdanih pokazatelja hidrološkog bilansa i režima voda reke Lim.

Literatura

- [1] *Vodoprivredna osnova Crnomorskog sliva SR Crne Gore*, Građevinski fakultet, Beograd, 1980. godine;
- [2] *Idejni projekat HE „Brodarevo-uzvodno“, knjiga 2, sveska 2, Hidrologija, „Energoprojekt-Hidroinženjering“*, Beograd, 1987. godine;
- [3] *Vodoprivredna osnova Srbije, Hidrometeorološke podloge*, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd, 2000. godine;
- [4] *Vodoprivredna osnova Republike Crne Gore*, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, i JP „Vodovod i kanalizacija“, Podgorica, 2001. godine;
- [5] *Hidrološke obrade sedmičnih proticaja na profilima HE, „Energoprojekt-Hidroinženjering“*, 1987. godine;
- [6] *Hidrološke obrade sedmičnih proticaja na profilima HE*, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2005. godine;
- [7] *Studija opravdanosti sa Idejnim projektom HE „Brodarevo1&2“, Izveštaj o hidrološko-meteorološkim uslovima, „Energoprojekt-Hidroinženjering“*, 2010. godine;
- [8] *Hidrološke podloge za dve HE na reci Bistrici („Crkvine“ i „Rečica“) i tri HE na reci Ljutini („Crnetići“, „Radanovići“ i „Šljivovica“), „Energoprojekt – Hidroinženjering“*, Beograd, 2009. godine;
- [9] *Godišnjaci o proticajima za vodomernu stanicu (VS) „Brodarevo“ za period 1961-2013. godine, za VS „Prije polje“ za period 1925-2013. godina, VS „Bistrica“ za period 1961-2013. godina, VS „Prije polje“ (reka Mileševka) za period 1968-2013. godina, RHMZ Srbije*, Beograd, 2014. godine;
- [10] *Stručne obrade, analize podataka sa vodomernih stanica, stručni članci, RHMZ Srbije*;
- [11] *Podaci o radu HE „Potpeć“ i HE „Bistrica“, Limske hidroelektrane, Nova Varoš, 2014. godina*;
- [12] *Generalni projekat ugradnje dodatnog agregata na HE Potpeć, „Energoprojekt – Hidroinženjering“*, Beograd, 2011. godine;

PRILOZI

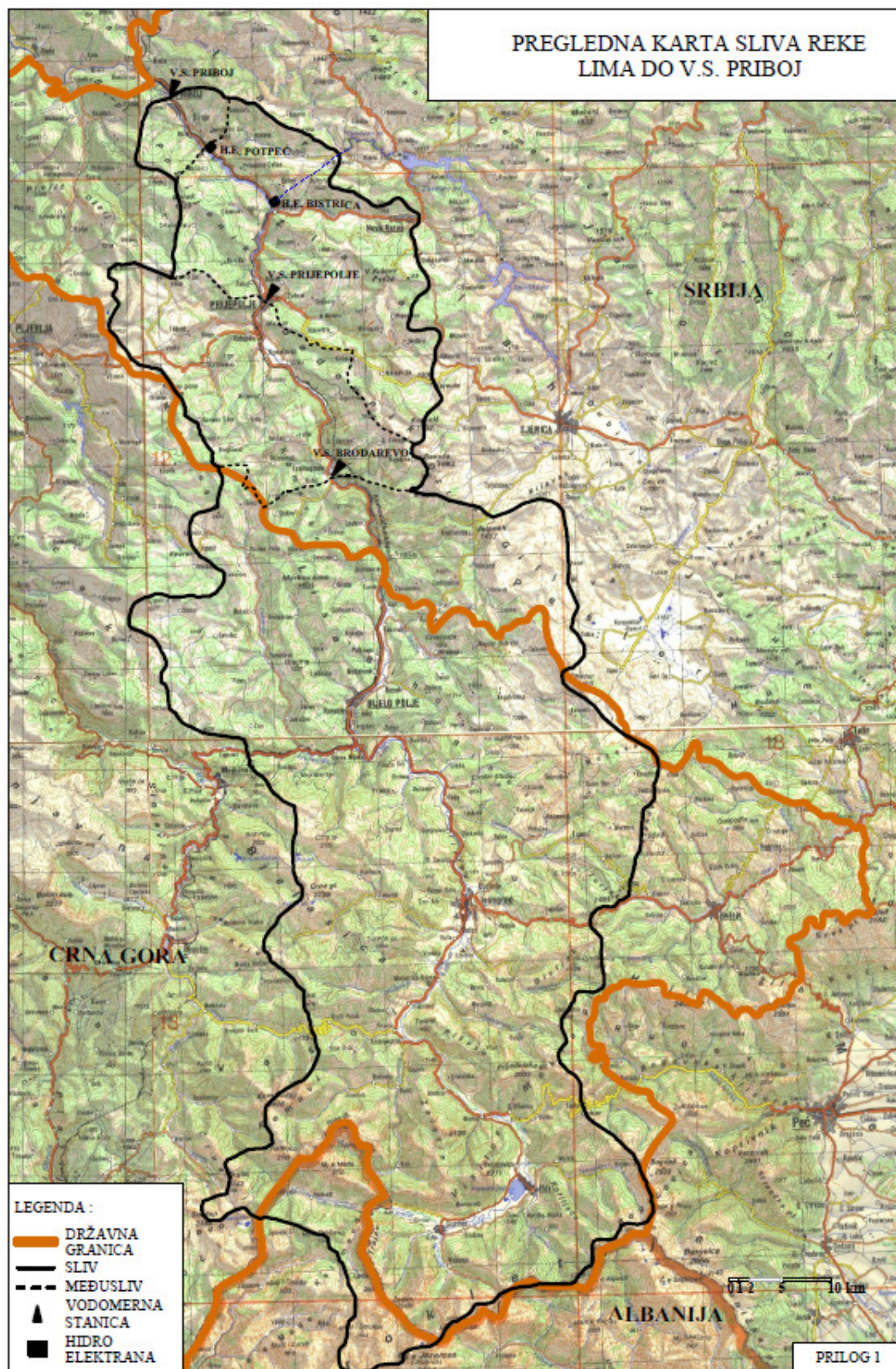


TABELA SREDNJIH MESEČNIH I GODIŠNJIH PROTICAJA [m³/s]

Reka Lim, v.st. Prijepolje

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVGUST	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1925	18.6	26.3	50.9	100.4	123.9	56.2	43.2	22.5	26.8	31.8	143.8	226.5	72.6
1926	114.8	94.5	80.7	131.2	116.2	79.1	125.7	36.6	19.3	23.4	32.5	53.9	75.7
1927	94.4	40.8	120.0	149.0	131.5	64.1	27.3	19.4	35.6	223.2	122.3	140.2	97.3
1928	129.5	42.9	46.5	114.2	255.6	56.2	35.1	23.9	15.7	34.2	39.1	87.4	73.4
1929	61.3	43.1	72.4	227.1	308.5	347.0	80.7	27.5	42.4	118.1	166.5	59.4	129.5
1930	67.6	141.4	106.8	180.5	157.2	97.3	63.2	27.6	18.2	33.6	101.9	81.1	89.7
1931	63.8	66.7	206.5	89.5	127.5	98.7	41.3	33.3	30.2	48.6	78.2	43.5	77.3
1932	75.9	25.1	115.7	183.0	134.6	54.7	29.8	16.8	14.5	29.7	58.2	63.4	66.8
1933	24.6	32.1	62.6	82.7	139.4	89.5	37.8	21.9	17.2	41.4	191.6	122.5	71.9
1934	66.7	29.3	79.2	100.2	72.6	59.3	45.6	27.6	40.7	72.4	106.5	47.6	62.3
1935	27.6	71.4	113.8	163.2	176.6	79.1	31.4	17.1	13.7	20.2	36.7	129.3	73.3
1936	76.7	114.4	142.7	119.5	116.3	63.8	41.5	21.3	14.2	122.8	75.2	34.5	78.6
1937	51.4	116.5	201.3	119.3	175.3	79.3	44.6	31.0	58.8	119.0	183.3	193.1	114.4
1938	65.9	47.7	89.4	115.1	219.5	91.7	33.1	19.8	15.7	25.9	47.9	40.7	67.7
1939	34.3	30.0	54.1	133.8	100.2	44.4	23.1	14.4	17.8	95.4	95.1	84.3	60.6
1940	48.5	113.1	160.6	189.6	178.1	123.8	39.4	23.9	24.2	43.6	88.1	43.2	89.7
1941	196.1	201.8	129.3	179.5	220.3	111.4	52.0	17.0	38.4	81.0	95.1	84.3	117.2
1942	38.4	78.7	153.2	169.8	176.1	69.1	37.0	27.5	17.3	18.2	24.1	40.6	70.8
1943	30.5	33.0	30.0	54.6	77.1	116.1	21.9	17.7	11.7	13.0	50.7	68.0	43.7
1944	50.0	56.2	91.7	193.4	167.8	57.1	44.5	15.1	64.8	80.9	137.4	134.7	91.1
1945	51.2	74.7	114.2	151.8	111.2	36.7	29.6	14.3	42.1	74.6	73.8	86.9	71.8
1946	60.5	73.4	106.8	76.1	73.0	30.1	14.1	11.2	10.0	15.7	170.1	85.3	60.5
1947	40.7	140.4	176.2	108.6	95.2	62.6	34.1	23.6	42.6	31.3	52.5	123.2	77.6
1948	194.8	86.0	69.1	128.4	137.5	102.8	49.4	29.6	19.2	19.4	30.0	24.8	74.2
1949	25.0	23.2	39.8	117.5	70.5	63.3	45.4	23.9	21.0	22.0	78.4	155.1	57.1
1950	56.1	89.2	109.4	145.7	84.5	50.7	28.8	16.7	18.7	19.0	70.7	117.6	67.3
1951	48.5	71.0	130.3	151.9	149.7	92.4	38.4	19.4	17.1	28.9	76.9	39.3	72.0
1952	76.0	74.3	86.6	163.8	98.8	71.8	31.4	14.6	26.9	92.1	148.1	304.7	99.1
1953	149.0	105.1	80.5	168.2	170.7	124.4	56.9	27.1	21.6	18.3	15.6	13.8	79.3
1954	13.6	14.0	121.2	101.5	184.5	80.0	32.5	19.2	17.6	53.7	90.9	104.0	69.4
1955	120.0	216.5	142.6	132.4	114.8	58.1	68.0	61.4	89.0	226.9	204.5	181.1	134.6
1956	118.7	70.6	100.5	207.8	195.5	91.5	38.3	17.3	13.6	14.3	58.5	53.3	81.7
1957	24.8	122.3	87.6	99.2	146.8	77.1	33.0	19.2	23.2	65.6	49.4	97.2	70.5
1958	74.7	79.5	124.0	235.1	249.3	100.0	39.8	20.0	15.2	18.4	64.8	96.9	93.1
1959	104.2	44.5	97.4	88.1	96.7	90.9	80.2	58.7	72.8	28.8	106.2	134.4	83.6
1960	84.6	193.9	108.6	124.7	176.8	100.9	49.2	23.3	15.5	62.4	178.7	127.1	103.8
1961	68.6	42.7	89.9	103.6	174.5	75.7	31.5	16.2	13.5	17.3	71.1	61.4	63.8
1962	55.8	65.1	173.0	224.7	215.8	74.0	40.8	20.2	15.3	21.3	86.2	91.0	90.3
1963	178.6	148.6	119.1	169.0	162.2	110.8	52.9	23.9	20.5	20.1	29.7	154.6	99.2
1964	45.4	45.0	95.9	107.4	117.7	103.7	66.6	39.7	33.2	107.2	116.9	173.0	87.6
1965	95.2	69.1	140.9	146.9	202.7	122.8	44.5	23.2	19.7	14.2	40.4	103.1	85.2
1966	75.1	151.1	87.6	133.2	143.4	112.0	48.6	25.2	20.2	44.2	130.4	123.4	91.2
1967	60.8	58.6	105.6	198.4	186.4	88.8	82.0	32.7	19.6	17.3	15.7	47.1	76.1
1968	85.0	100.5	100.6	143.7	107.8	70.6	28.1	24.1	38.3	25.5	85.5	120.5	77.5
1969	57.4	87.2	86.3	109.6	151.2	73.9	49.8	26.9	38.3	21.6	40.7	97.6	70.0
1970	175.5	100.6	131.6	248.9	177.2	127.9	65.4	28.3	21.5	37.4	75.3	52.6	103.5
1971	109.7	50.6	71.1	123.4	122.4	60.8	28.1	20.6	31.6	26.7	49.8	64.9	63.3
1972	33.1	43.8	53.0	79.7	79.4	49.8	73.0	39.8	87.5	110.1	109.2	70.5	69.1
1973	50.7	59.5	58.9	146.0	166.8	57.0	38.4	26.8	27.9	46.4	71.3	87.4	69.8
1974	63.0	63.6	49.8	72.0	143.7	90.3	40.1	18.5	22.5	182.2	114.6	84.5	78.7
1975	43.3	24.0	63.2	109.5	87.4	61.5	36.8	18.7	17.3	54.7	74.0	56.6	53.9
1976	29.7	34.3	78.4	160.5	144.1	117.5	51.1	47.0	37.6	31.2	81.9	158.8	81.0
1977	109.2	200.8	131.1	206.0	122.4	70.1	31.1	26.7	34.9	51.1	68.6	83.0	94.6
1978	76.0	166.1	166.5	152.0	255.4	139.8	47.8	22.4	58.1	59.8	20.5	94.9	105.0
1979	156.1	185.9	77.7	148.9	169.4	110.6	57.7	48.5	36.9	63.3	305.8	105.3	122.2
1980	83.1	87.2	84.3	102.0	167.1	109.5	43.1	24.8	17.8	94.3	172.9	117.4	92.0

Reka Lim, v. st. Prijepolje

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVGUST	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1981	56.5	64.4	212.1	177.8	150.5	78.8	32.2	23.0	24.9	42.7	41.9	186.2	90.9
1982	88.5	30.2	42.3	154.0	117.1	66.0	27.3	18.4	13.9	20.3	18.7	38.4	52.9
1983	25.0	57.6	80.3	123.3	79.5	61.0	38.6	22.2	25.7	18.4	18.8	66.6	51.4
1984	90.2	63.0	93.1	156.5	225.6	80.0	31.0	18.6	31.3	40.9	38.1	26.7	74.6
1985	42.3	79.8	83.0	154.1	143.5	51.5	22.9	14.9	13.2	10.6	127.9	69.5	67.7
1986	152.6	153.5	150.8	139.7	142.4	129.4	68.8	30.4	17.3	18.0	18.6	16.1	86.5
1987	63.1	80.6	52.2	137.2	158.4	107.3	36.8	19.2	14.4	15.1	42.4	87.1	67.8
1988	36.4	81.8	99.0	150.9	118.6	62.0	27.9	16.4	25.5	21.7	45.1	102.3	65.6
1989	27.1	44.0	118.7	104.0	127.7	95.7	52.1	38.9	46.6	98.2	77.1	92.5	76.9
1990	39.1	36.0	43.8	119.3	73.5	41.6	20.9	15.5	14.1	16.1	40.1	63.8	43.7
1991	34.2	47.9	82.3	73.9	129.9	115.7	56.6	28.9	17.2	29.0	137.1	46.0	66.6
1992	26.0	23.7	59.3	138.5	85.9	74.3	33.6	16.3	14.8	76.1	124.7	57.1	60.9
1993	30.0	21.4	39.3	143.3	73.9	28.2	19.5	15.5	18.1	19.8	50.1	107.4	47.2
1994	66.4	49.8	72.2	189.8	123.2	56.8	45.0	20.2	17.2	17.0	25.5	18.0	58.4
1995	61.0	71.5	78.0	152.3	186.7	72.6	33.1	27.6	60.8	30.0	32.5	105.4	76.0
1996	69.4	49.8	73.9	193.5	169.1	57.2	23.6	16.9	67.1	67.5	129.1	159.0	89.7
1997	117.0	43.5	73.3	130.9	214.5	64.4	26.5	19.4	13.7	24.9	56.4	67.9	71.0
1998	43.0	45.4	42.9	142.8	115.5	50.0	23.2	15.2	52.1	94.7	112.5	84.0	68.4
1999	72.1	65.2	114.9	169.2	172.4	67.9	35.0	20.7	17.8	18.2	56.2	185.9	83.0
2000	78.2	61.8	115.3	228.7	83.6	31.5	19.8	12.4	24.2	20.3	52.0	88.1	68.0
2001	101.3	76.0	116.4	120.5	115.8	65.9	28.3	15.4	33.4	21.9	53.2	37.2	65.4
2002	30.1	58.7	69.2	111.1	59.8	31.7	19.6	26.7	43.9	149.0	59.8	60.6	60.0
2003	153.5	66.3	54.0	107.9	121.8	42.7	18.2	11.5	14.4	93.4	132.1	48.8	72.0
2004	102.9	116.2	155.0	182.8	166.2	107.2	34.9	20.3	14.7	26.2	74.1	175.9	98.0
2005	54.5	48.2	198.0	196.1	153.1	74.1	27.0	21.5	23.7	42.6	52.1	167.5	88.2
2006	84.7	69.1	173.8	211.8	154.4	92.9	35.4	26.7	17.7	15.8	20.5	28.3	77.6
2007	50.1	61.5	81.4	89.6	74.7	52.7	18.7	11.6	11.5	21.5	109.4	79.7	55.2
2008	49.8	29.8	80.7	101.0	65.3	40.8	18.5	12.1	12.9	15.3	27.8	173.0	52.3
2009	84.6	83.8	86.1	148.4	88.5	62.8	49.9	22.7	16.2	38.5	108.3	112.8	75.2
2010	166.0	128.2	124.3	149.1	132.7	73.9	39.2	20.8	14.0	22.7	151.8	254.5	106.4
2011	48.4	38.4	52.9	63.8	100.0	49.6	21.7	13.2	13.2	15.0	12.5	36.0	38.7
2012	17.5	15.0	89.9	166.0	114.0	49.9	16.5	12.1	11.4	24.2	36.5	62.3	51.3
2013	77.9	89.3	209.0	206.0	188.0	114.0	36.4	17.3	13.3	32.8	57.5	30.3	89.3
Qsr	72.7	75.5	100.9	142.9	142.2	80.3	40.0	23.1	26.8	48.7	81.4	94.5	77.4
St.dev	42.28	45.69	42.71	42.29	49.32	38.87	17.70	9.34	16.97	43.89	52.58	55.04	18.69
Cv	0.58	0.61	0.42	0.30	0.35	0.48	0.44	0.40	0.63	0.90	0.65	0.58	0.24

TABELA SREDNJIH MESEČNIH I GODIŠNJIH PROTICAJA [m³/s]
sa statističkim parametrima za period 1968-2013. god.

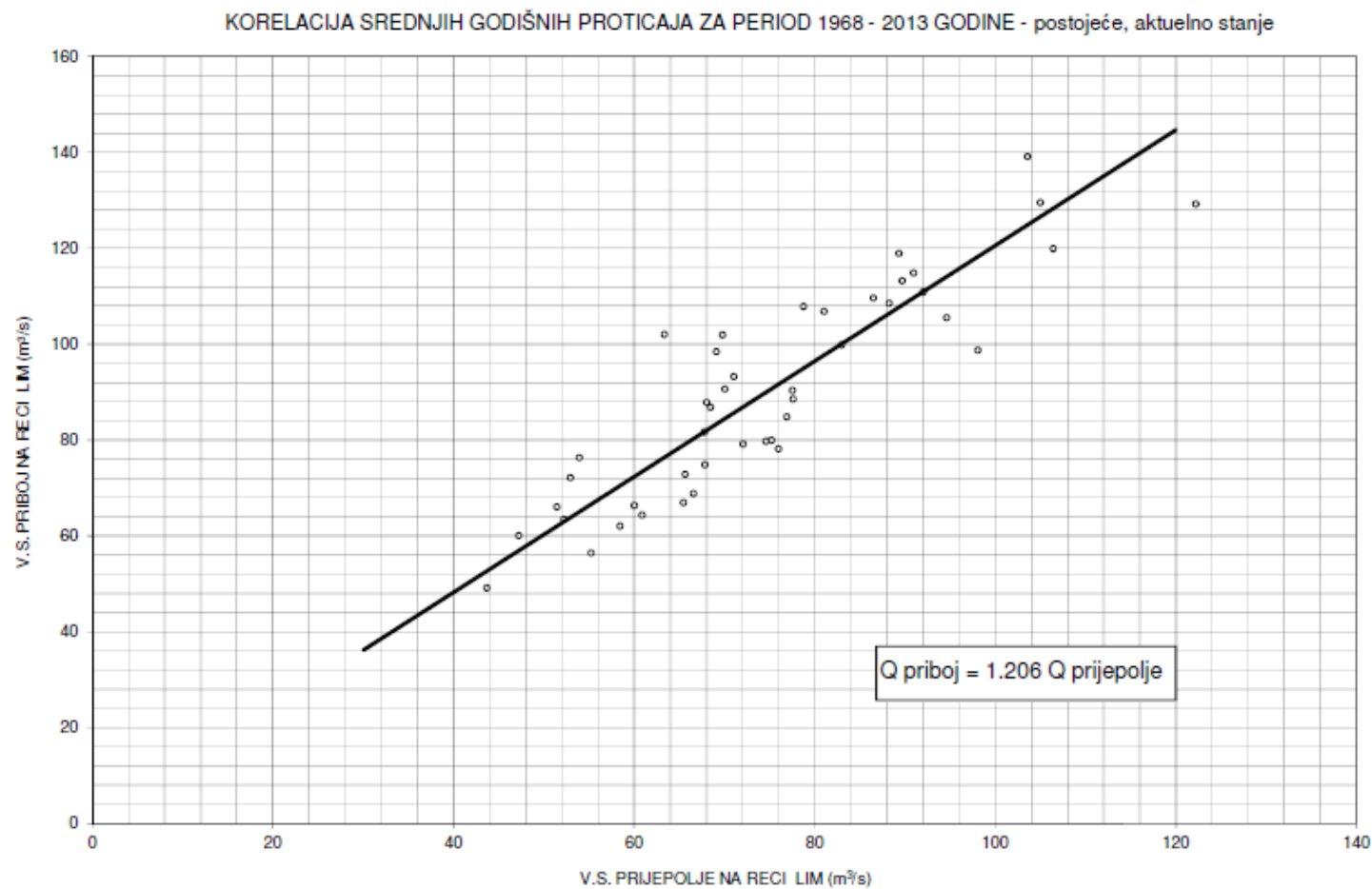
Reka Lim, v.st. Priboj

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVGUST	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1962	64.8	74.3	229.7	249.9	225.4	96.6	55.1	25.0	17.1	27.3	113.2	120.6	108.3
1963	187.4	160.2	132.6	163.7	165.2	115.0	64.1	45.3	28.8	26.1	37.5	179.0	108.7
1964	74.3	63.9	104.8	113.8	134.8	116.7	81.8	63.8	63.0	125.0	127.6	198.7	105.7
1965	113.9	87.5	170.8	175.4	260.4	162.6	73.4	44.6	34.6	35.0	54.9	116.5	110.8
1966	81.6	174.3	109.9	161.3	173.5	145.2	54.7	42.6	39.8	58.9	154.5	150.6	112.2
1967	72.4	64.0	128.2	249.8	208.1	121.8	112.1	76.9	41.0	39.4	36.6	55.2	100.5
1968	101.8	113.2	120.6	162.7	123.2	76.9	30.3	35.0	47.6	41.9	94.0	137.5	90.4
1969	80.9	127.5	128.8	139.3	168.2	78.9	53.5	46.4	64.8	28.3	47.5	124.3	90.7
1970	215.6	143.4	183.5	323.0	215.1	157.5	95.7	52.8	51.5	49.6	98.7	83.8	139.2
1971	157.6	77.9	111.6	184.3	167.2	85.3	41.5	45.1	53.4	59.7	127.3	113.7	102.1
1972	59.1	73.6	77.3	117.6	111.9	60.6	96.7	56.2	121.1	155.0	145.2	108.2	98.5
1973	86.8	88.3	103.7	198.8	219.1	77.9	48.3	56.6	50.7	73.7	96.1	123.5	102.0
1974	98.3	67.1	67.1	89.3	174.7	121.9	54.1	28.1	34.3	293.3	154.9	112.1	107.9
1975	63.6	57.2	92.3	131.7	104.0	66.4	55.6	34.5	34.7	80.8	116.1	80.1	76.4
1976	56.0	58.6	102.0	209.4	165.8	131.3	67.6	71.6	67.3	54.7	100.5	197.6	106.9
1977	109.9	207.3	139.5	220.4	125.0	71.0	44.7	36.5	41.1	60.6	90.3	120.7	105.6
1978	120.7	214.1	206.6	162.2	279.9	163.7	58.0	32.3	63.7	72.3	54.1	128.0	129.6
1979	158.1	208.1	91.0	177.5	184.8	114.8	57.1	51.3	43.0	74.1	309.8	81.6	129.3
1980	101.0	102.0	89.3	150.4	200.4	127.5	58.8	42.0	35.6	105.3	189.3	128.7	110.9
1981	71.3	89.7	256.4	223.0	174.9	91.2	49.3	39.3	43.7	59.0	67.7	213.7	114.9
1982	117.5	59.5	70.4	182.9	130.7	76.7	41.1	29.1	27.4	31.1	44.7	54.7	72.2
1983	38.2	79.5	99.7	128.8	79.4	73.1	48.2	39.5	46.6	40.4	46.5	73.7	66.1
1984	102.7	72.3	102.3	157.8	210.9	78.3	31.2	22.9	32.6	42.9	46.0	57.6	79.8
1985	59.6	97.4	100.3	159.5	152.2	66.4	33.8	23.5	23.4	27.1	167.2	69.9	81.7
1986	203.1	166.9	189.1	166.4	156.1	154.3	96.2	60.3	31.9	32.9	32.5	27.2	109.7
1987	69.1	95.8	60.2	146.4	156.3	99.5	37.4	23.3	28.7	26.9	56.7	98.0	74.9
1988	43.2	64.9	86.5	171.1	140.7	57.0	39.1	27.3	33.8	30.5	62.5	118.2	72.9
1989	54.7	57.5	121.7	90.3	121.5	105.0	71.9	48.3	53.3	98.9	86.3	108.9	84.9
1990	55.6	47.0	42.2	108.0	77.6	48.8	24.3	25.2	28.1	26.1	40.5	66.7	49.2
1991	29.7	61.1	73.1	72.1	136.8	123.3	69.6	41.0	31.4	29.0	109.0	50.5	68.9
1992	27.3	30.1	29.1	134.0	145.1	64.7	44.6	31.2	25.8	76.3	99.3	65.2	64.4
1993	42.7	33.3	52.4	161.9	86.5	38.6	31.1	25.8	29.4	31.4	63.5	124.1	60.1
1994	58.5	127.7	58.8	171.7	117.5	34.7	28.6	26.9	25.7	25.4	34.5	35.4	62.1
1995	65.2	71.5	77.7	173.2	180.0	62.2	34.2	29.6	57.6	36.6	42.6	107.6	78.2
1996	97.7	76.4	89.4	235.2	197.5	63.1	37.5	36.5	88.4	80.7	156.3	201.4	113.3
1997	160.6	61.4	75.3	175.6	271.9	85.5	45.2	26.6	25.4	43.4	65.1	83.3	93.3
1998	55.0	63.0	65.9	161.8	137.4	70.2	35.7	26.9	68.6	114.7	137.6	106.3	86.9
1999	94.8	88.1	150.2	217.8	192.3	54.3	31.2	26.3	27.3	30.0	83.3	203.2	99.9
2000	97.1	82.3	144.3	290.0	96.6	25.4	38.0	37.1	39.8	43.5	67.2	93.6	87.9
2001	107.7	86.0	87.3	130.0	111.7	59.6	24.2	20.1	37.0	28.5	65.2	46.8	67.0
2002	44.3	72.4	69.2	123.0	58.8	35.8	20.6	24.5	41.9	160.4	71.8	73.7	66.4
2003	173.4	84.2	68.5	120.1	121.1	39.5	27.3	24.7	25.8	97.5	123.8	44.7	79.2
2004	105.1	120.5	157.3	175.2	161.4	89.3	21.4	22.4	20.9	28.4	84.3	199.0	98.8
2005	73.6	67.3	239.7	234.0	178.7	113.4	30.7	25.0	28.9	51.0	67.3	193.3	108.6
2006	98.5	91.2	213.7	230.0	158.2	98.5	35.2	27.6	22.8	21.4	29.4	37.1	88.6
2007	53.2	65.1	86.6	93.5	69.2	53.7	17.7	17.6	18.4	23.6	98.3	80.7	56.5
2008	54.4	29.6	91.9	112.0	64.1	38.5	17.6	18.2	20.7	20.8	29.3	266.0	63.4
2009	103.1	86.9	99.5	159.1	77.2	49.8	46.7	25.5	18.1	39.9	124.0	130.8	80.0
2010	194.2	138.5	135.8	168.7	173.3	72.8	22.0	25.8	20.8	31.2	177.2	279.5	120.0
2011	58.4	46.3	50.7	67.2	110.0	56.5	29.2	19.8	26.2	26.1	24.7	37.2	46.0
2012	21.1	18.1	108.4	221.0	166.0	75.2	25.1	21.3	17.3	27.2	37.4	29.8	64.0
2013	86.5	126.0	301.0	277.0	242.0	147.0	57.0	35.5	19.1	23.3	57.5	51.8	118.6
Qsr	89.7	89.0	112.3	167.5	149.8	81.2	43.6	33.5	39.0	57.7	89.6	108.0	88.4
St.dev	46.99	44.70	58.47	55.00	52.02	34.74	19.71	12.40	20.22	48.77	54.17	61.26	22.61
Cv	0.52	0.50	0.52	0.33	0.35	0.43	0.45	0.37	0.52	0.84	0.60	0.57	0.26

bez HE Bistrica - prirodan režim

aktuelan postojeći režim sa HE Bistrica, period 1968-2013. god.

PRILOG 3



PRILOG 4

VIŠEGODIŠNJI BILANS VODA REKE LIM NA MEĐUSLIVU PRIJEPOLJE - PRIBOJ

srednji godišnji proticaj (m ³ /s)						
profil/reka	vod.st. Lim	v.st. Bistrica	v.s. Mileševka	HE Bistrica	vod.st. Lim	međusliv
god	Prijepolje	Bistrica	Prijepolje	turbine	Priboj	F=290km ²
1968	77.51	1.58	1.32	8.77	90.4	3.67
1969	70.03	1.54	2.18	13.7	90.7	3.31
1970	103.54	1.77	2.51	14.09	139.2	4.90
1971	63.32	1.2	1.36	11.53	102.1	3.00
1972	69.09	1.87	1.78	9.47	98.5	3.27
1973	69.76	1.48	1.63	16.67	102	3.30
1974	78.73	1.37	1.78	8.36	107.9	3.72
1975	53.90	2.49	1.87	16.07	76.4	2.55
1976	81.01	2	1.92	13.26	106.9	3.83
1977	94.58	1.22	1.48	14.52	105.6	4.47
1978	104.96	2	2.36	15.92	129.6	4.96
1979	122.18	1.64	2.02	8.58	129.3	5.78
1980	91.98	1.32	1.93	16.77	110.9	4.35
1981	90.92	1.43	1.66	16.55	114.9	4.30
1982	52.91	0.91	0.89	15.72	72.2	2.50
1983	51.42	0.8	1.09	10.42	66.1	2.43
1984	74.59	1.31	1.78	8.96	79.8	3.53
1985	67.75	1.19	1.52	12.16	81.7	3.20
1986	86.47	1.53	1.57	17.12	109.7	4.09
1987	67.81	1.19	1.34	9.32	74.9	3.21
1988	65.63	1.04	1.22	13.33	72.9	3.10
1989	76.88	1.35	1.52	11.82	84.9	3.64
1990	43.66	0.53	0.67	9.7	49.2	2.07
1991	66.55	1.29	1.39	9.62	68.9	3.15
1992	60.86	1.09	1.03	13	64.4	2.88
1993	47.20	0.87	0.72	10.33	60.1	2.23
1994	58.42	0.79	1.01	10.89	62.1	2.76
1995	75.95	1.18	1.46	9.16	78.2	3.59
1996	89.67	1.36	1.86	15.42	113.3	4.24
1997	71.03	1.17	1.45	16.31	93.3	3.36
1998	68.43	1.01	1.33	11.59	86.9	3.24
1999	82.95	1.49	1.75	18.78	99.9	3.92
2000	68.00	1.38	1.14	19.6	87.9	3.22
2001	65.44	1.41	1.14	8.34	67	3.10
2002	60.00	1.19	1.36	5.89	66.4	2.84
2003	72.05	0.88	1.03	15.17	79.2	3.41
2004	98.03	1.14	1.45	12.92	98.8	4.64
2005	88.21	1.45	1.68	16.74	108.6	4.17
2006	77.59	1.47	1.74	18.97	88.6	3.67
2007	55.21	1.01	1.47	10.89	56.5	2.61
2008	52.20	0.91	0.92	10.99	63.5	2.47
2009	75.20	1.22	1.42	10.26	80	3.56
2010	106.40	1.36	1.5	15.98	120	5.03
2011	38.80	0.45	0.93	12.83	46	1.84
2012	51.30	0.93	1.01	10.77	64	2.43
2013	89.30	1	1.15	10.57	119	4.22
Qsr (m ³ /s)	73.42	1.28	1.46	12.78	88.44	3.47

moгуća greška bilansa voda:

$$\Delta Q = 88.44 - (73.42 + 1.28 + 1.46 + 12.78 + 3.47)$$

$$\Delta Q = -3.97 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ odnosno } 4.4\%$$

PRILOG 5

TABELA SREDNJIH MESEČNIH I GODIŠNJIH PROTICAJA [m³/s] - aktuelno, postojeće stanje
period 1968-2013. god.

Reka Lim, HE Potpeć

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVGUST	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1968	100.7	112.0	119.3	160.9	121.8	76.1	30.0	34.6	47.1	41.4	93.0	136.0	89.4
1969	80.0	126.1	127.4	137.8	166.3	78.0	52.9	45.9	64.1	28.0	47.0	122.9	89.7
1970	213.2	141.8	181.5	319.4	212.7	155.8	94.6	52.2	50.9	49.1	97.6	82.9	137.7
1971	155.9	77.0	110.4	182.3	165.4	84.4	41.0	44.6	52.8	59.0	125.9	112.4	100.9
1972	58.4	72.8	76.4	116.3	110.7	59.9	95.6	55.6	119.8	153.3	143.6	107.0	97.5
1973	85.8	87.3	102.6	196.6	216.7	77.0	47.8	56.0	50.1	72.9	95.0	122.1	100.8
1974	97.2	66.4	66.4	88.3	172.8	120.6	53.5	27.8	33.9	290.1	153.2	110.9	106.7
1975	62.9	56.6	91.3	130.3	102.9	65.7	55.0	34.1	34.3	79.9	114.8	79.2	75.6
1976	55.4	58.0	100.9	207.1	164.0	129.9	66.9	70.8	66.6	54.1	99.4	195.4	105.7
1977	108.7	205.0	138.0	218.0	123.6	70.2	44.2	36.1	40.6	59.9	89.3	119.4	104.4
1978	119.4	211.7	204.3	160.4	276.8	161.9	57.4	31.9	63.0	71.5	53.5	126.6	128.2
1979	156.4	205.8	90.0	175.5	182.8	113.5	56.5	50.7	42.5	73.3	306.4	80.7	127.8
1980	99.9	100.9	88.3	148.7	198.2	126.1	58.2	41.5	35.2	104.1	187.2	127.3	109.6
1981	70.5	88.7	253.6	220.5	173.0	90.2	48.8	38.9	43.2	58.4	67.0	211.3	113.7
1982	116.2	58.8	69.6	180.9	129.3	75.9	40.6	28.8	27.1	30.8	44.2	54.1	71.4
1983	37.8	78.6	98.6	127.4	78.5	72.3	47.7	39.1	46.1	40.0	46.0	72.9	65.4
1984	101.6	71.5	101.2	156.1	208.6	77.4	30.9	22.6	32.2	42.4	45.5	57.0	78.9
1985	58.9	96.3	99.2	157.7	150.5	65.7	33.4	23.2	23.1	26.8	165.4	69.1	80.8
1986	200.9	165.1	187.0	164.6	154.4	152.6	95.1	59.6	31.5	32.5	32.1	26.9	108.5
1987	68.3	94.7	59.5	144.8	154.6	98.4	37.0	23.0	28.4	26.6	56.1	96.9	74.0
1988	42.7	64.2	85.5	169.2	139.2	56.4	38.7	27.0	33.4	30.2	61.8	116.9	72.1
1989	54.1	56.9	120.4	89.3	120.2	103.8	71.1	47.8	52.7	97.8	85.4	107.7	83.9
1990	55.0	46.5	41.7	106.8	76.7	48.3	24.0	24.9	27.8	25.8	40.1	66.0	48.6
1991	29.4	60.4	72.3	71.3	135.3	121.9	68.8	40.5	31.1	28.7	107.8	49.9	68.1
1992	27.0	29.8	28.8	132.5	143.5	64.0	44.1	30.9	25.5	75.5	98.2	64.5	63.7
1993	42.2	32.9	51.8	160.1	85.5	38.2	30.8	25.5	29.1	31.1	62.8	122.7	59.4
1994	57.9	126.3	58.2	169.8	116.2	34.3	28.3	26.6	25.4	25.1	34.1	35.0	61.4
1995	64.5	70.7	76.8	171.3	178.0	61.5	33.8	29.3	57.0	36.2	42.1	106.4	77.3
1996	96.6	75.6	88.4	232.6	195.3	62.4	37.1	36.1	87.4	79.8	154.6	199.2	112.1
1997	158.8	60.7	74.5	173.7	268.9	84.6	44.7	26.3	25.1	42.9	64.4	82.4	92.2
1998	54.4	62.3	65.2	160.0	135.9	69.4	35.3	26.6	67.8	113.4	136.1	105.1	86.0
1999	93.8	87.1	148.5	215.4	190.2	53.7	30.9	26.0	27.0	29.7	82.4	201.0	98.8
2000	96.0	81.4	142.7	286.8	95.5	25.1	37.6	36.7	39.4	43.0	66.5	92.6	86.9
2001	106.5	85.1	86.3	128.6	110.5	58.9	23.9	19.9	36.6	28.2	64.5	46.3	66.3
2002	43.8	71.6	68.4	121.6	58.2	35.4	20.4	24.2	41.4	158.6	71.0	72.9	65.6
2003	171.5	83.3	67.7	118.8	119.8	39.1	27.0	24.4	25.5	96.4	122.4	44.2	78.3
2004	103.9	119.2	155.6	173.3	159.6	88.3	21.2	22.2	20.7	28.1	83.4	196.8	97.7
2005	72.8	66.6	237.1	231.4	176.7	112.2	30.4	24.7	28.6	50.4	66.6	191.2	107.4
2006	97.4	90.2	211.3	227.5	156.5	97.4	34.8	27.3	22.5	21.2	29.1	36.7	87.7
2007	52.6	64.4	85.6	92.5	68.4	53.1	17.5	17.4	18.2	23.3	97.2	79.8	55.8
2008	53.8	29.3	90.9	110.8	63.4	36.1	17.4	18.0	20.5	20.6	29.0	263.1	62.7
2009	101.9	86.0	98.4	157.3	76.4	49.3	46.2	25.2	17.9	39.4	122.6	129.4	79.2
2010	192.1	136.9	134.3	166.8	171.4	72.0	21.8	25.5	20.6	30.9	175.2	276.5	118.7
2011	57.8	45.8	50.1	66.5	108.8	55.9	28.9	19.6	25.9	25.8	24.4	36.8	45.5
2012	20.9	17.9	107.2	218.6	164.2	74.4	24.8	21.1	17.1	26.9	37.0	29.5	63.3
2013	85.5	124.6	297.7	274.0	239.3	145.4	56.4	35.1	18.9	23.0	56.9	51.2	117.3
Qsr	88.7	88.1	111.1	148.2	80.3	43.1	33.2	38.6	57.1	88.6	106.8	87.5	
St.dev	46.47	44.21	57.83	54.40	51.44	34.36	19.49	12.26	19.99	48.24	53.57	60.58	22.36
Cv	0.52	0.50	0.52	0.33	0.35	0.43	0.45	0.37	0.52	0.84	0.60	0.57	0.26

aktuelan, postojeći režim sa radom HE "Bistrica", period 1968-2013. god.
sračunato preko vodomerne stanice "Priboj"

PRILOG 6

TABELA SREDNJIH MESEČNIH I GODIŠNJIH PROTICAJA [m³/s] - prirodno stanje
(bez HE "Bistrica")

Reka Lim, HE Potpeć

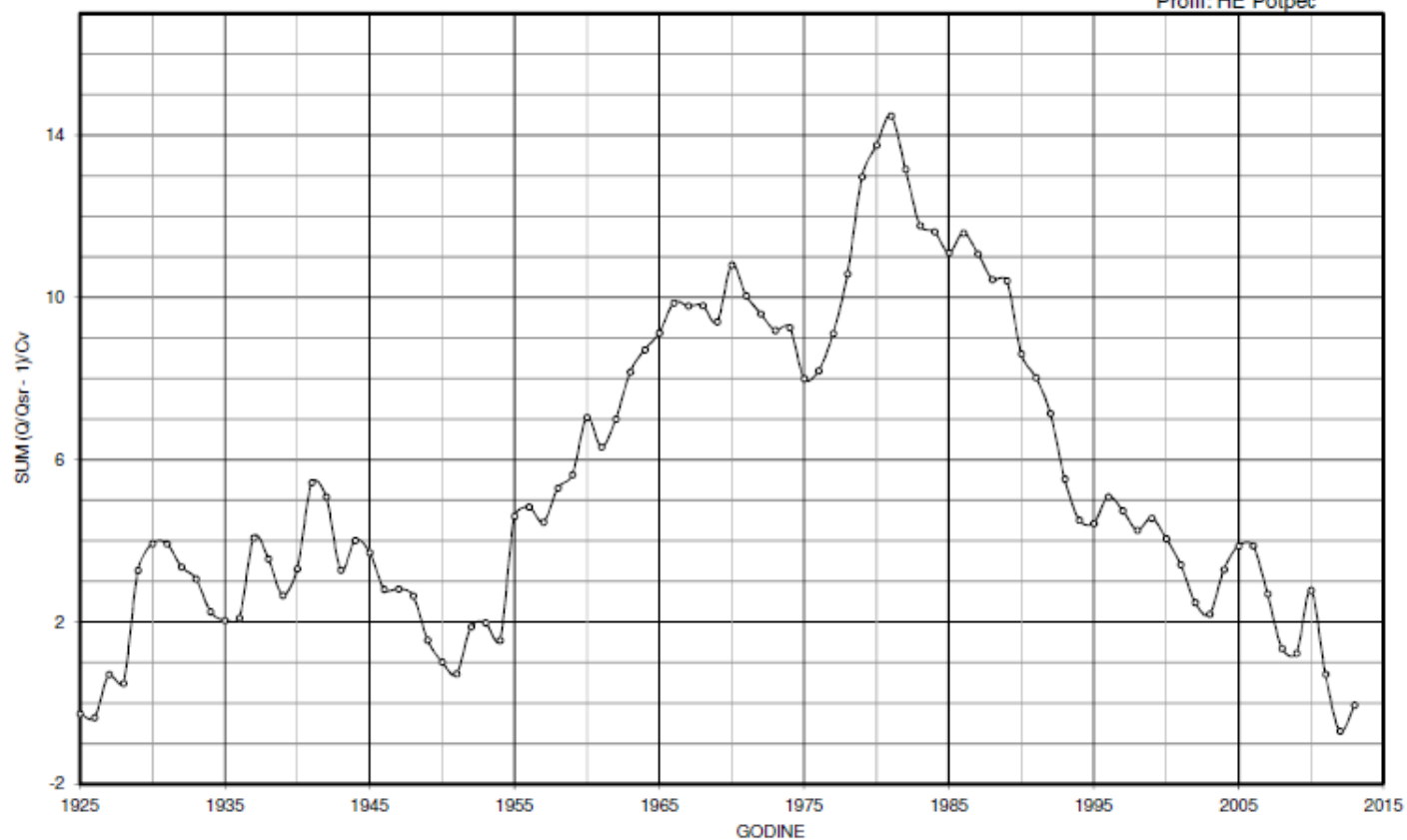
GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVGUST	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1925	20.0	28.2	54.6	107.7	132.8	60.2	46.3	24.1	28.8	34.1	154.1	242.9	77.8
1926	123.1	101.3	86.6	140.7	124.6	84.8	134.7	39.3	20.7	25.0	34.9	57.7	81.1
1927	101.2	43.7	128.6	159.7	141.0	68.7	29.3	20.8	38.2	239.3	131.1	150.3	104.3
1928	138.8	46.0	49.8	122.4	274.1	60.3	37.6	25.6	16.8	36.7	41.9	93.7	78.6
1929	65.7	46.2	77.6	243.4	330.7	372.0	86.6	29.5	45.4	126.6	178.5	63.7	138.8
1930	72.5	151.6	114.5	193.5	168.5	104.3	67.8	29.6	19.5	36.0	109.2	87.0	96.2
1931	68.4	71.5	221.3	96.0	136.7	105.8	44.3	35.7	32.4	52.1	83.8	46.6	82.9
1932	81.4	26.9	124.0	196.1	144.3	58.6	31.9	18.0	15.6	31.8	62.4	67.9	71.6
1933	26.4	34.4	67.1	88.7	149.4	96.0	40.5	23.5	18.4	44.4	205.4	131.4	77.1
1934	71.5	31.4	84.9	107.4	77.9	63.6	48.8	29.6	43.6	77.6	114.2	51.0	66.8
1935	29.6	76.5	122.0	175.0	189.3	84.8	33.7	18.3	14.7	21.7	39.3	138.6	78.6
1936	82.3	122.7	152.9	128.1	124.7	68.4	44.5	22.9	15.2	131.6	80.6	36.9	84.2
1937	55.1	124.9	215.8	127.9	187.9	85.0	47.8	33.3	63.0	127.5	196.5	207.0	122.6
1938	70.7	51.2	95.8	123.4	235.3	98.3	35.5	21.3	16.9	27.8	51.3	43.7	72.6
1939	36.8	32.1	58.0	143.4	107.4	47.6	24.7	15.5	19.1	102.3	101.9	90.4	64.9
1940	52.0	121.2	172.1	203.3	190.9	132.7	42.2	25.6	26.0	46.8	94.5	46.4	96.1
1941	210.3	216.3	138.7	192.4	236.2	119.4	55.7	18.2	41.2	86.8	101.9	90.4	125.6
1942	41.2	84.4	164.3	182.1	188.8	74.1	39.7	29.5	18.5	19.5	25.9	43.5	75.9
1943	32.7	35.4	32.1	58.6	82.6	124.4	23.5	18.9	12.6	14.0	54.4	72.9	46.8
1944	53.6	60.2	98.3	207.3	179.8	61.3	47.7	16.2	69.5	86.8	147.3	144.4	97.7
1945	54.9	80.1	122.5	162.7	119.2	39.3	31.8	15.3	45.1	80.0	79.1	93.2	76.9
1946	64.8	78.7	114.5	81.6	78.2	32.2	15.2	12.0	10.8	16.8	182.4	91.5	64.9
1947	43.7	150.5	188.8	116.4	102.0	67.1	36.6	25.3	45.6	33.5	56.2	132.1	83.2
1948	208.8	92.1	74.1	137.6	147.3	110.2	53.0	31.7	20.6	20.8	32.2	26.6	79.6
1949	26.8	24.8	42.6	125.9	75.6	67.9	48.6	25.6	22.6	23.6	84.0	166.3	61.2
1950	60.1	95.6	117.3	156.2	90.6	54.3	30.9	17.9	20.0	20.4	75.8	126.1	72.1
1951	52.0	76.1	139.6	162.9	160.5	99.1	41.2	20.8	18.4	31.0	82.4	42.1	77.2
1952	81.5	79.6	92.9	175.6	106.0	77.0	33.7	15.7	28.9	98.8	158.7	326.6	106.2
1953	159.7	112.6	86.3	180.3	183.0	133.3	61.0	29.0	23.2	19.6	16.7	14.8	85.0
1954	14.6	15.0	129.9	108.8	197.8	85.7	34.9	20.6	18.9	57.5	97.5	111.5	74.4
1955	128.6	232.1	152.9	141.9	123.1	62.3	72.9	65.8	95.4	243.3	219.3	194.1	144.3
1956	127.3	75.7	107.8	222.8	209.6	98.1	41.1	18.6	14.5	15.3	62.7	57.1	87.5
1957	26.6	131.1	93.9	106.3	157.4	82.6	35.3	20.5	24.9	70.3	53.0	104.2	75.5
1958	80.1	85.2	132.9	252.1	267.2	107.2	42.7	21.4	16.3	19.8	69.5	103.9	99.8
1959	111.7	47.7	104.4	94.5	103.7	97.4	85.9	62.9	78.0	30.9	113.8	144.0	89.6
1960	90.7	207.9	116.5	133.7	189.6	108.1	52.7	24.9	16.6	66.9	191.5	136.2	111.3
1961	73.5	45.8	96.4	111.1	187.1	81.1	33.8	17.4	14.5	18.5	76.2	65.9	68.4
1962	59.9	69.8	185.5	240.9	231.3	79.3	43.8	21.7	16.4	22.8	92.4	97.6	96.8
1963	191.5	159.3	127.7	181.2	173.9	118.8	56.7	25.7	22.0	21.5	31.9	165.8	106.3
1964	48.6	48.3	102.8	115.1	126.2	111.1	71.4	42.6	35.6	115.0	125.3	185.4	93.9
1965	102.0	74.1	151.0	157.4	217.3	131.6	47.7	24.9	21.1	15.3	43.3	110.5	91.4
1966	80.6	162.0	93.9	142.8	153.7	120.0	52.2	27.1	21.6	47.4	139.8	132.2	97.8
1967	65.2	62.9	113.2	212.7	199.8	95.2	87.9	35.1	21.1	18.5	16.8	50.5	81.6
1968	91.2	107.8	107.8	154.0	115.6	75.6	30.1	25.8	41.1	27.4	91.7	129.1	83.1
1969	61.5	93.5	92.5	117.5	162.0	79.2	53.4	28.8	41.0	23.1	43.6	104.7	75.1
1970	188.2	107.8	141.1	266.9	190.0	137.1	70.1	30.4	23.1	40.1	80.7	56.4	111.0
1971	117.6	54.2	76.3	132.3	131.3	65.2	30.1	22.1	33.8	28.7	53.4	69.6	67.9
1972	35.4	46.9	56.8	85.5	85.2	53.4	78.3	42.7	93.8	118.1	117.1	75.6	74.1
1973	54.4	63.7	63.1	156.5	178.8	61.1	41.2	28.7	29.9	49.8	76.5	93.7	74.8
1974	67.5	68.2	53.4	77.2	154.1	96.8	43.0	19.8	24.2	195.3	122.9	90.5	84.4
1975	46.4	25.8	67.8	117.3	93.7	66.0	39.4	20.0	18.5	58.6	79.3	60.7	57.8
1976	31.8	36.7	84.0	172.1	154.4	125.9	54.8	50.4	40.3	33.4	87.8	170.2	86.8
1977	117.0	215.3	140.5	220.8	131.2	75.1	33.3	28.6	37.4	54.8	73.6	89.0	101.4
1978	81.4	178.1	178.5	163.0	273.8	149.9	51.3	24.0	62.3	64.1	22.0	101.7	112.5
1979	167.4	199.2	83.3	159.6	181.5	118.5	61.9	52.0	39.6	67.9	327.8	112.9	131.0
1980	89.1	93.5	90.4	109.3	179.1	117.4	46.2	26.6	19.1	101.1	185.4	125.9	98.6

Reka Lim, HE Potpeć

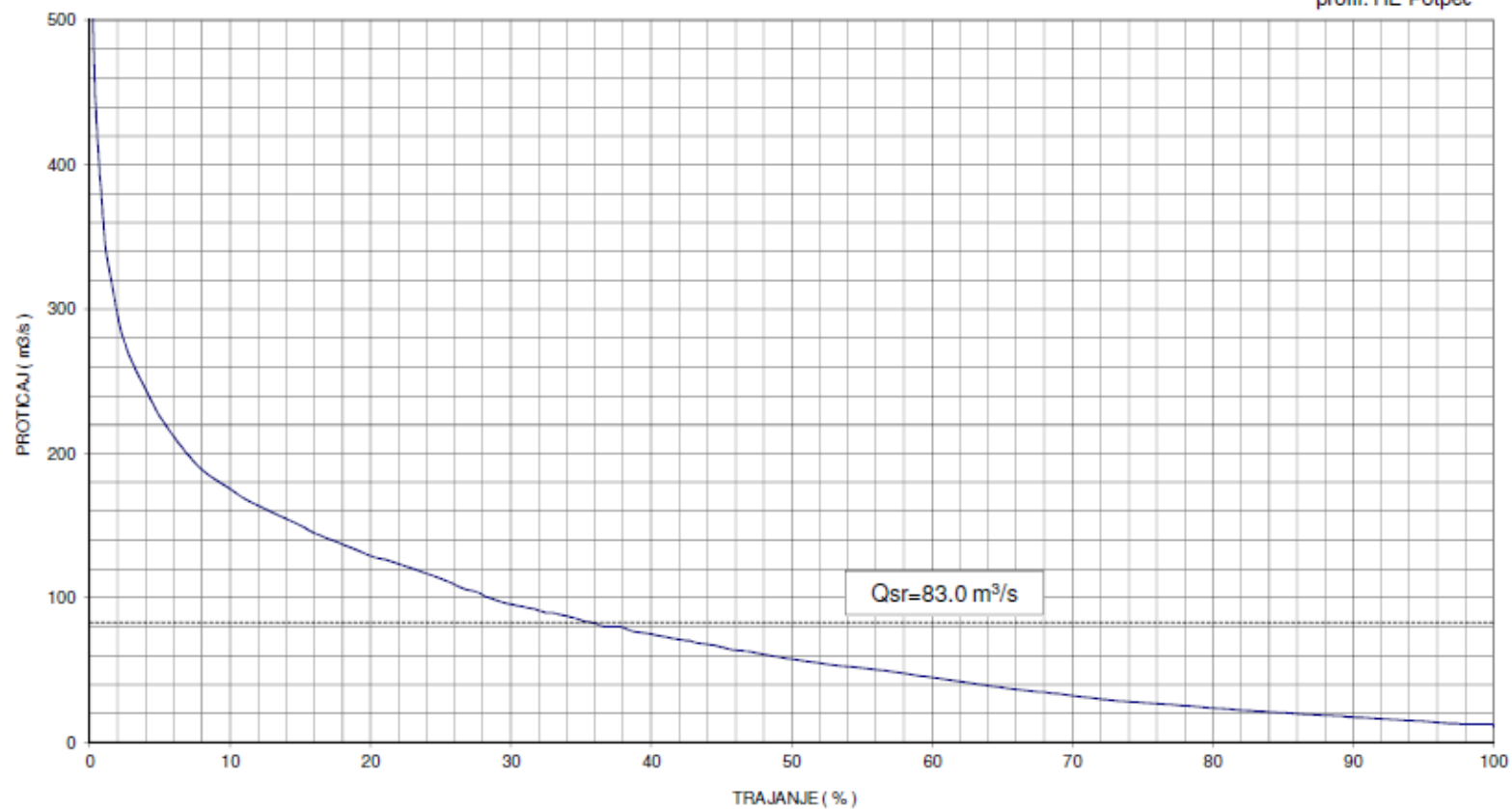
GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVGUST	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1981	60.5	69.1	227.4	190.6	161.4	84.5	34.5	24.6	26.6	45.8	45.0	199.6	97.5
1982	94.9	32.3	45.4	165.0	125.5	70.7	29.3	19.7	14.9	21.8	20.0	41.2	56.7
1983	26.8	61.8	86.1	132.2	85.2	65.4	41.4	23.8	27.5	19.7	20.2	71.4	55.1
1984	96.7	67.6	99.9	167.8	241.9	85.7	33.2	19.9	33.6	43.8	40.9	28.6	80.0
1985	45.3	85.5	89.0	165.2	153.8	55.2	24.6	15.9	14.2	11.3	137.1	74.5	72.6
1986	163.6	164.5	161.7	149.8	152.6	138.7	73.7	32.6	18.5	19.3	19.9	17.3	92.7
1987	67.7	86.4	55.9	147.0	169.8	115.1	39.5	20.5	15.4	16.2	45.4	93.3	72.7
1988	39.0	87.7	106.2	161.8	127.1	66.5	29.9	17.6	27.3	23.3	48.3	109.6	70.4
1989	29.1	47.1	127.2	111.5	136.9	102.5	55.8	41.7	50.0	105.2	82.7	99.2	82.4
1990	41.9	38.6	46.9	127.9	78.8	44.6	22.4	16.7	15.2	17.2	43.0	68.4	46.8
1991	36.7	51.4	88.2	79.2	139.2	124.0	60.7	30.9	18.4	31.1	147.0	49.4	71.3
1992	27.9	25.4	63.5	148.4	92.1	79.6	36.0	17.5	15.8	81.5	133.7	61.3	65.2
1993	32.1	22.9	42.1	153.6	79.2	30.2	20.9	16.7	19.4	21.2	53.7	115.1	50.6
1994	71.1	53.4	77.4	203.5	132.1	60.9	48.3	21.7	18.4	18.2	27.3	19.3	62.6
1995	65.4	76.6	83.6	163.3	200.2	77.9	35.5	29.6	65.2	32.1	34.8	113.0	81.4
1996	74.4	53.4	79.2	207.4	181.2	61.3	25.3	18.1	71.9	72.4	138.4	170.5	96.1
1997	125.4	46.6	78.6	140.3	230.0	69.0	28.4	20.8	14.7	26.7	60.5	72.8	76.1
1998	46.0	48.6	46.0	153.1	123.8	53.6	24.8	16.3	55.8	101.5	120.6	90.0	73.4
1999	77.2	69.9	123.1	181.4	184.9	72.8	37.5	22.2	19.0	19.5	60.3	199.3	88.9
2000	83.8	66.3	123.6	245.2	89.7	33.7	21.2	13.3	26.0	21.8	55.7	94.5	72.9
2001	108.6	81.4	124.8	129.2	124.1	70.6	30.4	16.5	35.8	23.5	57.0	39.9	70.1
2002	32.2	62.9	74.2	119.1	64.1	33.9	21.0	28.6	47.1	159.7	64.1	65.0	64.3
2003	164.5	71.1	57.9	115.7	130.6	45.8	19.5	12.3	15.4	100.1	141.6	52.3	77.2
2004	110.3	124.6	166.2	195.9	178.1	115.0	37.4	21.8	15.7	28.1	79.5	188.5	105.1
2005	58.4	51.7	212.3	210.2	164.1	79.4	29.0	23.1	25.4	45.7	55.9	179.6	94.6
2006	90.8	74.1	186.3	227.0	165.5	99.6	37.9	28.6	19.0	16.9	21.9	30.4	83.2
2007	53.7	66.0	87.3	96.0	80.0	56.5	20.0	12.5	12.4	23.1	117.3	85.5	59.2
2008	53.4	31.9	86.5	108.3	70.0	43.7	19.8	13.0	13.8	16.4	29.8	185.5	56.0
2009	90.6	89.9	92.3	159.1	94.8	67.4	53.4	24.4	17.4	41.2	116.1	121.0	80.6
2010	178.0	137.4	133.3	159.9	142.2	79.2	42.0	22.3	15.0	24.3	162.7	272.8	114.1
2011	51.9	41.2	56.7	68.4	107.2	53.2	23.3	14.2	14.2	16.1	13.4	38.6	41.5
2012	18.8	16.1	96.4	178.0	122.2	53.5	17.7	13.0	12.2	25.9	39.1	66.8	55.0
2013	83.5	95.7	224.0	220.8	201.5	122.2	39.0	18.5	14.3	35.2	61.6	32.5	95.7
Qsr	77.9	80.9	108.2	153.2	152.4	86.1	42.9	24.8	28.7	52.2	87.3	101.3	83.0
St.dev	45.32	48.98	45.78	45.34	52.87	41.67	18.98	10.01	18.19	47.05	56.36	59.00	20.03
Cv	0.582	0.605	0.423	0.296	0.347	0.484	0.442	0.404	0.633	0.902	0.646	0.583	0.241

MODULNA KRIVA ODSUPANJA SREDNJE GODIŠNJIH PROTICAJA
prirodno stanje, period 1925-2013

Reka: Lim,
Profil: HE Potpeć

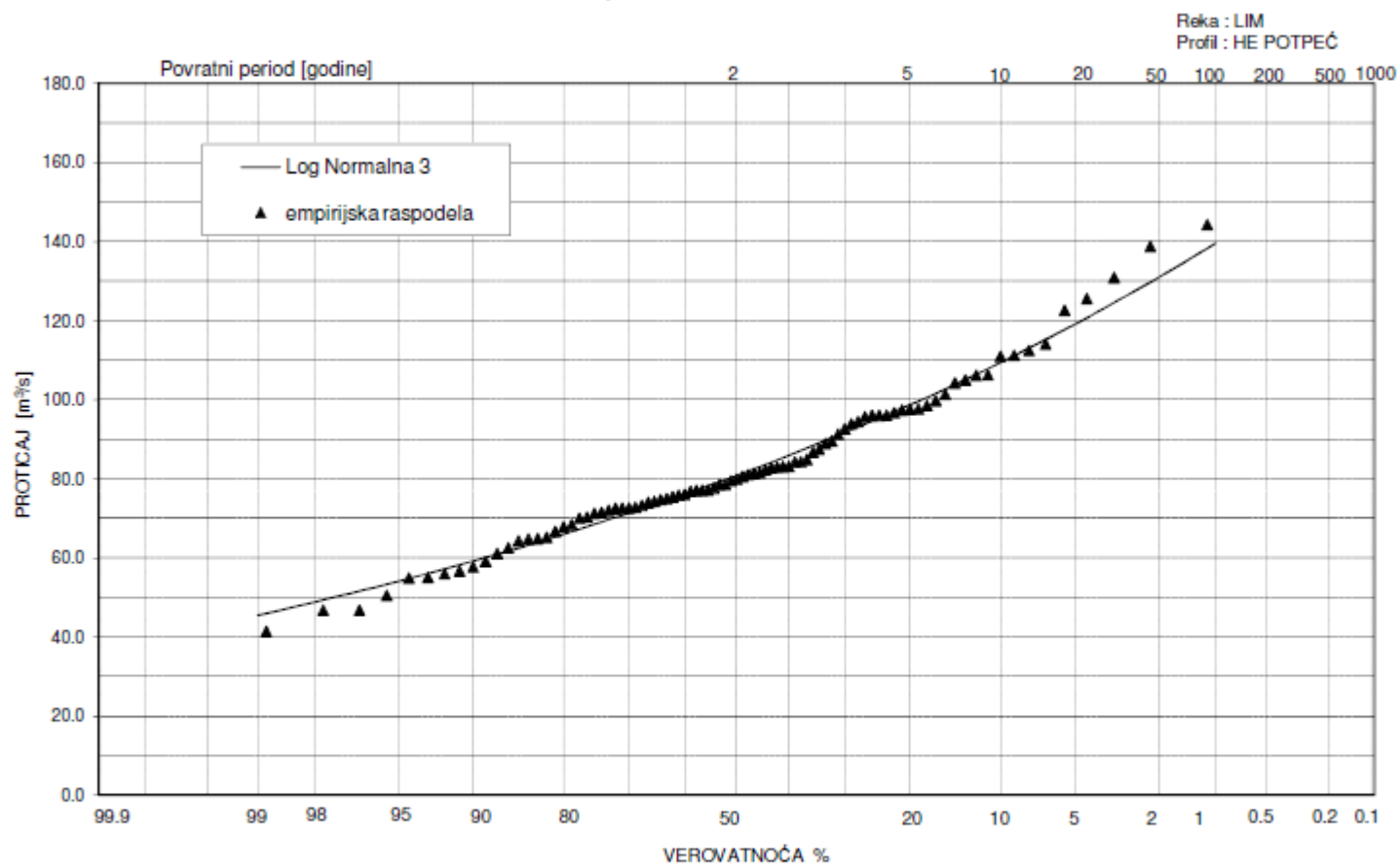


PRILOG 8

KRIVA TRAJANJA DNEVNIH PROTICAJA - prirodno stanje
period 1925/2013Reka: Lim,
profil: HE Potpeć

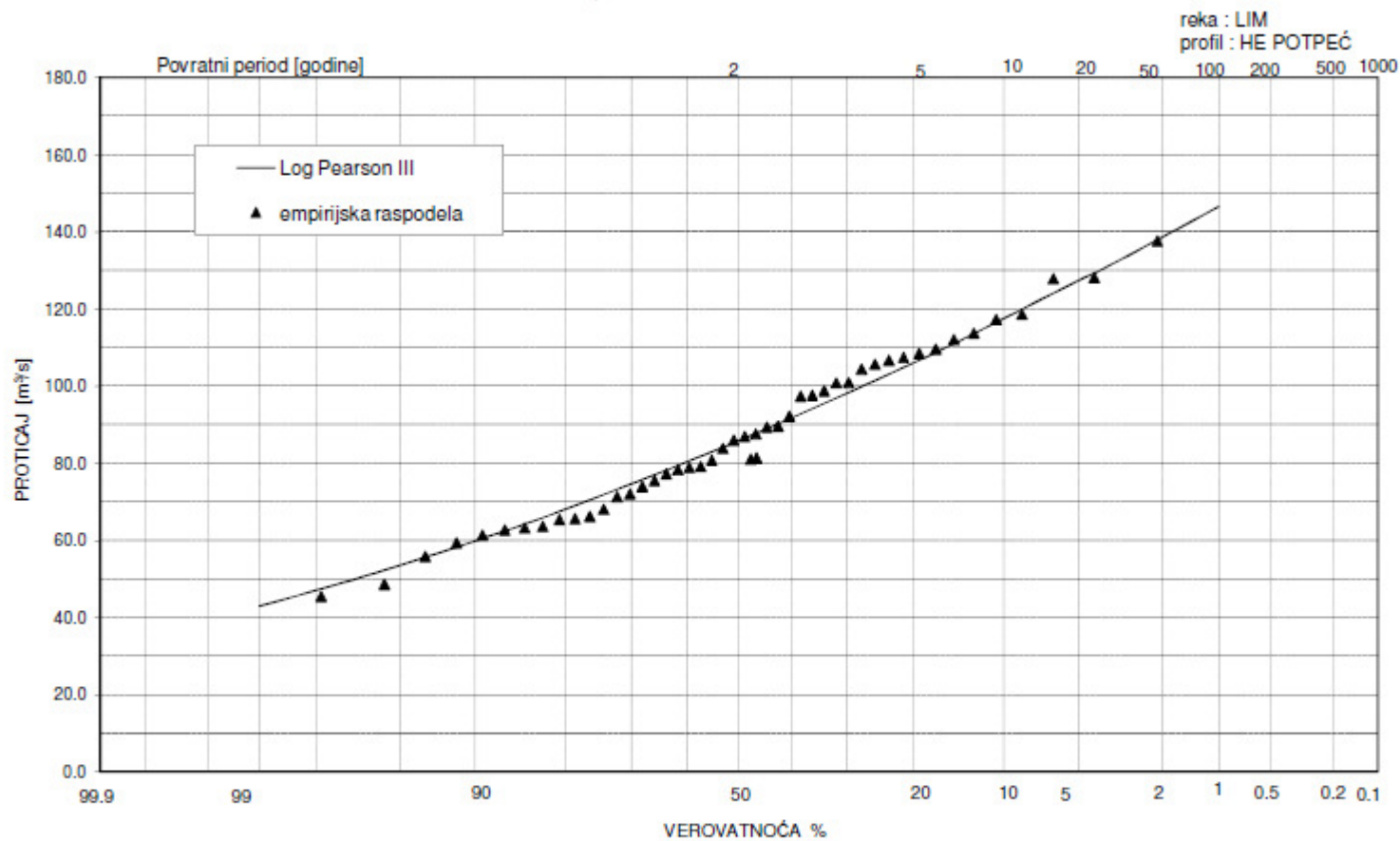
PRILOG 9

DIJAGRAM VEROVATNOĆA POJAVE PRIRODNIH SREDNJIH GODIŠNJIH PROTICAJA
period 1925 - 2013



PRILOG 10

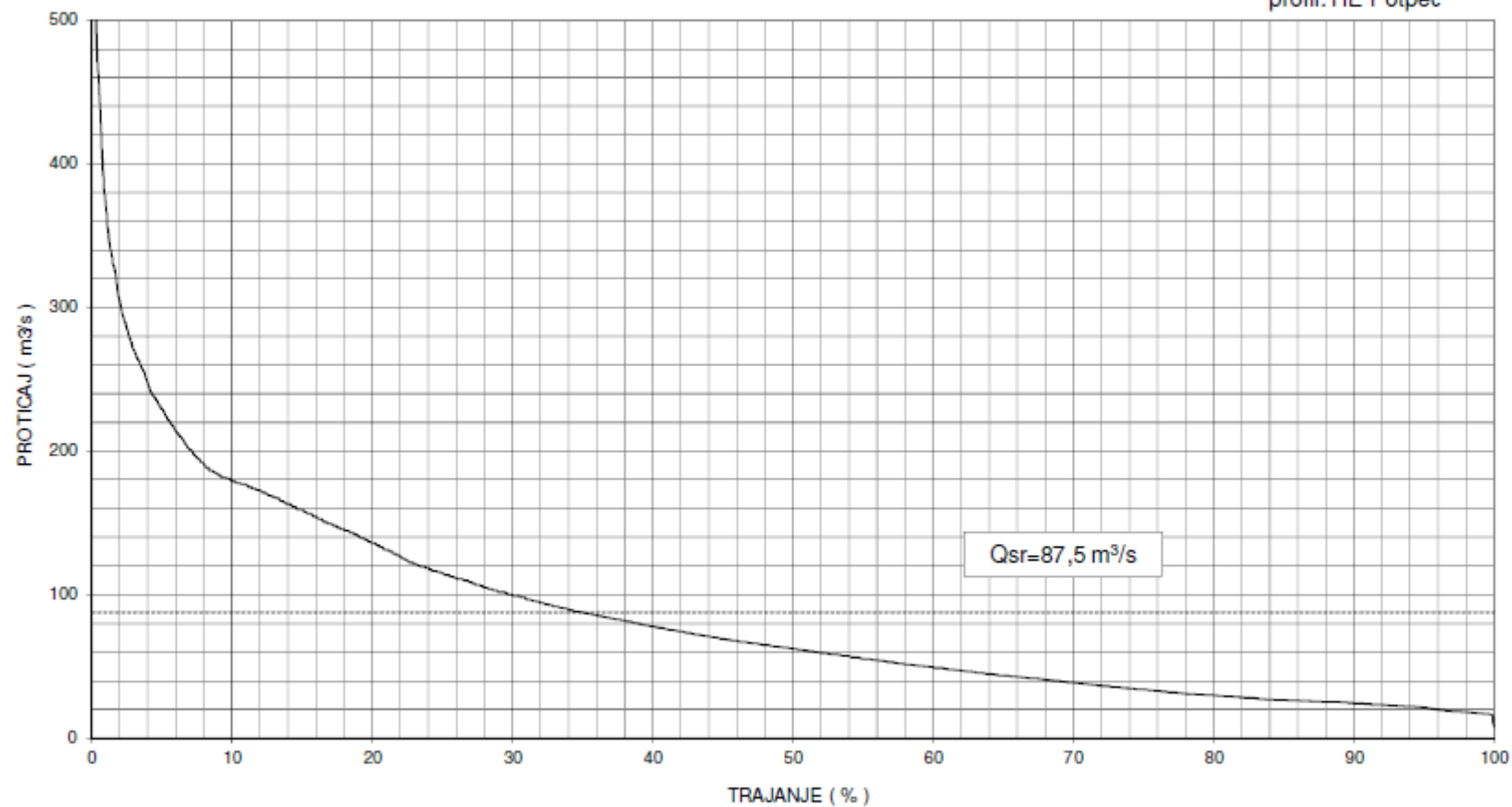
DIJAGRAM VEROVATNOĆA POJAVE REGULISANIH SREDNJIH GODIŠNJIH PROTICAJA
period 1968- 2013



PRILOG 11

KRIVA TRAJANJA REALIZOVANIH SREDNJIH DNEVNIH REGULISANIH PROTICAJA
period 1968/2013

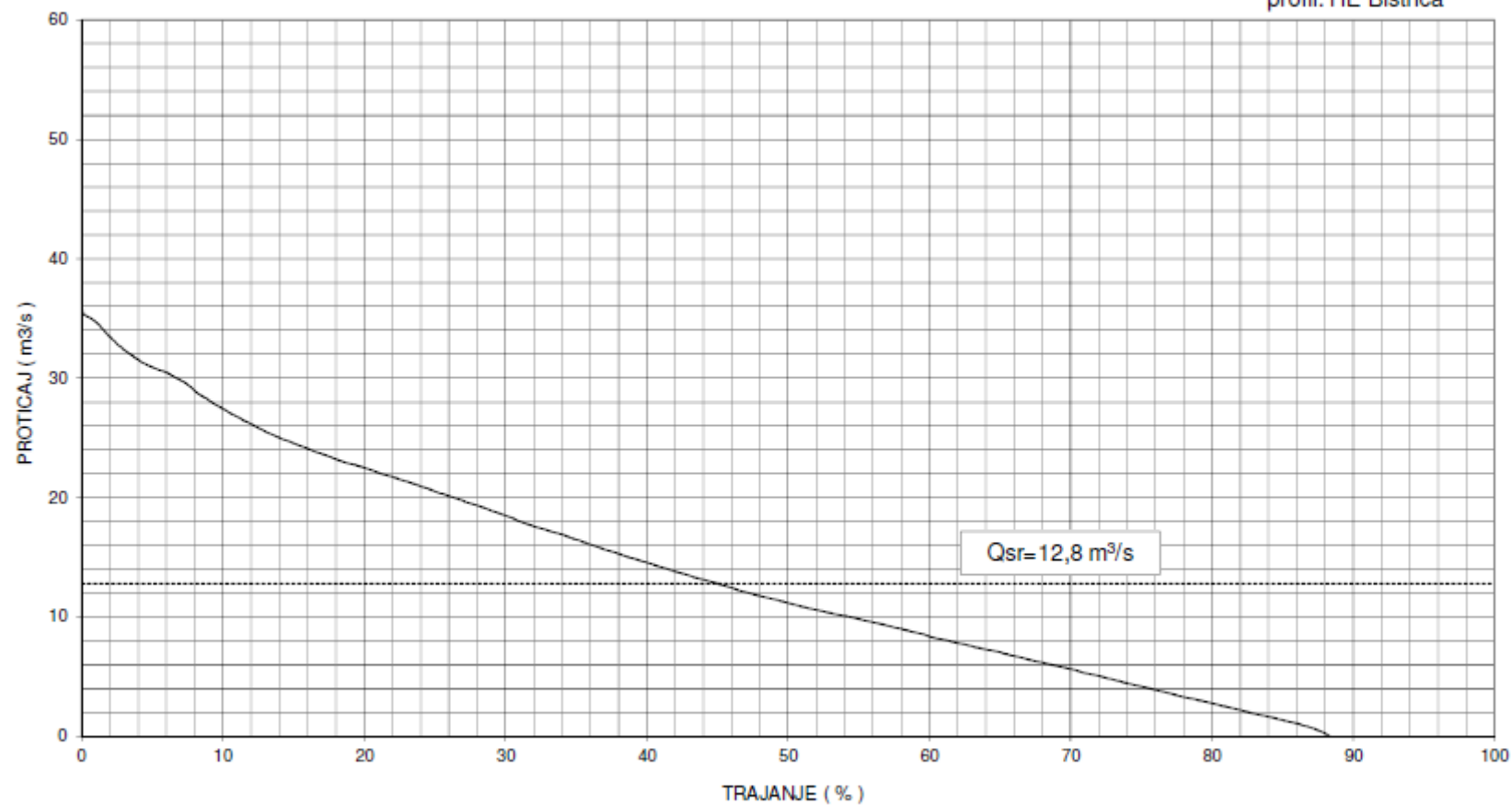
Reka: Lim,
profil: HE Potpeć



PRILOG 12

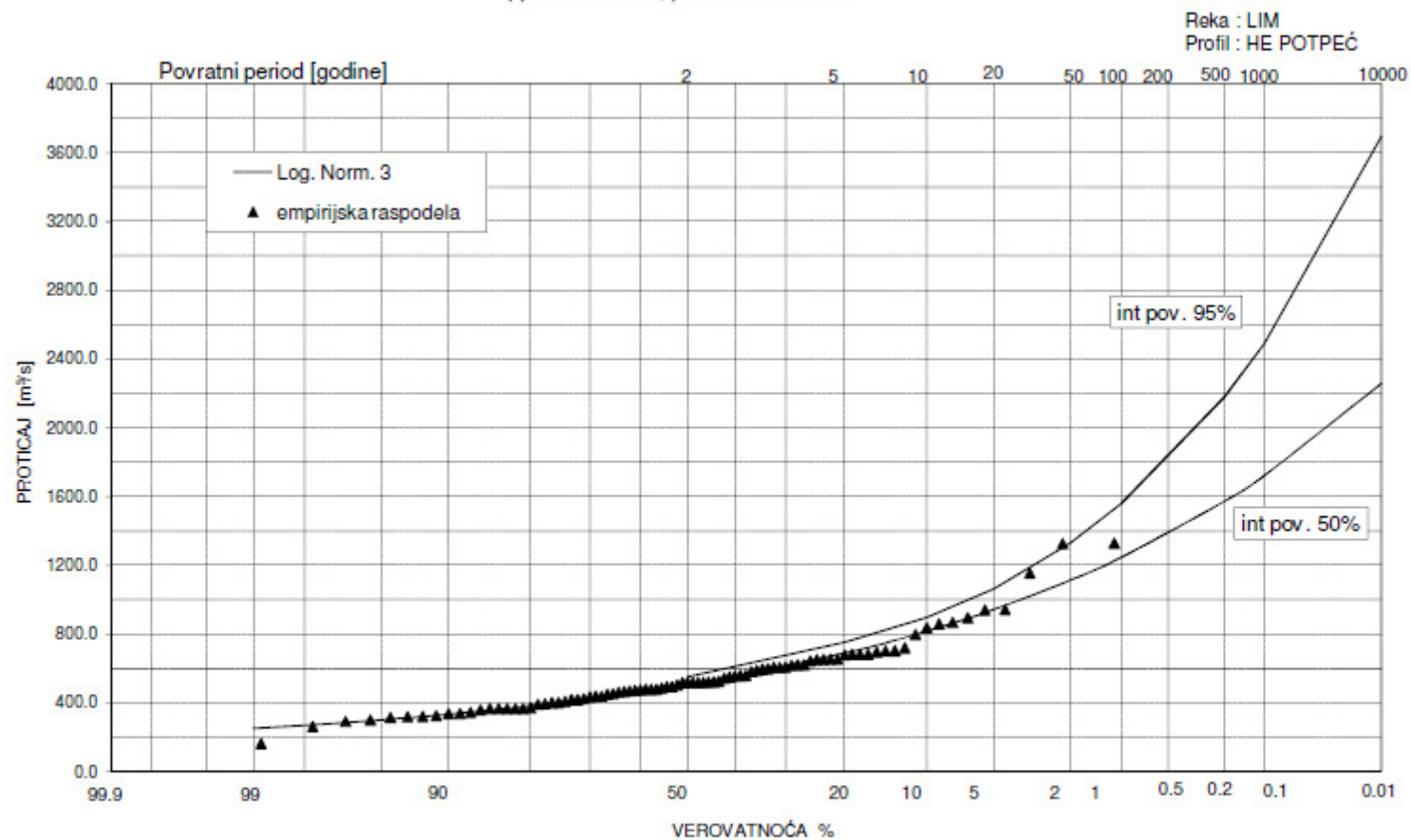
KRIVA TRAJANJA SREDNJIH DNEVNIH REGULISANIH PROTICAJA
period 1968/2013

Reka: Uvac - Lim,
profil: HE Bistrica



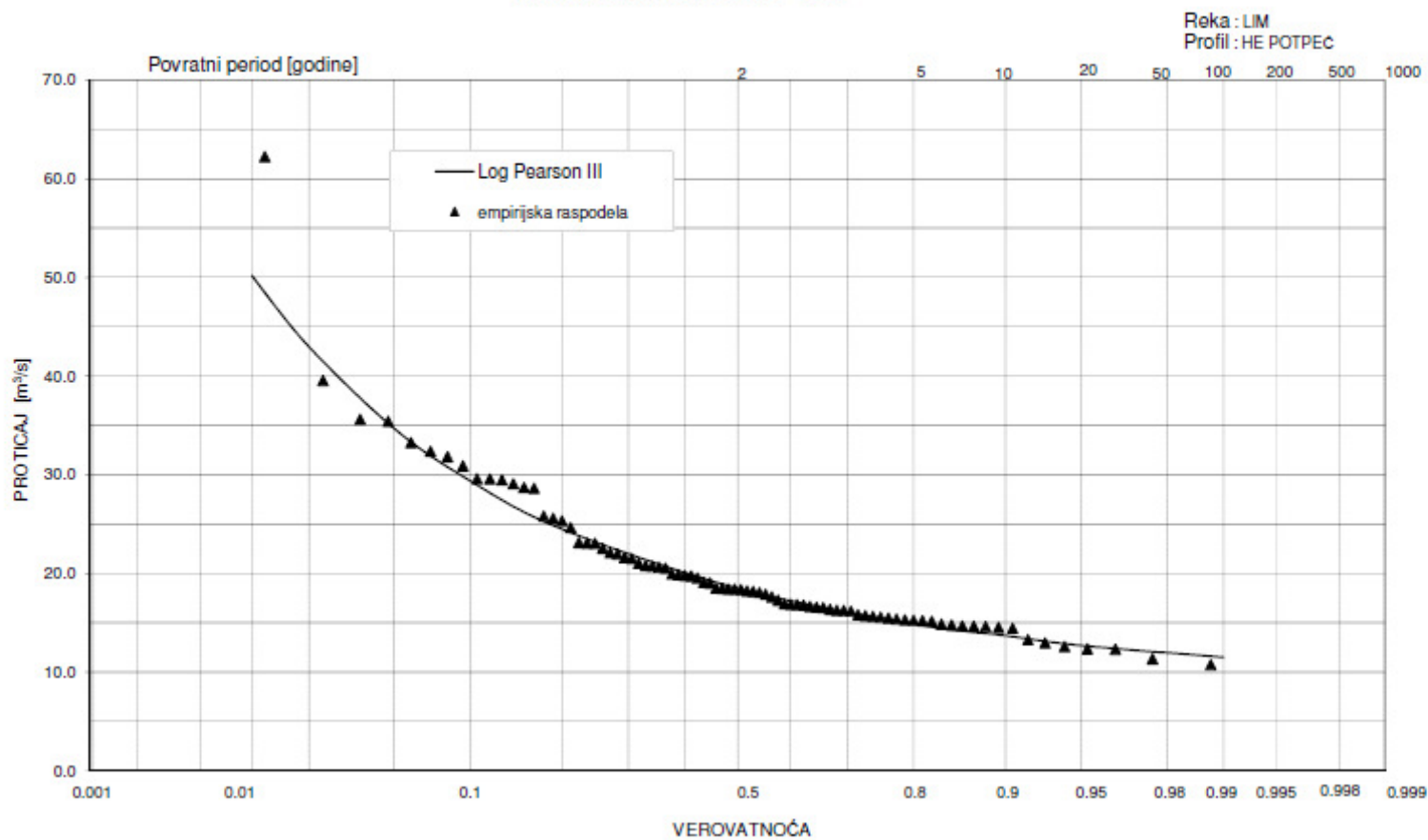
PRILOG 13

DIJAGRAM VEROVATNOĆA POJAVE APSOLUTNIH MAKSIMALNIH PROTICAJA
prirodan režim, period 1925 - 2013



PRILOG 14

DIJAGRAM VEROVATNOĆA POJAVE MINIMALNIH SREDNJE MESEČNIH PROTICAJA
prirodan režim, period 1925 - 2013



PRILOG 15

2.3 Procesi erozije

Na slivnom područje akumulacije „Potpeć“ vladaju u najvećem procentu procesi IV kategoriji erozije, obzirom na izraženu orografiju, uzdignutost planinskih masiva, specifične hidrološke uslove, slabu otpornost geološke podloge, pedološke prilike i neadekvatno korišćenje zemljišta. Izrazito bujični karakter Lima i brojnih pritoka uzrokuje dospevanje velikih količina vučenog i suspendovanog nanosnog materijala do profila brane, menjajući morfološki oblik korita u zoni uspora i smanjujući korisnu zapreminu akumulacije „Potpeć“.

Kao posledica postojanja obimnih nekontrolisanih erozionih procesa na slivnom području Lima nastupila je zasutost akumulacije u značajnoj meri. Na početku eksploatacije (1967. godine) akumulacija je imala ukupnu zapreminu $47 \times 10^6 \text{ m}^3$, sa predviđenom korisnom zapreminom $29 \times 10^6 \text{ m}^3$ i zapreminom za prihvatanje nanosa $18 \times 10^6 \text{ m}^3$. Godine 2006. registrovana je ukupna zapremina akumulacije $27,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ i smanjenje korisnog prostora na $21,5 \times 10^6 \text{ m}^3$, što je povećalo ukupnu mrtvu zapreminu na $24 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ukupno zasipanje u prvom desetogodišnjem periodu eksploatacije je iznosilo 900.000 m^3 godišnje. Nakon sprovedenih pražnjenja akumulacije „Potpeć“ tokom 1980., 1988. i 1999. godine i kontinualnih praćenja, ustanovljen je opšti trend smanjenja zasipanja akumulacije, stabilizacije dna i smanjenja deponovanja nanosa. Merenja zasipanja akumulacije izvršena 2012 godine dala su sledeće rezultate: ukupna zapremina akumulacije na koti normalnog uspora 435,60 mnm iznosila je $22,87 \times 10^6 \text{ m}^3$, a njena korisna zapremina $17,74 \times 10^6 \text{ m}^3$.

2.4. Prikaz klimatskih karakteristika sa odgovarajućim meteorološkim pokazateljima

Klimatografija sliva reke Lim je uslovljena izrazitim reljefom područja, položajem visokih planina koje okružuju sliv sa istoka i zapada i otvorenosti sliva sa severa. Dok u visokim oblastima sliva vlada planinska klima, u nizijama sliva vlada umereno kontinentalna klima (srednje evropski tip).

Postoji izrazit rast padavina od 750 mm u dolini Lima na delu Brodarevo-Prijepolje do prosečnih 1500 mm u gornjem toku Lima i 2000 mm na obodnim visokim delovima sliva. Na delu sliva u Republici Crnoj Gori su zabeleženi podaci na meteorološkim stanicama Berane (690 mnm) i Bijelo Polje (560 mnm). Prosečne godišnje padavine za period obrade 1949-1991. godine iznosile su 761 mm na kišomernoj stanici Priboj i 785 mm u Prijepolju.

Prosečna godišnja temperatura vazduha iznosi $9,3^\circ\text{C}$ u Prijepolju i Priboju, $8,6^\circ\text{C}$ za Berane i $8,8^\circ\text{C}$ a za Bijelo Polje sa godišnjim amplitudama oko 20°C . U okolini akumulacionog jezera „Potpeć“ zastupljen je kontinentalni pluviometrijski režim, koji se odlikuje čestim i obilnim kišama u letnjoj polovini godine tokom maja i juna, prilično suvom zimom i pojavom sporednog padavinskog maksimuma s jeseni.

2.5 Opis flore i faune i zaštićenih prirodnih dobara

Teritorija opštine Priboj je relativno bogata šumama koje su neravnomerno raspoređene. Ima ukupno 36,09 ha šumskog zemljišta, dok je prosečna pošumljenost 60,9 %.

U sastavu šuma 2/3 čine lišćari, a 1/3 četinari. Od listopadnih vrsta u nižim slojevima zastupljeni su bukva, hrast, breza, jela, smrča, cer itd., dok su na višim nadmorskim visinama četinari beli i crni bor, jela, smrča i dr. Odnos lišćarskih i četinarskih šuma je 65:35.

Najrasprostranjeniji ekosistem su pašnjaci, tj. livade (suvati, zakosi, luke), na kojima raste čak 120 vrsta najraznovrsnijih trava, od kojih su mnoge lekovite, medonosne i industrijske. Sakuplja se nekoliko desetina biljnih vrsta među kojima su najpoznatije pelin i smreka.

Veliki broj medonosnih biljaka i dobar visinski raspored kao i različit period cvetanja omogućuju trajno pčelaranje, bez većeg preseljavanja pčelinjaka.

I životinjski svet je raznovrstan. Divlja svinja, lisica, zec, srna, vidra, kuna, jazavci veverica su uobičajena pojava, pa čak i u blizini naseljenih mesta. Na planinama se mogu naći i vukovi i medvedi.

Na području opštine postoje i dva otvorena lovišta.

Ptice su raznovrsnije i brojnije, kao što su poljske jarebice, jarebice kamenjarke, prepelice, golubovi, fazani i peštarke. Ovo područje takođe predstavlja utočište i za vrste kao što su patuljasti orao, ušata ševa, mala muharica, dugorepa sova i troprsti detlić. Najviše je ptica pevačica i one su pod stalnom zaštitom.

Od vodozemaca najrasprostranjenije su zelene žabe, od zmija poskoci. Barska kornjača je prisutna na širem području. Ona je ujedno jedna od vrsta koja je po međunarodnoj legislativi (IUCN) označena kao skoro ugrožena.

Od vrsta koje su vezane za akvatična staništa prisutni su veliki kormoran, siva čaplja, patka gluvara, rečni galebi evropski vodeni kos.

Riblji svet je takođe bogat – obiluje pastrmkama, mladicama, klenovima, krkušama itd.

Na osnovu datih podataka može se zaključiti da je fauna sisara na širem području Priboja veoma bogata.

Zavod za zaštitu prirode Srbije je izdao Rešenje o uslovima zaštite prirode za izdavanje lokacijskih uslova za rekonstrukciju proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“, br. 020-744/2 od 13.04.2017. godine i Rešenje o uslovima zaštite prirode za izdavanje lokacijskih uslova za izgradnju četvrtog agregara u HE „Potpeć“, br. 020-1497/2 od 23.08.2016. godine, gde je nakon uvida u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara Srbije i dokumentaciju Zavoda, utvrđeno da se predmetna lokacija ne nalazi unutar zaštićenog područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, kao ni u obuhvatu ekološke mreže. Kopije pomenutih Rešenja su data u prilogu ove Studije.

2.7 Pregled nepokretnih kulturnih dobara

U okviru Prostornog plana opštine Prijepolje iz 2011. godine (JP „Direkcija za urbanizam-Kragujevac”), prema raspoloživim podacima Republičkog zavoda za zaštitu spomenika kulture, registrovana su sledeća nepokretna kulturna dobra na teritoriji opštine Priboj i to:

Sedam spomenika kulture:

- Manastir Banja, Banja
- Crkva vetog Arandela, Poblaće
- Crkva Bogorodičinog pokrova, Hercegovačka Goleša
- Manastir Mažići, Mažići
- Srednjovekovni grad Jagat, Crnuzi
- Borisavljevića kuća, Priboj
- Spomenik kosturnica, Priboj

i jedno arheološko nalazište:

- Nekropola stećaka „Crkvina”, Priboj.

U bližoj okolini hidroelektrane „Potpeć” nisu registrovani zaštićeni kulturno-istorijski spomenici.

2.8 Podaci o naseljenosti, koncentraciji stanovništva i demografskim karakteristikama

Prema popisu iz 2011. Godine, Priboj ima 27.133 stanovnika. Najveći deo stanovništva čine Srbi (oko 80%), zatim Bošnjaci (oko 15 %), zatim manji broj Roma 0.45%, Crnogoraca 0,01% i desetak drugih nacionalnosti sa oko 4%. Prema podacima Crvenog krsta i nevladinih organizacija, nekoliko desetina stanovnika čine raseljeni sa Kosova, izbeglice iz Makedonije, BiH i Hrvatske.

Po poslednjem zvaničnom popisu stanovništva iz 2011. godine grad Priboj je brojao ukupno 9.257 domaćinstava sa prosečno 2,9 članova (2002. godine je bilo 10.443 domaćinstva). U odnosu na prethodni popis sproveden 2002. godine, broj domaćinstava je manji za 8%.

Prema polnoj strukturi, žene neznatno prednjače – 43,9%, dok je muškaraca 41,9%.

U 2011. godini, ruralno stanovništvo čini 47,6% od ukupnog broja popisanog stanovništva. Seoske sredine prati depopulacija - nestanak biološkog obnavljanja, zbog migracija stanovništva prema urbanim i drugim područjima atraktivnim za život i rad, kao i zbog ekonomskih razloga.

Gledajući obrazovnu strukturu stanovništva koje je starije od 15 godina, najveći je broj onih koji imaju osnovno i srednje obrazovanje. Postoji znatan broj stanovnika bez ikakve školske spreme ili onih koji su pohađali, ali nisu završili osnovnu školu – čak 10,6%. Važno je istaći i podatak da među stanovništvom bez školske spreme 81% čine žene. Procenat visokoobrazovanog stanovništva je 5,3. U ovom slučaju je gotovo podjednak broj muškaraca i žena.

2.9 Podaci o postojećim privrednim i objektima infrastrukture

Stanje u opštini Priboj, odnosno društveno-ekonomski razvoj već duže vreme praćen je velikim brojem problema. To se uglavnom odnosi na probleme strukturne neusklađenosti privrede, spoljno-trgovinske razmene, zapošljavanja, akumulativne i reproduktivne sposobnosti, slabljenja

kvalitativnih elemenata razvoja i efikasnosti privređivanja itd. Sve su ovo faktori, koji su uticali na pad privrednog razvoja.

Nosioci privrednog razvoja opštine Priboj su:

1. Korporacija „FAP“ a.d Priboj čija je osnovna delatnost proizvodnja kamiona, autobusa, prikolica, specijalnih vozila i agregata.
2. „Poliester grupa“ Priboj se bavi proizvodnjom i preradom poliesterskih i plastičnih masa.
3. „Fap-stan“ d.o.o. Priboj, se bavi: proizvodnjom i distribucijom toplotne energije projektovanjem građevinskih objekata i održavanjem stambenih zgrada.
4. Akcionarsko društvo fabrika „Sedišta“ Priboj, se bavi proizvodnjom sedišta i ostalih delova za autoindustriju.

Dugogodišnja privredna kriza u Srbiji, koja je kulminirala devedesetih godina prošlog veka, naročito je pogodila industriju. Industrijska preduzeća u opštini Priboj, takođe su bila pogođena svim elementima krize (smanjenje tražnje, problem obrtnih sredstava, inflacija, tehnološko zaostajanje). Privredni potencijali opštine Priboj su u razvojnim tehnologijama industrije saobraćajnih vozila i hemijske industrije.

Poljoprivredna proizvodnja se bazira na voćarskoj i stočarskoj proizvodnji. Uglavnom se zasniva na ekstenzivnoj proizvodnji. Intenzivniji razvoj zapaža se u oblasti voćarstva-jagodičasto voće (malina). Trenutno se pod zasadima malina nalazi oko 120 ha, sa prosečnim prinosom oko 10 t po hektaru. Što se tiče voćarstva namere su da se i dalje intenzivira voćarska proizvodnja, pre svega jagodičastog i bobičastog voća. Za poljoprivredu pribojskog kraja karakterističan je veliki nedostatak prijemno-smeštajnih i preradnih kapaciteta. Postoji potreba za preradiivačkim kapacitetima u oblasti voćarstva (jedna ili dve hladnjače od po 500 t). Na teritoriji opštine Priboj ima oko 4500 grla goveda i oko 12.000 ovaca. Planira se unapređenje rasnog sastava goveda i ovaca, kao i podrška osnivanju mini-farmi i ribnjaka i zasada voća uz obezbeđenje adekvatne putne infrastrukture

Opština Priboj na svojoj teritoriji nema saobraćajnica u kategoriji magistralnih puteva i auto puteva, tako da regionalni putevi čine puteve najvišeg reda. Važno je napomenuti da nerazvijenost putne infrastrukture predstavlja veliki problem za opštinu Priboj. Jedan od najvećih problema je taj što 2/3 teritorije opštine nema direktnu putnu vezu sa ostatkom opštine, već je u upotrebi putni pravac koji jednim delom prolazi kroz Bosnu i Hercegovinu.

Magistralni pravac Beograd - Bar prolazi kroz opštinu Priboj u dužini od 25 km sa izgrađenim industrijskim kolosekom i tri železničke stanice, odnosno stajališta. Ovaj pravac predstavlja značajan komunikacioni potencijal i delom kompenzuje nedostatak magistralnih puteva.

Vodovodna mreža je dužine 180 km. 90 % stanovništva snabdeva se gradskom vodom, a u toku godine potroši se 1.008.151 m³.

Najvažniji sistem za snabdevanje vodom opštine Priboj je Centralni vodovodni sistem (CVS) Priboja, iz koga se snabdeva oko 60% stanovnika opštine. On snabdeva grad Priboj i više prigradskih naselja (Pribojska Banja, Zvizdića naselje, Poljice, Mramorje i Uvac). Ostala naselja u brdsko planinskom području se snabdevaju iz manjih seoskih vodovoda, tamo gde je to moguće zbog gušće konfiguracije naselja, ili iz manjih grupnih sistema. Jedan deo stanovništva se snabdeva iz vlastitih izvora (bunari, kaptirani izvori malog kapaciteta)

Ukupna kanalizaciona mreža je magistralne dužine 54 km.

3. Opis projekta

3.1 Opis postojećeg procesa proizvodnje

Vode reka Uvac i Lim, pripadaju hidroenergetskom sistemu Drine, a prirodni uslovi su omogućili da se vode Uvca prevedu u Lim. Od 1953. pa do 1979.godine na reci Uvac izgrađene su tri akumulacione hidroelektrane. Sa izgradnjom hidroelektrana Uvac, Kokin Brod i Bistrica, hidroenergetski potencijal reke Uvac je potpuno iskorišćen.

U dolini reke Uvac izgrađene su tri brane: Uvac, Kokin Brod i Radoinja. Na taj način omogućeno je iskorišćenje hidroenergetskog potencijala u dva pribranska postrojenja (HE Uvac i HE Kokin Brod) i jednom derivacionom (brana Radoinja sa HE Bistrica) sa ukupnom zapreminom sve tri akumulacije od oko $470 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode. Pored Uvca sistemom nasipa, kanala i jednim tunelom, dovedene su i vode Peštorskog polja.

Potpeć je četvrta u nizu hidroelektrana ovog sistema. Pregrađivanjem reke Lim stvoreno je jezero Potpeć, korisne zapremine oko $29 \times 10^6 \text{ m}^3$. Instalirana snaga ove hidroelektrane je $3 \times 20 \text{ MW}$, a prosečna godišnja proizvodnja 210 GWh , što čini 10 % tehnički iskoristivog potencijala Lima.

Najveća u sistemu Limskih hidroelektrana je HE Bistrica koja je izgrađena na desnoj obali reke Lim. Instalirana snaga ove elektrane je $2 \times 54 \text{ MW}$, a godišnja proizvodnja 350 GWh . U ovoj elektrani montiran je i agregat od 1 MW , koji služi kao rezerva za sopstvenu potrošnju celog sistema Limskih hidroelektrana.

HE Kokin Brod izgrađena je na desnoj obali reke Uvac, a instalirana snaga je $2 \times 12,5 \text{ MW}$ i godišnja proizvodnja 50 GWh . Akumulacioni bazen ove elektrane je zapremine $250 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode, dok je visina brane 83 m, a dužina brane u kruni 1264 m.

Pored ovih hidroelektrana, izuzetan značaj ima i HE Uvac, instalirane snage 40 MW i prosečne godišnje proizvodnje od 70 GWh . Akumulacija ove elektrane, nastala je pregrađivanjem reke Uvac i iznosi $212 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode. Visina brane je 110 m, dužina brane 310 m.

Korišćenje preostalog hidroenergetskog potencijala u ovom sistemu sa izgradnjom RHE Bistrica predstavljao bi energetski povezanu celinu. Ova elektrana je locirana pored akumulacije Potpeć, 3 km nizvodno od HE Bistrica. U ovoj hidroelektrani predviđena su 4 reverzibilna agregata od po 170 MW , a akumulacija će iznositi $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode.

Hidroelektrana Potpeć pripada sistemu Limskih hidroelektrana. Locirana je na reci Lim (desna pritoka reke Drine) kod sela Kalafati na desnoj obali, oko 5 km uzvodno od Priboja.

Sistem objekata čine: gravitaciona betonska brana, preliv sa segmentnim ustavama, temeljni ispusti, elektrana i razvodno postrojenje 110 kV i 35 kV . Izgradnja HE Podpeć je počela 1964.godine, a završena je 1967. god, kada je izvršeno i prvo punjenje akumulacije. Puštanje u pogon je izvršeno od 1967 do 1970. godine.

Brana je betonska gravitaciona ukupne visine 46,0 m, odnosno visine iznad terena 42,0 m. Kota krune brane je 439,0 mnm. Dužina brane u kruni iznosi 212,5 m. Širina brane u kruni je 6,0 m, a najveća širina u nožici je 50 m. Nagib uzvodnog lica brane je verikalan, a nizvodnog je 0,76. Zapremina tela brane je $116 000 \text{ m}^3$. Kota maksimalnog uspora 437,0 mnm, kota krune preliva 425,68 mnm, kota normalnog uspora 435,60 mnm, kota minimalnog radnog nivoa 422,10 mnm.

Zapremina akumulacije pri minimalnom radnom nivou iznosi $6 \times 10^6 \text{ m}^3$, pri maksimalnom radnom nivou $27,5 \text{ miliona m}^3$, pri maksimalnom usporu $31,4 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Dužina akumulacije uz glavni vodotok iznosi 17,5 km.

Površina akumulacije pri minimalnom radnom nivou iznosi $26 \times 10^6 \text{ m}^2$, pri maksimalnom radnom nivou $28 \times 10^6 \text{ m}^2$.

Evakuacione organe na brani čine preliv i temeljni ispusti.

Preliv kontrolisan segmentnim ustavama, lociran je na centralnom delu brane i čine ga 3 prelivna polja širine po 13,0 m. Preliv je sa ski odskokom sa zubima na kraju i dimenzionisan je tako da omogućiti evakuaciju hiljadugodišnje velike vode $3000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kroz telo brane u zoni preлива locirana su dva temeljna ispusta kapaciteta $240 \text{ m}^3/\text{s}$, sa uzvodnim tablastim zatvaračem koji omogućavaju pražnjenje akumulacije do kote 399,0 mnm. Dva temeljna ispusta su složenog poprečnog preseka (početak pravougaoni presek sa zaobljenim uglovima po elipsama, a kraj krug prečnika 2,76 m. Izlaz ispusta je na prelivnom delu brane na mestu kraja lica preлива i početka odskočnog praga.

Voda za elektranu se zahvata kroz 3 zahvata na brani i cevovodima prečnika 4,0 m dovodi do turbine. Na samom ulazu su predviđene gruba i fina rešetka. Od zatvarača su predviđeni uzvodni glavni i pomoćni tablasti zatvarači, predturbinski zatvarač i zatvarač na početku odvodne vade. U mašinskoj zgradi su ugrađene 3 Fransis vertikalne turbine $Q_i = 165 \text{ m}^3/\text{s}$, srednji neto pad 37,70 m. Generatori snage od po 20 MVA su u blok spoju sa transformatorima. Dva bloka su vezana na RP 110 kV, a treći blok na RP 35 kV.

Postrojenje 110 kV ima 5 dalekovodnih polja, 3 transformatorska, spojno i merno polje, dok se RP 35 kV sastoji od 5 dalekovodnih, 4 transformatorska i mernog polja.

Razvodna postrojenja 110 kV i 35 kV međusobno su vezana preko regulacionog transformatora 110/35 kV. Sopstvena potrošnja se napaja iz mreže 35 kV preko 2 transformatora 35/0.4 kV.

Za HE Potpeć propisan je garantovani proticaj od $12 \text{ m}^3/\text{s}$ (na početku eksploatacije) što predstavlja 20% Qsr. Iz akumulacije Potpeć je do sada samo jednom 28.8 1980.god. ispušten garantovani proticaj, zbog radova na regulaciji Lima nizvodno od brane. Isticanje iz akumulacije je uvek bilo veće. Prema podacima iz najnovije vodoprivredne dozvole garantovani proticaj je povećan i iznosi $13,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Osnovni tehnički podaci o HE „Potpeć“ i dodatnom agregatu su:

Hidroelektrana

Ime	HE „Potpeć
Reka	Lim
Lokacija	9 km uzvodno od Priboja, kod sela Kalafati
Tip elektrane	pribranska
Broj agregata	3
Ulazak u pogon	1967. i 1970. (treći agregat)
Nominalni neto pad	37,6 m
Instalisani protok	$3 \times 55 \text{ m}^3/\text{s}$
Instalisana prividna snaga	60 MVA

Srednja godišnja proizvodnja ~223 GWh

Hidrološki podaci

Srednji višegodišnji proticaj	87,5 m ³ /s
Garantovani ekološki proticaj	13,9 m ³ /s
Površina slivnog područja	3605 km ²
Velike vode	
100-godišnja	1596 m ³ /s
1.000-godišnja	2525 m ³ /s
10.000-godišnja	3732 m ³ /s

Akumulacija

Kota normalnog uspora	435,60 mnm
Kota minimalnog uspora	423,60 mnm
Kota maksimalnog uspora	437,00 mnm
Kota ekstremno maksimalnog uspora (Q = 3300 m ³ /s)	438,30 mnm
Ukupna zapremina akumulacije (1967. god.)	47,0×10 ⁶ m ³
Korisna zapremina akumulacije (1967. god.)	29,0×10 ⁶ m ³
Ukupna zapremina akumulacije (2012. god.)	26,56×10 ⁶ m ³
Korisna zapremina akumulacije (2012. god.)	17,74×10 ⁶ m ³

Brana

Tip	gravitaciona betonska
Građevinska visina	46,0 m
Kota najnižeg temelja	392,90 mnm
Dužina u kruni	215,5 m
Kota krune	439,00 mnm
Kota krune preliva	425,68 mnm
Dizalica na kruni	portalna sa prepustom
Nosivost	2×10 t glavno i 2,5 t mehanizam sa polipom na prepustu
Pogon dizalice	elektromotorni

Preliv

Tip	površinski
Lokacija	u telu brane
Kapacitet preliva	3,320 m ³ /s
Broj prelivnih polja	3
Širina prelivnog polja	13,0 m
Kota praga preliva	425,01 mnm
Tip regulacionih zatvarača	segmentni
Dimenzije regulacionih zatvarača	13,0×10,94 m

Pogon regulacionih zatvarača

elektromotorni preko reduktora i galovih lanaca

Temeljni ispusti

Lokacija	ispod prelivnih polja brane
Kapacitet	240 m ³ /s
Broj	2
Dužina	39 m
Kota ose ispusta	400,50 mnm
Dimenzije poprečnog preseka	3,0×3,0 m/Ø2,7 m
Tip regulacionih zatvarača	tablasti, klizni
Broj regulacionih zatvarača za svaki ispust	1
Položaj regulacionih zatvarača	7,65 m od ulaza ispusta
Tip pomoćnih zatvarača	tablasti, klizni
Broj pomoćnih zatvarača za svaki ispust	1
Položaj pomoćnih zatvarača	6,15 m od ulaza ispusta
Dimenzije svetlog otvora regulacionih i pomoćnih zatvarača	3,0×3,0 m
Pogon regulacionih i pomoćnih zatvarača	uljnim servomotorm
Kota postavljanja servomotora	405,80 mnm
Tip remontih zatvarača	gredičasti
Broj remontnih zatvarača za svaki ispust	1
Položaj pomoćnih zatvarača	na ulazu ispusta
Dimenzije svetlog otvora remontnih zatvarača	3,0×3,0 m
Manipulacija remontnim zatvaračima	portalnom dizalicom na kruni brane

Ulazna građevina

Tip	betonska, polušestougaona
Lokacija	lamelle 6,7 i 8 brane
Broj ulaznih građevina	3
Dimenzije	visina 12,1 m, poluprečnik 4,85 m
Kota praga ulazne građevine	410,50 mnm
Tip rešetke	fina, ugrađena u polja betonske konstrukcije
Broj polja po rešetki	30
Svetli otvor između štapova rešetke	70 mm
Čišćenje rešetki	bez čistilice
Tip radnih zatvarača	tablasti sa točkovima, havarijski
Broj radnih zatvarača	po 1 za svaku ulaznu građevinu
Dimenzije svetlog otvora radnih zatvarača	3,8×5,0 m
Pogon radnih zatvarača	uljnim servomotorm
Kota postavljanja servomotora	433,50 mnm
Tip remontnog zatvarača	gredičasti
Broj remontnih zatvarača	1 set (dvodelni)

Dimenzije svetlog otvora remontnog zatvarača	3,8×6,0 m
Manipulacija remontnim zatvaračima	portalnom dizalicom na kruni brane

Dovodni cevovod

Tip	čelični, ubetonirani
Lokacija	lamelle 6,7 i 8 brane
Broj	3
Ukupna dužina	44 m
Prečnik kroz branu	4,0 m
Prelaz do kompenzacione spojnice	konfuzor Ø4000/Ø3800 mm, dužina 2,2 m
Kompenzaciona spojnica između brane i mašinske	DN 3800
Prelaz između kompenzacione spojnice i turbinske	konfuzor Ø3800/Ø3500 mm, dužina 2,5 m
Kota ose na nizvodnom kraju	397,90 mnm
Maksimalni statički pritisak	40,4 m
Porast pritiska pri brzom zatvaranju	20%
Nominalni protok	55 m ³ /s

Mašinska zgrada

Broj zgrada	1
Lokacija	na desnoj obali
Gabarit zgrade u osnovi	48,8×15,2 m
Tip turbina	Fransis, vertikalna
Proizvođač turbina	„Voest“ - Austrija i „Litostroj“ - Slovenija (treći agregat)
Protok turbina	55 m ³ /s
Nominalna snaga turbina	17,9 MW i 18,2 MW (treći agregat)
Broj obrtaja turbina	187,5 min ⁻¹
Kota ose radnog kola turbine	397,90 mnm
Tip generatora	vertikalni, sinhroni
Proizvođač generatora	„Rade Končar“, Hrvatska
Nominalna prividna snaga generatora	20 MVA
Nominalni napon generatora	8800 V
Nominalna struja generatora	1310 A
Faktor snage generatora	0,9
Zamajni moment generatora	1300 tm ²
Kota pristupnog puta	411,50 mnm
Kota montažnog prostora	401,10 mnm
Dizalica na krovu zgrade	portalna dizalica
Nosivost dizalice	100/15 t
Pogon dizalice	elektromotorni

Sifonski odvodi turbina

Broj odvoda	3
Širina sifona u osnovi	2×4,2 m
Dužina sifona	11,9 m
Dimenzije svetlog otvora na izlazu sifona	4,2×2,8 m
Tip sifonskog zatvarača	gredičasti
Broj	2 seta (dvodelna) za sve tri turbine
Manipulacija zatvaračima	sifonskom dizalicom
Tip sifonske dizalice	portalna
Nosivost dizalice	5 t
Pogon dizalice	elektromotorni i ručni

Plato blok transformatora i razvodna postrojenja

Lokacija platora	pored pristupnog puta naspram mašinske zgrade
Kota platoa	411,50 mnm
Tip transformatora	za spoljnu montažu
Proizvođač transformatora	„Elektrosrbija“- Srbija i „VEB transformatoren und Rontgenwerke“ - Nemačka (blok trafo trećeg agregata)
Nominalna snaga	20 MVA
Prenosni odnos transformatora	8 kV / 36,75 kV (blok trafo prvog agregata) 8 kV / 121 kV (blok trafo drugog i trećeg agregata)
Frenvenca transformatora	50 Hz
Sprega	YNd5
Priključenje blok trafoa prvog agregata	RP 35 kV
Lokacija	pored puta Priboj - Bistrica na koti 440,50 mnm
Priključenje blok trafoa drugog i trećeg agregata	RP 110 kV
Lokacija	na desnoj obali na koti 414,90 mnm

OBJEKTI I OPREMA DODATNOG AGREGATA

Ulazna građevina

Tip	čelična, polušestougaona
Lokacija	lamela 4 brane
Broj ulaznih građevina	1
Dimenzije	visina 21 m, poluprečnik 3,5 m
Kota praga ulazne građevine	418,10 mnm
Tip rešetke	fina, ugrađena u polja čelične konstrukcije
Broj polja po rešetki	60

Svetli otvor između štapova rešetke	75 mm
Tip radnih zatvarača	tablasti sa točkovima, havarijski
Broj radnih zatvarača	1
Dimenzije svetlog otvora zatvarača	Ø3,64 m
Pogon radnih zatvarača	uljnim servomotorm
Kota postavljanja servomotora	439,10 mnm

Dovodni cevovod

Tip	čelični, ubetonirani
Lokacija	lamela 4 brane, nizvodno lice brane, tunel uz desnoj obali
Broj	1
Deonica u lameli 4 brane	
Prečnik	2,8/3,2 m
Dužina	15,3 m
Kota ose cevovoda	420,90/420,70 mnm
Ulazni levak	Ø3640/Ø2800 mm, L= 1,4 m
Prelaz na nizvodnom delu deonice	difuzor Ø2,8/Ø3,2 m, L= 3,0 m
Prelaz na deonicu po licu brane	koleno R = 5,4 m, $\alpha = 50^\circ$
Deonica na nizvodnom licu brane	
Prečnik	3,2 m
Dužina	39,6 m
Kompezaciona spojnica	DN 3200
Prelaz na horizontalnu deonicu	Koleno R = 9,6 m, $\alpha = 50^\circ$
Horizontalna deonica u tunelu	
Prečnik	3,2 m
Dužina	75,3 m
Kota ose cevovoda	390,35 mnm
Uzvodno horizontalno koleno	R = 32 m, $\alpha = 2,2^\circ$
Nizvodno horizontalno koleno	R = 32 m, $\alpha = 2,2^\circ$
Prelaz do kompezacione spojnice	konfuzor Ø3,2/Ø2,7 m, L= 3,95 m
Kompezaciona spojnica	DN 2700

Mašinska zgrada

Tip	šahtna
Lokacija	oko 117 m od brane na desnoj obali
Gabarit zgrade u osnovi	19,2×20,7 m
Građevinska visina zgrade	29,2 m
Broj agregata	1
Tip turbine	Kaplan, vertikalna
Nominalni pad	36,4 m
Protok turbine	40 m ³ /s
Nominalna snaga turbina	13,3 MW

Broj obrtaja turbine	333,3 min ⁻¹
Kota ose radnog kola turbine	389,45 mm
Tip generatora	vertikalni, sinhroni
Nominalna prividna snaga generatora	15 MVA
Nominalni napon generatora	10,5 kV
Nominalna struja generatora	825 A
Faktor snage generatora	0,9
Zamajni moment generatora	260 tm ²
Dizalica na krovu zgrade	portalna dizalica
Nosivost dizalice	70/20 t
Pogon dizalice	elektromotorni
Tip transformatora	za spoljnu montažu
Nominalna snaga	15 MVA
Prenosni odnos transformatora	121 kV / 10,5 kV
Frekvenca transformatora	50 Hz
Sprega	YNd5
Priključenje blok trafoa agregata	RP 110 kV

Odvodni organi

Tip	tunelski
Dimenzija tunela	5,4×2,8 m
Dužina vade	27 m
Dimenzije svetlog otvora na izlazu sifona	5,40×2,79 m
Tip sifonskog zatvarača	stop-log
Broj	1 set (jednodelni)
Manipulacija zatvaračima	portalnom dizalicom na krovu mašinske zgrade

Proizvodnja električne energije

Srednja godišnja proizvodnja HE „Potpeć“ nakon rekonstrukcije, bez dodatnog agregata	224,8 GWh
Srednja godišnja proizvodnja HE „Potpeć“ nakon rekonstrukcije, sa dodatnim agregatom	240,1 GWh

3.2 Opis karakteristika planirane rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“

3.2.1 Tehničko rešenje hidrograđevinskih objekata

Stanje akumulacije Potpeć

Brana Potpeć formira akumulaciju sa kotom maksimalnog uspora 437,0 mnm., kota normalnog uspora iznosi 435,60 mnm, kota krune preliva 425,68 mnm, a kota minimalnog radnog nivoa 423,60 mnm. Dužina akumulacije uz glavni vodotok iznosi oko 17,0 km.

Snimanjem stanja zapremine akumulacije Potpeć (snimanjem poprečnih profila u zoni akumulacije i praćenjem promena u osmatranim profilima, ukupno 56 profila na dužini od oko 17 km, dobijeni su podaci o promeni ukupne i korisne zapremine akumulacije od puštanja u pogon hidroelektrane zaključno sa 2006.god (poslednje izvršeno snimanje), a čiji su rezultati prikazani u tabeli koja sledi.

Promena stanja zapremine akumulacije Potpeć od izgradnje zaključno sa 2006.god			
Period snimanja stanja zapremine akumulacije	Ukupna zapremina do KNU 437,00 mnm V_{ukupno}	Korisna zapremina akumulacije V_{kor}	"Mrtav" prostor do KminRN 423,60 mnm V_m
	(10^6 m^3)	(10^6 m^3)	(10^6 m^3)
Pocetno stanje zapremine akumulacije Potpeć	47	29	18
Stanje zapremine dobijeno snimanjem poprečnih profila akumulacije Potpeć 2006.god.(Snimanje izvršio LHE)	27.60	22.00	5.60
$\Delta V (10^6 \text{ m}^3)$	19.40	7.00	12.40
Zasutost akumulacije (%)	41.28	24.14	68.89

Aktuelno stanje zapremine akumulacije, 2006. godine je sledeće, ukupna zapremina $27,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ od čega je mrtvi prostor $5,6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Zapremina akumulacije pri maksimalnom usporu (KMU=437,0 mnm) iznosi $27,6 \times 10^6 \text{ m}^3$, pri normalnom radnom nivou (KNU=435,60 mnm) $23,5 \times 10^6 \text{ m}^3$, a korisna zapremina iznosi $22,0 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Trend zasipanja akumulacije (kao što se vidi iz tabele koja sledi) se vremenom smanjivao. Zasipanje tokom prvih 10 godina je iznosilo oko $1\,300\,000 \text{ m}^3$ godišnje.

Promena stanja zapremine akumulacije Potpeć između dva uzastopna snimanja stanja od izgradnje

	Period snimanja stanja zapremine akumulacije	V_{ukupno}	V_{kor}	V_m	ΔV_{ukupno}	ΔV_{kor}	ΔV_m
		(10^6 m^3)	(10^6 m^3)	(10^6 m^3)	(10^6 m^3)	(10^6 m^3)	(10^6 m^3)
1	Pocetno stanje zapremine akumulacije Potpeć	47	29	18			
2	Stanje zapremine dobijeno snimanjem poprečnih profila akumulacije Potpeć 1976.god.(Snimanje izvršio EPHI)	35.00	25.40	9.60	12.00	3.60	8.40
3	Stanje zapremine dobijeno snimanjem poprečnih profila akumulacije Potpeć 1981.god.(Snimanje izvršio EPHI)	31.00	23.30	7.70	4.00	2.10	1.90
4	Stanje zapremine dobijeno snimanjem poprečnih profila akumulacije Potpeć 1986.god.(Snimanje izvršio JČ i LHE)	29.90	23.10	6.80	1.10	0.20	0.90
5	Stanje zapremine dobijeno snimanjem poprečnih profila akumulacije Potpeć 1991.god.(Snimanje izvršio LHE)	31.30	23.60	7.70			
6	Stanje zapremine dobijeno snimanjem poprečnih profila akumulacije Potpeć 1999.god.(Snimanje izvršio LHE)	28.50	22.30	6.20	2.80	1.30	1.50
7	Stanje zapremine dobijeno snimanjem poprečnih profila akumulacije Potpeć 2006.god.(Snimanje izvršio LHE)	27.60	22.00	5.60	0.90	0.30	0.60

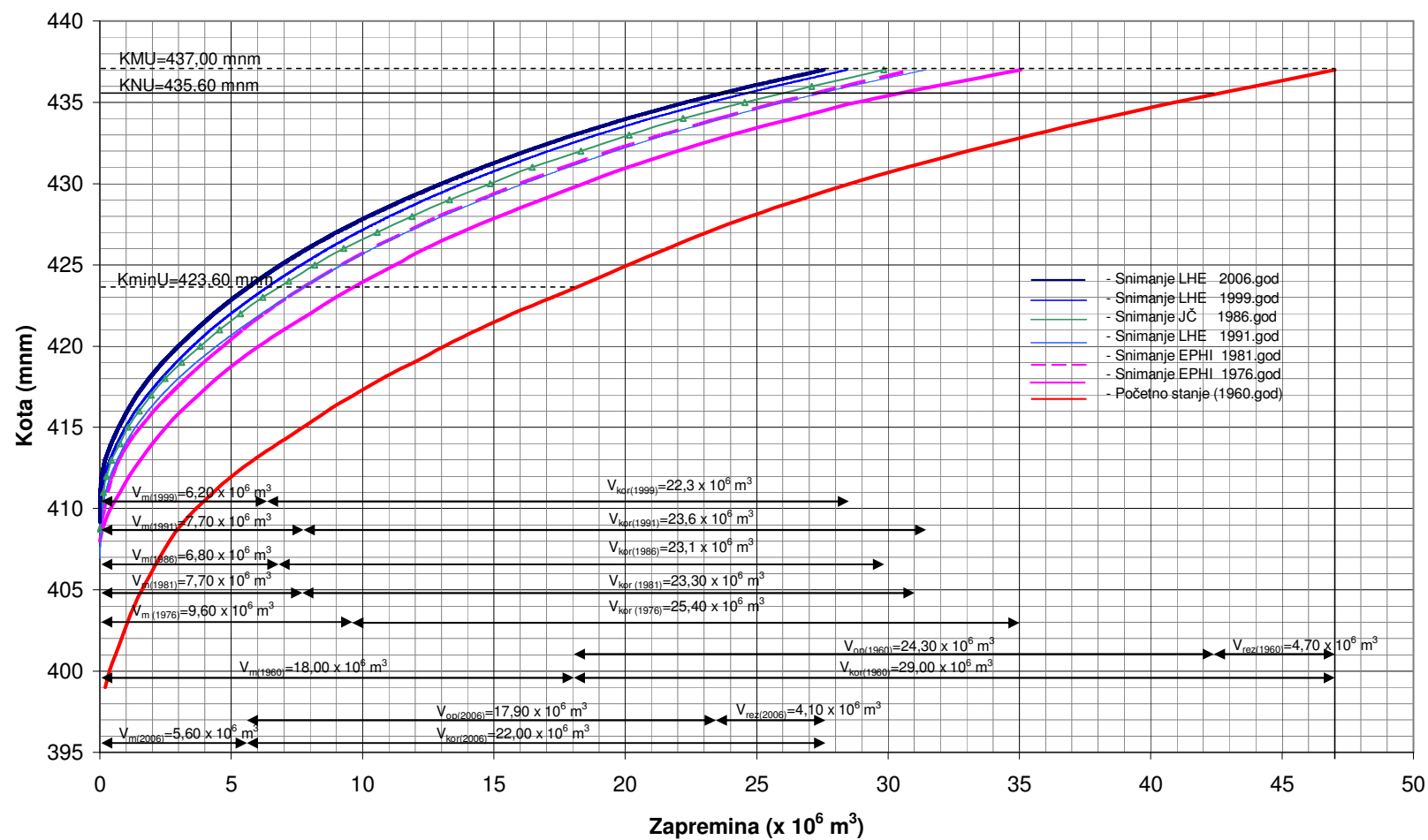
Problem površinskog nanosa je osnovni problem akumulacije Potpeć i posledica je mnogobrojnih smetlišta u zoni akumulacije (na obali akumulacije). Plutajući nanos direktno utiče na smanjenje proizvodnje električne energije i izaziva zagađenje vode, što prouzrokuje značajne materijalne gubitke Elektroprivrede Srbije.

Kratkoročne mere zaštite se odnose na uklanjanje plutajućeg nanosa iz akumulacionog jezera, redovno održavanje i čišćenje rešetki ulaznih građevina, dok se dugoročne mere zaštite odnose na nasprečavanje unošenja komunalnog otpada u vodotoke i smanjenje zagađenja, sanacijom postojećih smetlišta i izgradnjom sanitarnih deponija.

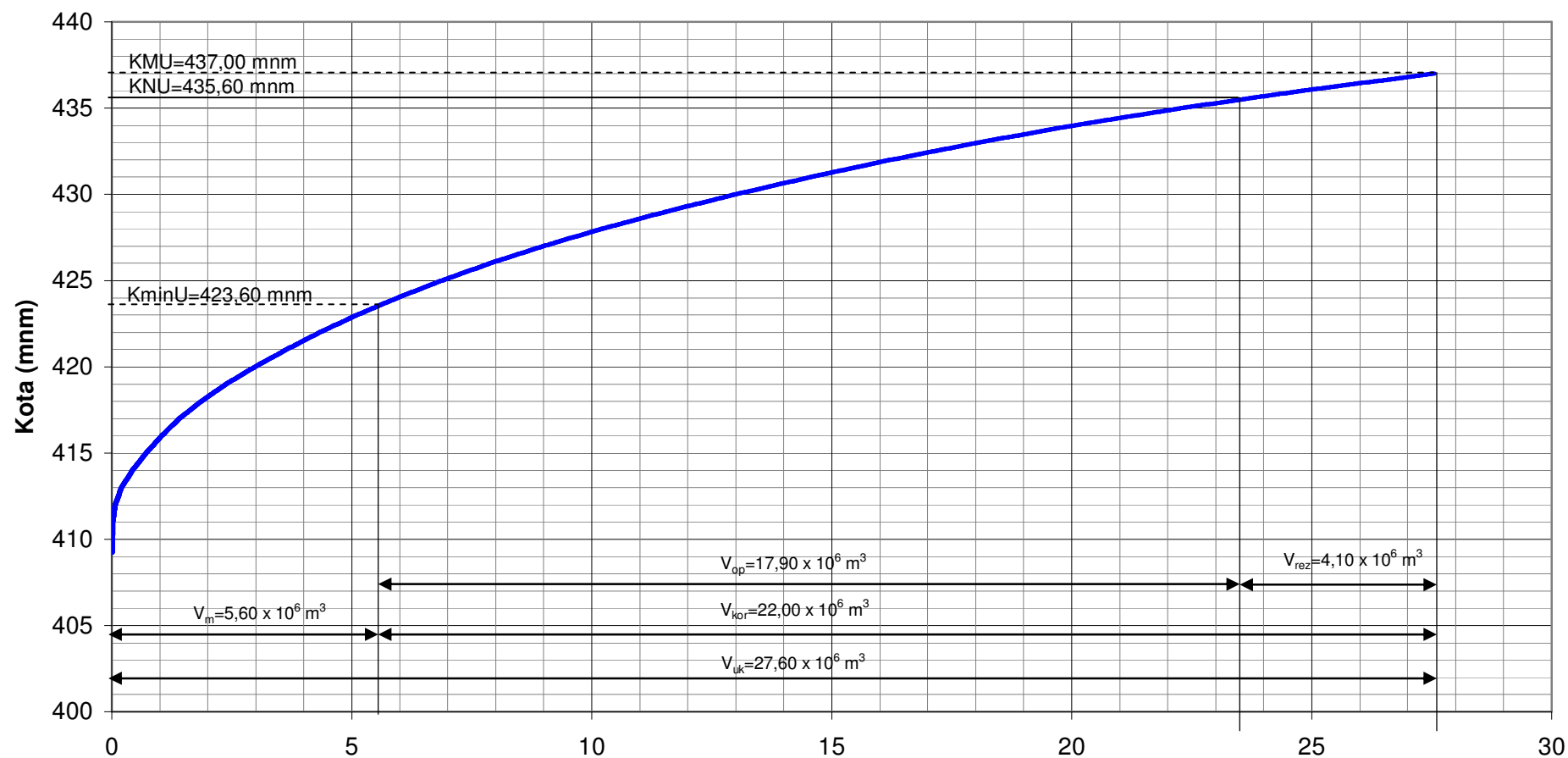
Aktivna i povremeno aktivna klizišta po obodu akumulacije su geodetski snimljena, ali ni jedno od njih se ne osmatra. Dosadašnja klizišta nisu ugrožavala branu i akumulaciju, osim što su je zapunjavala. Aktivna i povremeno aktivna klizišta po obodu akumulacije ugrožavaju objekte i poljoprivredne površine, a manja školjkanja samo poljoprivredne površine. Na levoj obali uzvodno od brane registrovano je klizište čiji se delovi povremeno aktiviraju. S obzirom da je u fazi istraživanja 1957. do 1961. god. nožica ovog klizišta registrovana na koti 400 mm, čelo iznad kote 475 mm, a dubina je tada iznosila do 20 m, ono može ugroziti branu i temeljni ispušt, ako se naglim ispuštanjem aktiviraju delovi ili cela nestabilna padina. Iz prethodno navedenog se može zaključiti da pražnjenje akumulacije odnosno snižavanje nivoa u akumulaciji treba vršiti postupno, pažljivo, prema postojećem programu pražnjenja akumulacije Potpeć, koji je za potrebe pražnjenja akumulacije potpeć 1999.god. uradio Energoprojekt.

U nastavku su date promene krive zapremine akumulacije Potpeć kroz vreme dobijene na osnovu snimanja poprečnih profila u zoni akumulacije i proračuna stanja zapremine akumulacije na osnovu njih, kao i aktuelna kriva zapremine akumulacije Potpeć.

Krive zapremine akumulacije Potpeć na reci Lim (Prikaz promene zapremine akumulacije od početka eksploatacije do 2006.god)



Kriva zapremine akumulacije Potpeć (Aktuelno stanje snimljeno 2006.god)



Donja voda HE Potpeć

Kao relevantni podaci za proračun pada pri kom se energetske prerađuje iskoristivi vodni potencijal reke Lim u HE Potpeć, u ovom projektu su korišćene kote donje vode iz projektovane krive donje vode koja je data u prilogu. Na dijagramu je prikazana i kriva donje vode dobijena na osnovu tabelarno date zavisnosti između protoka i kote donje vode kojoj odgovaraju i najnoviji podaci dobijeni od Investitora u obliku krive proticaja donje vode rekonstruisane iz podataka redovnog osmatranja protoka i nivoa donje vode.

Hidroelektrana Potpeć je završena i puštena u pogon 1967.godine, međutim projektovana snaga nije dostignuta zbog povišene kote donje vode za koju se pretpostavlja da je izazvana postojanjem praga u rečnom koritu koji je formiran tokom rada preliva i onemogućava dostizanje projektovanog pada hidroelektrane. Kako evakuacione organe čine tri prelivna polja sa radijalnim ustavama i ski odskokom i dva temeljna ispusta sa tablastim zatvaračima i izlazom nizvodno u zoni ski odskoka, radom preliva i temeljnih ispusta deo materijala iskopan u rečnom koritu u zoni dometa mlaza vode odbačenog ski odskokom se deponuje neposredno nizvodno u rečnom koritu oko 200 m nizvodno od brane Potpeć gde je formiran prag na prethodno opisan način. Ovaj prag je velikim delom uklonjen bagerisanjem korita (2008.god.), odnosno nasutog materijala koji je formirao prag.

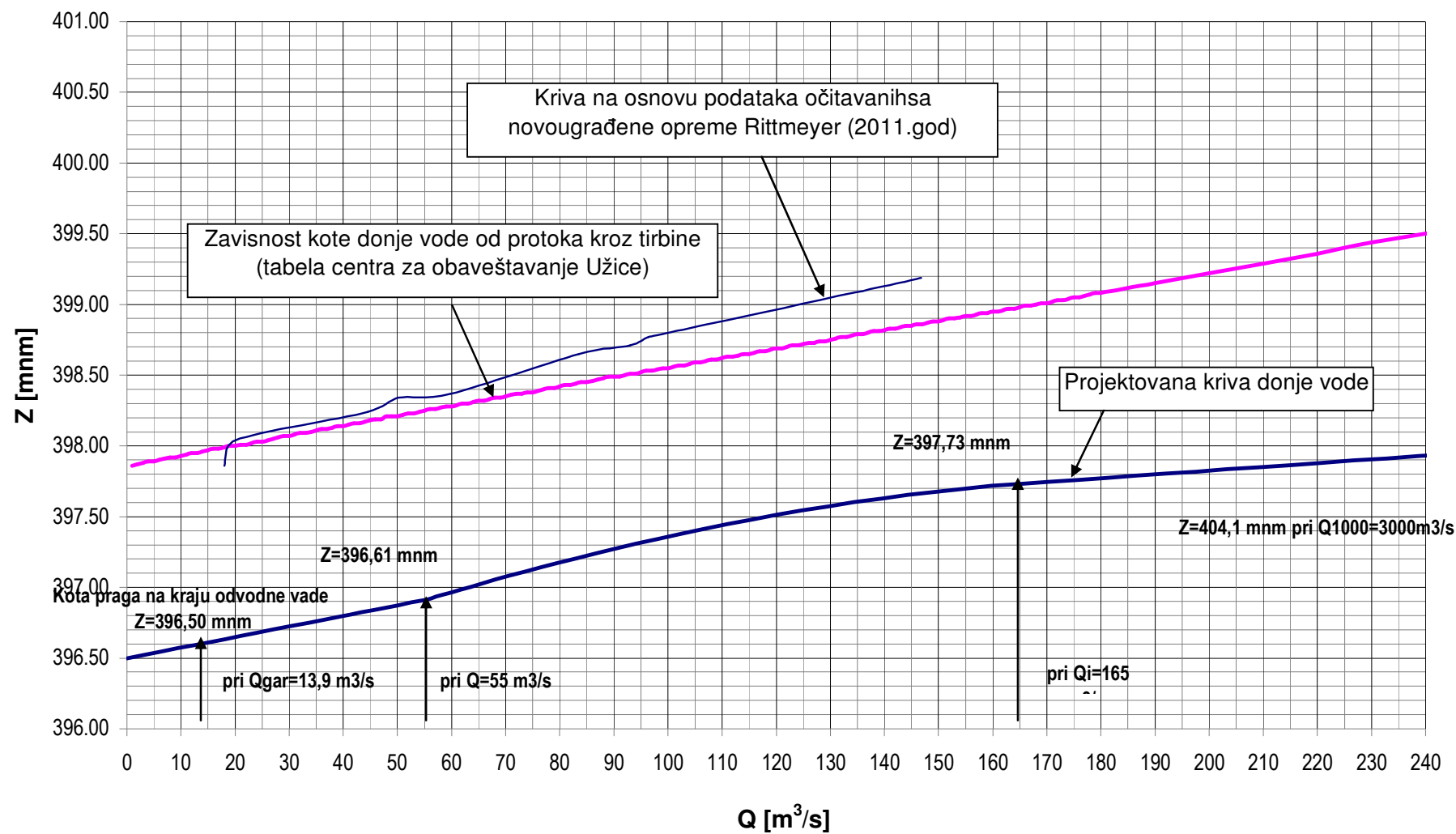


Za potrebe utvrđivanja stvarnog stanja rečnog korita nizvodno od brane Potpeć, odnosno stvarne aktualne krive donje vode HE Potpeć, kao i za potrebe predviđanja eventualnih mera za spuštanje kote donje vode na projektovane kote, u toku je snimanje poprečnih profila rečnog korita nizvodno od brane Potpeć. Snimanje sadašnjeg stanja rečnih profila omogućice tariranje modela i proračun linije nivoa nizvodno od brane pri različitim protocima i dobijanje aktuelne krive donje vode HE Potpeć. Nakon toga će biti moguće utvrditi šta treba uraditi da bi se koda donje vode spustila na projektovanu vrednost, kako bi se povećao pad i proizvodnja električne energije.



Iz krive proticaja nizvodno od HE Potpeć (kriva donje vode) date u nastavku se vidi da su sadašnji nivoi donje vode znatno iznad projektovanih koda (više od 1 m).

Kriva donje vode HE Potpeć reka Lim



Analiza mogućnosti povećanja kote normalnog uspora radi povećanja proizvodnje na osnovu povećanja pada i snage agregata – hidrograđevinski deo

Studijom „Modernizacije i mogućnosti povećanja snage i proizvodnje Limskih hidroelektrana“, HE Potpeć, koja je usvojena na Stručnom savetu JP Elektroprivreda Srbije, održanom 31.08.2009.godine u Beogradu, predviđeno je da se povećanje proizvodnje HE Potpeć realizuje pored povećanja instalisanog protoka postojećih turbina i povećanjem kote normalnog uspora u akumulaciji za 0,5 m.

U Idejnom projektu rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE Potpeć sagledana je mogućnost povećanja snage i proizvodnje postojećih hidroagregata povećanjem pada hidroelektrane podizanjem kote gornje vode (KGV=KNU) sa dosadašnjih 435,60 mnm na 436,10 mnm.

Samo povećanje kote normalnog uspora (KNU) bez dodatnih ulaganja (povećanja visine radijalnih ustava) nije moguće, jer sadašnja kota normalnog uspora iznosi 435,60 mnm, a vrha radijalnih ustava iznosi 435,95 mnm.

Povećanje kote normalnog uspora za 0,5 m, ne zahteva nadvišenje kote krune brane odnosno dodatne građevinske radove, već samo nadvišenje postojećih radijalnih ustava na prelivnim poljima, što je opisano u mašinskom delu projekta. S obzirom da nadvišena kota uspora iznosi 436,10 mnm, a da je kota maksimalnog uspora 437,00 mnm (nepromenjena) pri kojoj je kapacitet preliva $3000 \text{ m}^3/\text{s}$, da je kota krune brane 439,00 mnm i da je uravljavanje akumulacijom pri nailasku velikih voda definisano vodoprivrednom dozvolom, nema potrebe za nadvišenjem kote krune brane.

Povećanje KNU na 436,10 mnm postiglo bi se nadvišenjem postojećih sektorskih ustava na prelivnim poljima, čime bi se omogućilo održavanje KNU = 436,10 mnm, a čime se postiže povećanje kote gornje vode za 0,5 mnm u odnosu na sadašnju kotu 435,60 mnm.

Analizom stabilnosti je utvrđeno da povećanje kote normalnog uspora za pola metra ne ugrožava stabilnost i funkcionalnost objekta.

Ovim nadvišenjem ustave, bez izmene kote krune preliva ne remete se uslovi evakuacije velikih voda preko preliva.

Povišenje KNU za 0,5 m (sa 435,60 na 436,10) na profilu brane HE Potpeć prouzrokuje izvesni (<0,5 m) gubitak pada HE Bistrica ($Q_{\text{inst}} = 2 \times 18 \text{ m}^3/\text{s}$) i u izvesnoj meri poboljšati kavitacione uslove rada turbina, ali neće bitno uticati na uslove tečenja u odvodnoj vadi.

Za potrebe sagledavanja efekata povećanja kote normalnog uspora za pola metra u odnosu na projektovanu (Vodoprivrednom dozvolom prihvaćenu KNU), urađen je proračun proizvodnje električne energije (za sadašnje uslove pre revitalizacije i uslove posle revitalizacije) za projektovanu i nadvišenu kotu, odnosno padove koji su posledica ovih nivoa u akumulaciji.

Proizvodnja električne energije u HE Potpeć u uslovima pre revitalizacije za KNU=435,60mn i za pola metra povišenu kotu normalnog uspora KNU=436,10mm:

U sadašnjim uslovima HE Potpeć energetski prerađuje dotoke reke Lim, na tri vertikalne Fransis turbine, sa $Q_i = 3 \cdot 55 = 165 \frac{m^3}{s}$ na bruto padu od 37,87 m.

Na osnovu krive trajanja dnevnih dotoka u profilu brane Potpeć (sa dotokom iz HE Bistrica) dobija se moguća proizvodnja HE Potpeć.

	Proračun moguće proizvodnje električne energije pre revitalizacije agregata HE Potpeć sa povećanjem kote normalnog uspora na 436,10 mnm	Proračun moguće proizvodnje električne energije pre revitalizacije agregata HE Potpeć bez povećanjem kote normalnog uspora
	$Q = 165 \frac{m^3}{s}$	$Q = 165 \frac{m^3}{s}$
Kota gornje vode KGV (mnm)	436.1	435.6
Kota donje vode KDV (mnm) (sa projektovane krive KDV)	397.73	397.73
Gubitak na dovodu (m)	0.623	0.623
Neto pad (m)	37.747	37.247
Stvarno iskoristiva zapremina dotekle vode $V_{stvarisk} (m^3)$	2443466392	2443466392
Koeficijent korisnog dejstva na pragu elektrane	0.86	0.86
Moguća godišnja proizvodnja E (GWh/god)	216.1330579	213.2701409

Dobit od izdizanja kote normalnog uspora akumulacije Potpeć za 0,5 m (sa kote 435,60 mnm na 436,10 mnm)	
$\Delta E (GWh / god)$	2.862917026

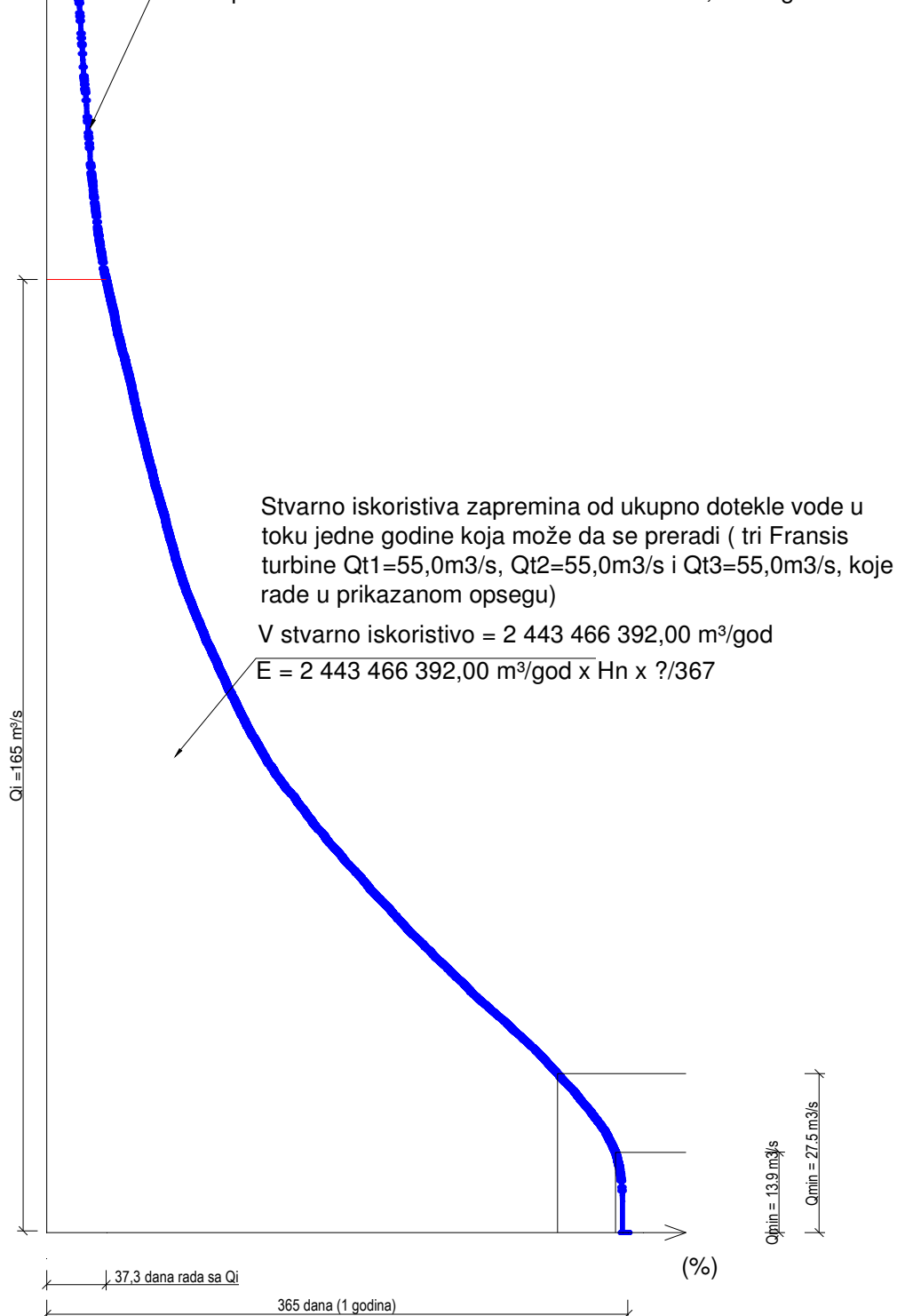
Proizvodnja dobijena prethodnim proračunom je u skladu sa podacima o proizvodnji dobijenoj sa hidroelektrane, samo je nešto veća od podatka dobijenog sa elektrane, jer je u proračunu korišćenja projektovana kriva donje vode, a kako se vidi sa priloženog dijagrama krive donje vode, kriva donje vode koju koriste u elektrani za preračunavanje pada je za oko 1,2 m viša od projektovane. .

Kriva trajanja dnevnih dotoka na profilu brane Potpec na reci Lim sa dotokom i iz HE Bistrice

Q (m³/s)

Kriva trajanja na osnovu tabelarno prikazanih vrednosti
dnevnih dotoka dobijenih merenjem

V ukupno dotekle vode vodotoka = 2 726 629 870,00 m³/god



Proizvodnja električne energije u HE Potpeć u uslovima posle revitalizacije za KNU=435,60mn i za pola metra povišenu kotu normalnog uspora KNU=436,10mnm:

U tabeli u nastavku su dati rezultati proračuna proizvodnje električne energije posle revitalizacije agregata usvojene u mašinskom delu projekta i uticaj povećanja za pola metra kote normalnog uspora u akumulaciji. U tabeli je takođe data i proizvodnja dodatnog agregata na HE Potpeć pri obezbeivanju garantovanog ekološkog protoka u periodu kada agregati HE Potpeć ne rade, kao i proizvodnja sva tri agregata HE Potpeć i dodatnog agregata punim kapacitetom.

Proračun moguće proizvodnje električne energije posle revitalizacije agregata HE Potpeć sa povećanjem kote normalnog uspora na 436,10 mnm						
	$Q = 13,9 \frac{m^3}{s}$	$Q = 25,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 60,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 120,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 180,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 215,0 \frac{m^3}{s}$
Kota gornje vode KGV (mnm)	436.1	436.1	436.1	436.1	436.1	436.1
Kota donje vode KДВ (mnm) (sa projektovane krive KДВ)	396.5	396.7	396.92	397.5	397.78	397.87
Gubitak na dovodu (m)	0	0.140495868	0.809256198	0.809256198	0.809256198	0.809256198
Neto pad (m)	38.1	39.25950413	38.3707438	37.7907438	37.5107438	37.4207438
Stvarno iskoristiva zapremina dotekle vode $V_{stvar\ isk} (M^3)$	428925393.4	711504320.5	1512232216	2174394586	2437997892	2559718495
Koeficijent korisnog dejstva na pragu elektrane	0.836	0.71	0.88	0.88	0.88	0.88
Moguća godišnja proizvodnja E (GWh/god)	37.22604921	54.03991236	139.1346538	197.0336514	219.2833258	229.6789689

Proračun moguće proizvodnje električne energije posle revitalizacije agregata HE Potpeć bez povećanjem kote normalnog uspora						
	$Q = 13,9 \frac{m^3}{s}$	$Q = 25,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 60,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 120,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 180,0 \frac{m^3}{s}$	$Q = 215,0 \frac{m^3}{s}$
Kota gornje vode KGV (mnm)	435.6	435.6	435.6	435.6	435.6	435.6
Kota donje vode KДВ (mnm) (sa projektovane krive KДВ)	396.5	396.7	396.92	397.5	397.78	397.87
Gubitak na dovodu (m)	0	0.140495868	0.809256198	0.809256198	0.809256198	0.809256198
Neto pad (m)	37.6	38.75950413	37.8707438	37.2907438	37.0107438	36.9207438
Stvarno iskoristiva zapremina dotekle vode $V_{stvar\ isk} (M^3)$	428925393.4	711504320.5	1512232216	2174394586	2437997892	2559718495
Koeficijent korisnog dejstva na pragu elektrane	0.836	0.71	0.88	0.88	0.88	0.88
Moguća godišnja proizvodnja E (GWh/god)	36.73751838	53.35167249	137.3216233	194.4267478	216.3603856	226.6100966

Dobit od izdizanja kote normalnog uspora akumulacije Potpeć za 0,5 m (sa kote 435,60 mnm na 436,10 mnm)						
$\Delta E_{god} \left(\frac{GWh}{god} \right)$	0.488530829	0.688239874	1.81303045	2.60690359	2.922940252	3.06887231

Sníženje kote donje vode

Povećanje pada, a samim tim i povećanje snage i proizvodnje hidroelektrane postiže se i snižavanjem kote donje vode.

Pročišćavanje rečnog korita nizvodno od HE Potpeć je obavezno, kako bi se obezbedili projektovani nivoi donje vode, a samim tim i povećanje pada sa kojim radi elektrana u odnosu na dosadašnje stanje.

Mera daljeg sniženja nivoa donje vode u odnosu na projektovanu nije tehnički racionalna, s obzirom na limite koje diktiraju kavitacijski uslovi rada revitalizovanih turbina.

Način korišćenja akumulacije Potpeć sa novom kotom uspora sa aspekta vodoprivrede

Važećom Vodoprivrednom dozvolom (u vreme izrade Projekta rekonstrukcije) izdatom 13.02.2007 godine od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republička direkcija za vode, propisan je sledeći način rada akumulacije Potpeć (navode se samo tačke u kojima su definisane kote rada akumulacije i proticaji, ostali uslovi rada se mogu videti iz važeće vodoprivredne dozvole

1. Da se, PD Drinsko-Limske hidroelektrane d.o.o Limske HE, Nova Varoš, pridržava režima koji je definisan kotama:
 - Kota minimalnog uspora u akumulaciji 423,60 mnm
 - Kota normalnog uspora u akumulaciji 435,60 mnm
 - Kota maksimalnog uspora u akumulaciji 437,00 mnm
2. Da zahvatane vode koristi vodeći računa o sledećem:
 - Kada je proticaj u reci Lim na HS Prijepolje manji od 140 m³/s nivo vode u profilu brane Potpeć može biti na koti normalnog uspora 435,60 mnm.
 - Kada je proticaj u reci Lim na HS Prijepolje veći od 140 m³/s nivo vode spustiti na kotu 430,00 mnm, osim ako ne postoji pouzdana prognoza da proticaj nije u porastu.
 - Proticaje do 165 m³/s treba propuštati kroz turbine.
 - Proticaj preko 165 m³/s mogu se ispuštati i kroz temeljne ispuste, tako da ne budu veći od proticaja kroz turbine.
3. Radi normalnog održavanja zahvatnih organa, može se vršiti pražnjenje akumulacije Potpeć do kote 420,00 mnm, dok za eventualne izmene kota minimalnog i maksimalnog nivoa treba pribaviti odgovarajuće dozvole nadležnih organa, koja će se izdati po posebnom zahtevu na osnovu zakonom utvrženog postupka. Za pražnjenje i ispiranje akumulacije ispod kote 420,00 mnm potrebno je pribaviti posebne vodoprivredne uslove i vodoprivrednu saglasnost od nadležnog JVP u skladu s odredbama čl.15 st. 1 tač.12 Zakona o vodama.
4. Da se konstantno ispušta i održava garantovani minimalni proticaj u količini od

$$Q_{gar} = 13,9 \frac{m^3}{s}$$
 u vodotok reke Lim.
5. Da se svi izgrađeni objekti koriste u svemu prema postojećoj revidovanoj tehničkoj dokumentaciji i prema tehničkoj dokumentaciji o načinu korišćenja Limskih HE.

U toku izrade Studije od Investitora je dobijena nova Vodoprivredna dozvola koja je priložena u Studiji.

Povećanje kote normalnog uspora za 0,5 m u odnosu na dosadašnju kotu, potvrđenu važećom vodoprivrednom dozvolom, zahteva pribavljanje nove vodoprivredne dozvole sa izmenjenim uslovima.

Povećanje kote normalnog uspora za 0,5 m u odnosu na dosadašnju kotu, nema negativnog uticaja na okolinu i ne ugrožava naseljena mesta u okolini akumulacije, kao ni povećanje kote uspora pri nailasku velikih voda u odnosu na dosadašnje stanje u koliko se hidroelektranom Potpeć upravlja, odnosno u koliko elektrana radi, u skladu sa vodoprivrednom dozvolom - propisanim načinom rada hidroelektrane i upravljanjem akumulacijom Potpeć (videti prethodno navedeni uslov pod tačkom 3 drugi paragraf).

Problemi koji su se javljali i u dosadašnjem radu HE Potpeć sa projektovanim kotom normalnog uspora $KNU = 435,6mnm$ (plavljenje domaćinstava na repu akumulacije, odnosno povećanje nivoa vode iznad nivoa koji su se javljali u prirodnom stanju) su bili posledica samo ne pridržavanja vodoprivrednom dozvolom propisanog načina rada hidroelektrane, odnosno upravljanjem akumulacijom Potpeć suprotno preporukama iz vodoprivredne dozvole.

Proračun stabilnosti i provera napona u temeljnoj spojnici brane

Zbog sagledavanja sigurnosti brane HE Potpeć za uslove nadvišene kote normalnog uspora u akumulaciji izvršena je provera generalne stabilnosti objekta na klizanje, prevrtanje i isplivavanje, kao i napona u temeljnoj spojnici brane u obimu koji je primeren ovoj fazi izrade projektne dokumentacije.

Proračunom su kontrolisane najdublje fundirane lamele - neprelivna lamela br. 7 i prelivna lamela br. 10. Razmatrane su provere stabilnosti za osnovnu kombinaciju opterećenja, slučaj pojave katastrofalno velikih voda i seizmičku kombinaciju sa dva nivoa inteziteta opterećenja zemljotresom (intezitet zemljotresnog opterećenja prema „Glavnom Projektu He Potpeć“ iz 1961.god. i prema savremenim analizama seizmičkih opterećenja). Uradjen je proračun stabilnosti pri aktuelnom režimu rada brane, tj za aktuelnu kotu normalnog uspora akumulacije (KNU=435,6mm), kao i za uslove nadvišenja normalne kote akumulacije za 0,5m (KNU=436,1mm).

Proračun je sproveden sa intezitetom uzgona u skladu sa dosadašnjim oskultacionim merenjima na pijeziometrima uz pretpostavku da će se održavati na tom nivou i ubuduće. Pretpostavljena je visina nanosa u akumulaciji na samom mestu brane. Sagledan je uticaj povećanja kote normalnog uspora akumulacije na stabilnost brane koju ona ostvaruje u trenutnom eksploatacionom režimu.

Nakon svih izvršenih provera i analiza zaključeno je da povećanje kote normalnog uspora akumulacije za 0,5m u uslovima u kojima se sada objekat nalazi, ne ugrožava stabilnost brane HE Potpeć.

Za potvrdu ovakvog zaključka (verifikacija pretpostavki pod kojima je proračun izvršen) i povećanje kote normalnog uspora akumulacije za 0,5m, potrebno je obezbediti sledeće:

Injekcioni i drenažni sistem treba redovno održavati kako bi se obezbedila efikasnost sistema na dosadašnjem nivou.

Izmeriti visinu nanosa neposredno u zoni brane i time verifikovati ulazni podatak korišćen u proračunu, čime bi se potvrdio i navedeni zaključak. Visinu nanosa potrebno je pratiti tokom vremena uz provere uticaja eventualnog povećanja opterećenja nanosom na sigurnost objekta He Potpeć.

Statički proračun zida na delu oslanjanja radijalnih ustava

Pored proračuna stabilnosti objekta, izveden je i statički proračun postojeće betonske konstrukcije za rešenje rekonstrukcije segmentnih ustava preliva brane, a u obimu koji je u skladu sa ovom fazom izrade projektne dokumentacije. Sa obzirom na nadvišenje segmentnih ustava za 0,5m i povećanje sile od opterećenja vodom koju ustave prenose na zid (za oko 10%), izvršena je provera dimenzionisanja armature zida na delu oslanjanja radijalnih ustava. Integracijom glavnih napona zatezanja u zidu pokazano je da je postojeća armatura veća od potrebne, tj da je zid dimenzionisan tako da može da primi povećano opterećenje usled povišene kote normalnog uspora akumulacije za 0,5m.

3.2.2 Tehničko rešenje mašinske opreme

Mašinski deo Idejnog projekta obuhvatio je revitalizaciju Fransijske turbine, rešetke na turbinskim dovodima, radijalnih ustava preliva i pomoćne opreme rashladnog sistema agregata.

Fransis Turbine

Na osnovu analize mogućnosti povećanja snage i protoka postojećih hidroagregata HE „Potpeć“, a na osnovu hidroloških uslova rada hidroagregata i podataka o postojećim hidrauličkim turbinama, revitalizovane Fransis turbine imaju sledeće tehničke karakteristike:

turbine “A” i “B”

prečnik radnog kola, D_1	2,600 mm
nominalni broj obrtaja, n	187.5 min ⁻¹
računski neto pad po snazi, H_{rP}	38.20 m
računski neto pad po protoku, H_{rQ}	37.42 m
nominalni neto pad za postojeće turbine, H_n	37.60 m
maksimalni neto pad, H_{max} ($Q=25$ m ³ /s)	38.97 m
minimalni neto pad, H_{min}	23.59 m
instalirani protok, Q_i	60 m ³ /s
kota ose radnog kola, KOK	397.90 mnm
dopuštena visina sisanja pri radu jedne turbine, H_s	0.65 m
koeficijent kavitacijske rezerve K_σ	1.16
stepen korisnosti pri instalisanom protoku, η_i	90.50 (%)
maksimalni stepen korisnosti, η_{max}	93.90 (%)
nominalna snaga turbine ($Q_i=60$ m ³ /s i $H_{rQ}=37.42$ m), $P_{t,n}$	19,927 kW
maksimalna snaga turbine ($Q_i=60$ m ³ /s i $H_{rP}=38.20$ m), $P_{t,max}$	20,433 kW

turbina “C”

prečnik radnog kola, D_1	2,800 mm
nominalni broj obrtaja, n	187.5 min ⁻¹
računski neto pad po snazi, H_{rP}	38.20 m
računski neto po protoku, H_{rQ}	37.42 m
nominalni neto pad za postojeće turbine, H_n	37.60 m
maksimalni neto pad, H_{max} ($Q=25$ m ³ /s)	38.97 m
minimalni neto pad, H_{min}	23.59 m
instalirani protok, Q_i	60 m ³ /s
kota ose radnog kola, KOK	397.90 mnm
dopuštena visina sisanja pri radu jedne turbine, H_s	0.65 m
koeficijent kavitacijske rezerve K_σ	1.34
stepen korisnosti pri instalisanom protoku, η_i	91.20 (%)
maksimalni stepen korisnosti, η_{max}	92.90 (%)
nominalna snaga turbine ($Q_i=60$ m ³ /s i $H_{rQ}=38.20$ m), $P_{t,n}$	20,087 kW
maksimalna snaga turbine ($Q_i=60$ m ³ /s i $H_{rP}=37.42$ m), $P_{t,max}$	20,528 kW

Radno kolo turbine

Na svim turbinama biće ugrađena nova radna kola koja treba da obezbede eksploataciju turbina sa većim instaliranim protocima, stepenima korisnosti i kavitacijom koja je u granicama propisanim standardima i preporukama. Nova radna kola biće izrađena od kvalitetnog nerđajućeg čelika (sa sadržajem Cr 15% i Ni 4%), koji omogućava popravke od kavitacionih oštećenja, bez prethodnog predgrevanja materijala.

Konusni deo sifona

Na svim turbinama ugradiće se novi konusi sifona, izmenjene geometrije u odnosu na postojeći, zbog izmene geometrije radnih kola.

Lopatice sprovodnog aparata

Lopatice sprovodnog aparata se zadržavaju uz revitalizaciju istih. Radovi na revitalizaciji lopatica sprovodnog aparata obuhvataju:

peskarenje,

fabrička ispitivanja bez razaranja,
popravka svih prslina, kavitacionih i/ili erozionih oštećenja,
oblaganje rukavaca ležajeva, čeonih i dodirnih površina lopatica nerđajućim čelikom.
Eventualna zamena pojedinih lopatica novim moguća je ako su oštećenja tolika da ih nije moguće adekvatno revitalizovati.

Turbinski poklopac

Postojeći gornji turbinski poklopac kod svih turbina tipa biće revitalizovan i prilagođen u skladu sa izmenjenim parametrima turbine, rekonstrukcijom turbinskog ležaja i ugradnjom nove zaptivače vratila. Takođe, predviđa se i ugradnja novih samopodmazujućih ležajeva lopatica sprovednog aparata, izrađenih od materijala na bazi teflona, podmazivanih vodom. Sistem za podmazivanje ležajeva lopatica se ukida.

Donji poklopac se kod turbine A/B zamenjuje se novim, sa geometrijom koja će odgovarati novom radnom kolu i novim konusnim delom sifona, izmenjene geometrije. U poklopac će se ugraditi novi donji labirintski prsten kao i samomazne čaure za uležištenje donjih rukavaca lopatica sprovednog aparata.

Kod turbine C donji poklopac se zadržava, s tim što se predviđa ugradnja novog donjeg labirinskog prstena i samomaznih čaura za uležištenje donjih rukavaca lopatica sprovednog aparata.

Turbinsko vratilo

Turbinska vratila se zadržavaju uz revitalizaciju istih. Radovi na revitalizaciji turbinskih vratila obuhvataju:

fabrička ispitivanja bez razaranja i
popravku rukavaca i zaptivnih površina.

Zaptivača vratila

Za oba tipa turbina se predviđa zamena zaptivača vratila novim, aksijalnog tipa sa segmentima na bazi grafita sa teflonom i metalom. Predviđa se i ugradnja remontnih zaptivača vratila sa prstenastim crevima od gume, sa dovodom vazduha.

Vodeći ležaj turbine

Kod sve tri turbine će se, umesto ležaja prstenastog tipa, primeniti ležajevi segmentnog tipa sa samopodešavanjem i prevlakama ležajeva na bazi teflona armiranog bronzanim mrežama. Za delove ležaja koji se zadržavaju predviđena je revitalizacija i eventualna prilagođenja.

Noseći ležaj agregata

Noseći ležaji se zadržavaju uz revitalizaciju istih. Radovi na revitalizaciji nosećih ležaja obuhvataju: peskarenje delova ležaja sa antikorozijskom zaštitom,

ispitivanja bez razaranja,

popravku svih oštećenja na osnovnom metalu i zavarenim spojevima,

zamena istrošenih delova (elastičnih oslonaca segmenata i zavrtnjeva za podešavanje).

Osim toga, na habajuće površine segmenata ležajeva primeniće se prevlake na bazi teflona armiranog bronzanim mrežama.

Na ležaju će biti ugrađeni novi instrumenti za merenje temperatura metala i metalne konstrukcije kao i nivoa ulja. Hlađenje ulja u ležistu biće, kao i do sada, preko hladnjaka koji će koristiti vodu iz rashladnog sistema za kompletan agregat.

Elementi kinematike sprovednog aparata

Na oba tipa turbina predviđa se revitalizacija postojećeg regulacijskog prstena i kinematskog poluzja sprovednog aparata sa ugradnjom novih kliznih radijalnih i aksijalnih sektora za uležištenje

regulacijskog prstena, ležajnih čaura i osovinica od nerđajućeg čelika u spojne elemente kinematike. Radovi pri revitalizacije bi obuhvatili:

peskarenje

ispitivanja bez razaranja

popravka svih oštećenja na osnovnom metalu i zavarenim spojevima i eventualna zamena pojedinih delova

Delovi u betonu

Radovi koji se odnose na delove u betonu obuhvataju

peskarenje,

kontrolu stanja metala i zavarenih spojeva,

sanaciju metala i zavarenih spojeva,

korekciju forme izlaznih ivica potpornih lopatica radi smanjenja frekvencije hidrauličke pobude pri povećanim protocima i eventualne izmene izlaznog ugla,

kontrolu prionjivosti obloge turbinske jame i obloge kolena sifona sa betonom pomoću ultrazvučne i akustičke metode,

injektiranje obloga, po potrebi,

finalna antikorozijska zaštita unutrašnjih površina.

Monitoring sistemi

Modernizacija rada turbine i agregata predviđa ugradnju sistema za monitoring vibracionog stanja agregata, kavitacije, temperature agregata i hidrauličkih veličina.

Turbinska regulacija

Revitalizacijom i modernizacijom se ne predviđa zamena postojeće opreme sistema turbinske regulacije, obzirom da je na svim turbinama je izvršena zamena starih elektro-hidrauličkih regulatora novim, savremenim turbinskim regulatorima, radnog pritiska ulja 210 bar.

Monitoring sistemi

Modernizacija rada turbine i agregata predviđa ugradnju sistema za monitoring vibracionog stanja agregata, kavitacije, temperature agregata i hidrauličkih veličina.

Turbinska regulacija

Revitalizacijom i modernizacijom se ne predviđa zamena postojeće opreme sistema turbinske regulacije obzirom da je na svim turbinama je izvršena zamena starih elektro-hidrauličkih regulatora novim, savremenim turbinskim regulatorima, radnog pritiska ulja 150 bar.

Pomoćna mašinska oprema elektrane

Pomoćna mašinska oprema hidroelektrana obuhvata sledeće sisteme:

Sistem za drenažu i pražnjenje

Sistem za hlađenje proizvodnih agregata

Sistem komprimovanog vazduha

Sistem za prečišćavanje ulja

Sistem za podmazivanje ležišta sprovodnog aparata

Sistem za gašenje požara na generatoru

Sistem za gašenje požara transformatora, ostalih postrojenja i prostorija

Sistem za hlađenje proizvodnih agregata

Revitalizacijom se za svaki agregat zasebno predviđa instalacija novog zatvorenog sistema hlađenja sa prinudnom cirkulacijom pumpama i izmenjivačima toplote (hladnjaka tipa voda-voda) smeštenim u donju vodu na bočnim sifonskim zidovima i sa obe strane razdeonog stuba sifona. Voda u cirkulacionom krugu zatvorenog rashladnog sistema je demineralizovana.

Instalaciju zatvorenog sistema jednog agregata čine:

Radna i rezervna pumpa kapaciteta 30 l/s, napora 24 m, sa elektromotornim pogonom snage 15 kW;

Izmenjivači toplote (hladnjaci tipa voda-voda) rashladnog kapaciteta 476 kW, koji se sastoji od ukupno 56 cevi spirala Ø33.7x1.5 mm, podeljenih u četiri identične sekcije;

Cevnog razvoda sistema rashlade DN150 sa pripadajućom armaturom i mernom opremom;

Ekspanzionog suda zapremine 100 l sa indikatorom nivoa;

Priključka za dopunu zatvorenog sistema hlađenja demineralizovanom vodom.

Sistem za podmazivanje ležišta sprovodnog aparata

Revitalizacijom se predviđa ukidanje sistema za podmazivanje mašću spojnih i kliznih delova mehanizma zakretanja lopatica sprovodnog aparata, kao i ležajeva lopatica sprovodnog aparata.

Hidromehanička oprema

Hidromehanička oprema hidroelektrana obuhvata sledeće:

Segmentne zatvarače na prelivu;

Opremu temeljnih ispusta i

Opremu turbinskih dovoda i odvoda

Prelivi sa segmentnim ustavama

Usled projektovanog povećanja kote normalnog uspora akumulacije HE Potpeć, predviđa se nadogradnja ovih zatvarača i njihova revitalizacija.

Povećanje KNU akumulacije dovodi do povećanja resultantne sile koja deluje na zatvarač, sa 7143.3 kN na 7835.5 kN, i neznatne izmene njenog pravca delovanja. Radijalna sila koja deluje na svaki od ležajeva zatvarača povećava sa 3571.7 kN na 3917.7 kN, dok se normalna sila koja deluje na ležajeve anulira u poprečnoj gredi.

Nadogradnja konstrukcije tela ustave uključuje zavarivanje delova za nadogradnju i ugradnju prelivnih klapni na licu mesta, kao i delimično ojačanje konstrukcije nogu ustave, prema potrebama koje diktiraju nova opterećenja.

Predviđa se ugradnja nove prelivne klapne na ustavi br. 3 i ugradnja iste na ustavama prelivnih polja 1 i 2, ugradnja novih pogonskih servomotora i proširenje uljno-hidrauličke instalacije za pogon klapni.

Revitalizacija obuhvata i produženje elemenata bočnog vođenja na telu ustave, uključujući zamenu svih zavrtnjeva i popravku ili zamenu oštećenih točkova.

Predviđa se ugradnja novih elemenata zaptivanja ustave, uključujući zamenu zaptivne gume, zavrtnjeva, navrtki, podloški i ostalih elemenata opreme za zaptivanje.

Radovi koji se predviđaju u okviru revitalizacije ležišta ustave obuhvataju ND testove i sanaciju delova ležišta od prskotina. Izvršiće se zamena postojećih kliznih čaura samopodmazivim čaurama, kao i zamena zaptivki i zavrtnjeva.

Bočne vođice u betonu će se produžiti iznad kote 435.80 mnm do kote 437.20 mnm.

Radovi na rekonstrukciji i revitalizaciji segmentnih zatvarača obuhvatiće i sledeće radove:

Pripremni radovi koji bi uključili eventualno sniženje kote nivoa vode u akumulaciji i prateće radove u cilju obezbeđenja uslova za bezbedno izvođenje radova na samoj revitalizaciji;

Radovi na revitalizaciji tela ustave sa nogama, koji obuhvataju: peskarenje, ispitivanje stanja limova i zavarenih spojeva, kao i popravku utvrđenih oštećenja;

Kompletna AKZ zaštita tela ustave nanošenjem premaza;

Radovi na revitalizaciji ubetoniranih delova ustave, koji obuhvataju kompletno čišćenje praga i bočnih vođica od nečistoća, kao i zavarivačke i brusilačke intervencije na popravci i dovođenju u projektovano stanje.

Sila dizanja koja se javlja u svakom lancu pojedinačno, uvećava se od 263.5 kN (26.86 t) na 281.13 kN (28.66 t). Obzirom da su lanci dimenzionisani za silu od 50 t, ovo, relativno malo povećanje, neće uticati na rad pogonskog mehanizma i sigurnost lanaca. U cilju modernizacije zameniće se elektromotori pogonske instalacije ustava i rehabilitovaće se reduktorski mehanizmi.

Rešetke na ulaznim građevinama

Revitalizacijom je predviđeno dodatno ukrućenje štapova (višestruko povišenje sopstvenih učestanosti) skraćanjem slobodne dužine štapova na polovinu postojeće vrednosti, mestimičnim navarivanjem spojnih pločica za vezu dva-po-dva štapa (šahovski raspored) na nizvodnom licu rešetke.

Takođe, u okviru redovnog održavanja odn. kada se za to steknu uslovi, potrebno je izvršiti reviziju i sanirati sva oštećenja na štapovima i ramovima rešetaka.

Remontni zatvarači na ulaznim građevinama

Ovim projektom ne predviđa se nikakva intervencija osim tekućeg održavanja.

Interventni zatvarači na ulaznim građevinama, sa pogonskim instalacijama

Kao i u slučaju zatvarača temeljnih ispusta, ovi zatvarači su projektovani na pritisak veći od onog koji se ostvaruje pri povišenoj koti normalnog uspora. Kako su projektni uslovi ovog zatvarača za povišenu kotu normalnog uspora sa nižim vrednostima statičkog pritiska od prvobitno projektovanih, smatra se da je konstrukcija tela zatvarača, točkova i delova za vođenje u betonu sigurna.

U ovoj fazi projektovanja predviđa se rehabilitacija zatvarača koja obuhvata sledeće radove:

Pripremni radovi na obezbeđenju uslova za bezbedno izvođenje radova na revitalizaciji (spuštanje kote u akumulaciji na vrednost ispod 422 mnm, zatvaranje remontnog gredastog zatvarača i izvlačenje zatvarača u remontni položaj na kotu 426,50);

Radovi na revitalizaciji tela zatvarača, koji obuhvataju ispitivanje stanja limova i zavarenih spojeva, popravku utvrđenih oštećenja i kompletnu AKZ zaštitu nanošenjem premaza;

Radovi na revitalizaciji zaptivanja zatvarača, koji obuhvataju kompletnu zamenu zaptivne gume, zavrtnjeva, navrtki, podloški i ostalih elemenata opreme za zaptivanje;

Radovi na revitalizaciji vođenja zatvarača, koji obuhvataju zamenu i popravku svih pohabanih i oštećenih elemenata;

Radovi na revitalizaciji ubetoniranih delova zatvarača, koji obuhvataju kompletno čišćenje praga i vođica od nečistoća, kao i zavarivačke i brusilačke intervencije na popravci i dovođenju u projektovano stanje;

Rekonstrukcija pogonske uljno-hidrauličke instalacije koja obuhvata kompletnu zamenu klipnjače i vođica klipnjače servomotora novim, od drugačijih materijala, sa boljim pokazateljima tvrdoće, kao i rekonstrukciju sistema zaptivanja iste, uz fabričku rekonstrukciju otvora za prolaz klipnjače na cilindru servomotora. U cilju unifikacije, ovakva intervencija predviđena je za sve tri pogonske instalacije.

Obzirom da prethodno navedeni radovi ne sadrže konstruktivne izmene opreme, treba ih realizovati u okviru tekućeg održavanja, te isti nisu uključeni u obim predstojeće modernizacije HE.

3.2.3 Tehničko rešenje elektro opreme

Obim revitalizacije i modernizacije potreban radi dobijanja veće snage i proizvodnje, odnosno osposobljavanja postrojenja za sledeći vek eksploatacije i prilagođavanje novonastalim okolnostima usled reorganizacije, a koji su obrađeni Idejnim projektom čine sledeći delovi opreme, odnosno postrojenja:

1. Generatori sa pobudom
2. Oprema generatorskog napona

3. Transformatori bloka
4. Razvodno postrojenje 110 kV
5. Sopstvena potrošnja
6. Upravljanje i zaštita

Idejni projekat je obrađen u 3 dela. Pri tome su u Svesci 1, obrađeni delovi navedeni pod 1 do 4, dok je sopstvena potrošnja elektrane obrađena u Svesci 2. Upravljanje i zaštita je obrađena u Svesci 3.

Proizvodni agregati

Elektrotehnički deo proizvodnih agregata obuhvata generatore, opremu generatorskog napona i blok-transformatore koji omogućavaju vezu agregata za električnom mrežom.

Projektom je predviđena zamena postojećih generatora, nazivne snage 20 MVA i nazivnog napona 8,8 kV, novim nazivne snage 22,5 MVA i nazivnog napona 10,5 kV. Zamena generatora novim, podrazumeva i zamenu ostalih pripadajućih pomoćnih uređaja.

S obzirom da je 2009. godine izvršena zamena starog elektromašinskog sistema pobude, novim statičkim tiristorskim sistemom pobude sa digitalnim regulatorom, predviđa se zadržavanje postojećeg sistema pobude, uz zamenu pobudnog transformatora novim istih karakteristika, koji će biti smešten na mestu postojećeg.

Tako će generatori, šinske veze i blok transformatori imati sledeće osnovne karakteristike nakon revitalizacije HE „Potpeć“.

- Nazivna snaga generatora: 22,5 MVA;
- Nazivni napon generatora: 10,5 kV;
- Opseg regulacije napona: +5%/-10%;
- Nazivna frekvencija: 50 Hz;
- Nazivni faktor snage: 0,9;
- Stepen korisnog dejstva (η) pri $\cos\varphi_n=0.9$ ne manji od: 0,98;
- Nazivni broj obrtaja: 187,5 rpm;
- Broj obrtaja pri pobegu: 365 rpm;
- Klasa izolacije statorskog namotaja: „F”;
- Klasa izolacije rotorskog namotaja: „F”.

Projektom revitalizacije HE Potpeć predviđeno je povećanje snage agregata na 22,5 MVA i povećanje generatorskog napona na 10,5 kV, što daje nazivnu struju generatora nakon revitalizacije od 1237 A, odnosno od 1375 A pri regulaciji napona generatora od -10%.

Tablična vrednost trajno dozvoljene struje obojenih sabirnica od aluminijuma, preseka 120×10 mm, iznosi 1730 A, iz čega se zaključuje da postojeće sabirnice na vezi generator – blok transformator zadovoljavaju po pitanju strujne opteretivosti.

Kako naponski nivo opreme generatorskog napona nakon revitalizacije ne prelazi izolacioni nivo opreme od 12 kV, Idejnim projektom nije predviđena zamena šinskih veza.

Usled povećanja napona na sabirnicama, kao i tehničkih zahteva novoprojektovanog sistema električnih zaštita postojeći merni transformatori se zamenjuju novim.

Novoprojektovana oprema za uzemljenje zvezdišta generatora mora obezbediti ograničenje struje jednofaznog kvara u statorskom namotaju na vrednost koja ne obrazuje električni luk koji razara limove paketa statora generatora, odnosno ograničenje vrednosti struje jednofaznog kratkog spoja na 5 A.

Blok transformatori

Revitalizacijom proizvodnih agregata predviđeno je povećanje snage istih. Kao posledica prethodne činjenice, plasman proizvedene energije u elektroenergetski sistem ne bi bio moguć uz zadržavanje postojećih blok transformatora, pa je njihova zamena obavezna kao i usklađenje njihove snage sa snagom novih agregata.

Na osnovu prethodno pomenutog, saglasno snazi i naponu na krajevima novih generatora, usvajaju se blok transformatori sledećih karakteristika:

Za blok transformatore agregata B,C:

- Nominalna snaga	22.500 kVA
- Primarni (niži) napon	10.500 V
- Sekundarni (viši) napon	121.000 V
- Nazivna učestanost	50 Hz
- Sprega	YNd 5

Za blok transformator agregata A:

- Nominalna snaga	22.500 kVA
- Primarni (niži) napon	10.500 V
- Sekundarni (viši) napon	36.750 V
- Nazivna učestanost	50 Hz
- Sprega	YNd 5

Stepen izolacije namotaja (i provodnih izolatora) iznosiće:

- napon 121kV: 123 Si 550/230 (LI/AC)
- neutralna tačka na naponu 121kV (snižena izolacija): 38 Si 170/75 (LI/AC)
- napon 36,75kV: 38 Si 170/75 (LI/AC),
- napon 10,5kV: 17,5 Si 95/38 (LI/AC),

gde je:

LI - naznačeni podnosivi atmosferski udarni napon.

AC - naznačeni podnosivi naizmenični napon 50 Hz.

Transformatori će biti opremljeni i isporučeni sa svom potrebnom pomoćnom opremom.

Mesto ugradnje novih blok transformatora je na poziciji postojećih, tj. na koti platoa blok transformatora (kota 411,50 mnm).

U cilju praćenja temperatura namotaja transformatora, proračuna vrućih tačaka i dijagnostikovanja i procene životnog veka transformatora Idejnim projektom je predviđeno uvođenje kontinualnog (on-line) nadzora (monitoringa) stanja svih blok transformatora.

Svi transformatori sa sadržajem od preko 1000 kg ulja će imati u zemlji ukopanu jamu za brzo odvođenje ili sakupljanje ulja, koja će biti izrađena u skladu sa Tačkom 3 (Član 22 - Član 29), shodno Pravilniku o Tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara - Službeni list SFRJ, br. 74/90. Način i detalji izvođenja ove uljne jame, njene dimenzije, dimenzije cevovoda za ulje i ostalih pratećih detalja nisu predmet ovog projekta.

Razvodno postrojenje 110 kV

Analizom validnih kriterijuma postojeća lokacija razvodnog postrojenja 110 kV HE Potpeć kao sa nadvišavanjem plato transformatora za 3,5 m se može smatrati optimalnom.

U novoprojektovanom stanju se zadržava postojeća lokacija razvodnog postrojenja 110 kV HE Potpeć, kao i primenjeni „U“ sistem sabirnica sa kompaktnošću postrojenja i zadržavanjem postojećih dimenzija, tako da celo postrojenje ostaje na platou veličine 57,5×69 m, sa zadržavanjem postojećeg prilaza postrojenju.

U novoprojektovanoj dispoziciji merno polje nije predviđeno pošto se napon sabirnica samo indicira. U tu svrhu je po jedan merni trafo smešten u čelo sabirnica, u polju = E7.

Bitne izmene predviđene novoprojektovanom dispozicijom u odnosu na postojeće stanje su sledeće:

- 1) Polje = E4 postaje polje za vezu sa blok – transformatorom dodatnog agregata “D” 10,5/121 kV/kV. Veza sa blok – transformatorom dodatnog agregata “D” 10,5/121 kV/kV biće izvedena kablovima.
- 2) Polje = E6 će biti rezervno polje. Ovo polje ni do sada nije bilo korišćeno zbog toga što se u njemu nalazila kompresorska stanica za aparate na pneumatski pogon. Demontažom ovih aparata, koja se predviđa, prestaje potreba za radom ove kompresorske stanice.
- 3) Polje = E7 ostaje spojno polje razvodnog postrojenja 110 kV HE „Potpeć“, s tim što ono više nije dvostruko polje =E6/ =E7 kao u dosadašnjem rasporedu.
- 4) Polje = E8 se predviđa kao dalekovodno polje za DV Priboj. Ovo polje je dosada imalo funkciju rezervnog polja i ono će se privesti svojoj funkciji nakon izgradnje predviđene transformatorske stanice 110/35 kV/kV „Priboj“, a u međuvremenu ostaje neopremljeno.

Ostala dalekovodna polja = E9, = E10, =E11 i = E12 zadržavaju svoju dosadašnju dispoziciju i namenu, s tim što su polja = E10 i = E11 i dalje dvofazna, sa predviđenim nosačima i temeljima za treću fazu.

Opšte zahtevane karakteristike opreme razvodnog postrojenja 110 kV

Razvodno postrojenje 110 kV HE „Potpeć“ se predviđa kao vazduhom izolovano postrojenje za otvorene prostore, odnosno postrojenje 110 kV za spoljnu montažu, sa nepokretno montiranom rasklopnom aparaturom i opremom kao klasično postrojenje 110 kV na otvorenom prostoru.

Stepen izolacije u razvodnom postrojenju 110 kV HE Potpeć (oznake LI - naznačeni podnosivi atmosferski udarni napon; AC – naznačeni podnosivi naizmenični napon 50 Hz) je:

- za aparate i opremu u postrojenju za spoljnu montažu LI 550 AC 230;
- za međufazna rastojanja delova pod naponom i rastojanja između delova pod naponom i uzemljenih delova u postrojenju LI 450 AC 180;
- za namotaje 110 kV i opremu u neutralnoj tački namotaja 110 kV energetskih transformatora (regulaciona preklapka i izolator neutralne tačke) LI 550 AC 230.

Najviši napon opreme u postrojenju 110 kV je 123 kV.

Zahtevane tehničke karakteristike prekidača su, shodno IEC 62271 – 100, *Visokonaponska postrojenja i upravljanje – Deo 100: Visokonaponski prekidači naizmenične struje*:

- Najviši napon: 123 kV;
- Vrsta prekidača i sredstvo za gašenje električnog luka: SF₆;
- Tip pogona i pomoćni napon za pokretanje: elektromotorni za napon 230 V, 50Hz.

Po pravilu se koristi jedan pogon po prekidaču, osim u dalekovodnim poljima za nadzemne vodove na kojima se primenjuje jednopolno APU, kada se koriste tri pogona po prekidaču.

- Naznačena struja za sve prekidače: 2000 A.
- Naznačena simetrična struja (snaga) prekidanja za sve prekidače: 31,5 kA (6000 MVA).

- Broj kalemova i pomoćni napon za komandu: dva kalema za isključenje i jedan kalem za uključenje, 220 V jss.

Zahtevane tehničke karakteristike rastavljača su, shodno IEC 62271 – 102, *Visokonaponska postrojenja i upravljanje – Deo 102: Visokonaponski rastavljači i noževi za uzemljenje naizmenične struje*:

- Najviši napon: 123 kV;
- Naznačena struja za sve rastavljače: 1250 A.
- Naznačena podnosiva vrednost struje u trajanju od 1 s: 31,5 kA;
- Tip pogona rastavljača, uključujući i izlazne rastavljače sa noževima za uzemljenje u dalekovodnim poljima: elektromotorni, sa pomoćnim naponom za pokretanje i komandu 220 V jss.

Zahtevane tehničke karakteristike strujnih transformatora su, shodno IEC 60044 – 1, *Merni transformatori – Deo 1: Strujni transformatori*:

- Najviši napon: 123 kV;
- Izolacija: ulje.
- Naznačeni odnosi transformacije:
 - polja blok – transformatora 121/10,5 kV/kV agregata B, agregata C, dodatnog agregata D i regulacionog transformatora: 110/36,75/10,5 kV/kV/kV: 2×100/1/1/1/1 A/A/A/A/A;
 - dalekovodna polja = E8, = E9, = E12: 2×300/1/1/1/1/1 A/A/A/A/A/A;
 - dalekovodna polja = E10, = E11: 2×100 (50)/1/1 A/A/A;
- Snaga namotaja:
 - merna jezgra za obračunsko merenje: 5 VA;
 - merna jezgra za ostala merenja: 15 VA;
 - zaštitna jezgra: 30 VA;
- Klasa tačnosti:
 - merna jezgra za obračunsko merenje: 0,2 F_s 10;
 - merna jezgra za ostala merenja: 0,5 F_s 10;
 - zaštitna jezgra: 5P20;

Napomena: drugo zaštitno jezgro služi za rezervnu zaštitu.

Zahtevane tehničke karakteristike naponskih transformatora su, shodno IEC 60044 – 2, *Merni transformatori – Deo 2: Induktivni naponski transformatori*:

- Najviši napon: 123 kV;
- Izolacija: ulje.
- Naznačeni odnos transformacije:
 - polja blok – transformatora 121/10,5 kV/kV agregata B, agregata C, dodatnog agregata D i regulacionog transformatora, kao i dalekovodna polja: $\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}}$ kV/kV/kV;
 - naponski transformatori smešteni u čelo sabirnica, u polju = E7: $\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{3}$ kV/kV/kV;
- Snaga namotaja:
 - I merni namotaj: 30 VA;
 - II zaštitni namotaj: 100 VA.

- Klasa tačnosti:
 - I merni namotaj: 0,2;
 - II zaštitni namotaj: 1/3P.

Zahtevane tehničke karakteristike odvodnika prenapona su, shodno IEC 60099, *Odvodnici prenapona*:

- Najviši napon mreže (opreme): $U_m = 123$ kV.
- Naznačeni napon: $U_r = 102$ kV.
- Maksimalni trajni radni napon: $U_c = 84$ kV.
- Naznačena struja odvođenja: $I_n = 10$ kA.
- Klasa rasterećenja vodom: 3.

Pošto se napaja nadzemna mešovita mreža 110 kV koriste se metaloksidni (ZnO) odvodnici prenapona sa kućištem od polimernog materijala (IEC 60099 – 4).

Odvodnici prenapona se što kraćim vezama se priključuju na fazne provodnike i sistem uzemljenja HE „Potpeć“.

Odvodnici prenapona se postavljaju na izolacione osnove, pošto se predviđa ugradnja brojača prorade u vod za uzemljenje.

Sabirnice i međusobne veze

Predviđa se zamena sabirnica sa novim aluminijumskim, preseka 240 mm^2 , kao i celokupne ovesne opreme u postrojenju, sa zadržavanjem rasporeda pri kome je drugi, odnosno spoljašnji sistem sabirnica postavljen oko prvog sistema u obliku slova „U“.

Portali i temelji aparata

Prilikom izgradnje postrojenja su izvršeni svi građevinski radovi i ugrađeni portali u svim poljima.

Gvozdene konstrukcije za aparate

Predviđa se sanacija i adaptacija postojećih gvozdenih konstrukcija za nošenje aparata, pre svega primenom mera antikorozivne zaštite posle procene stanja ovih konstrukcija.

U polju = E8, dalekovod Priboj (rezervno polje) se predviđa ugradnja gvođenih konstrukcija za nošenje aparata jer one nisu postojale.

Kablovski kanali, polaganje kablova

Za polaganje kablova u razvodnom postrojenju 110 kV HE „Potpeć“ se zadržavaju kablovski kanali i rovovi.

Komandovanje u razvodnom postrojenju 110 kV HE „Potpeć“

U novoprojektovanom stanju predviđeno je da se iz Centralne komande HE Potpeć na koti 407,53 mm upravlja, pored prekidača i sabirničkih rastavljača, i izlaznim rastavljačima pored komandovanja sa ručno sa lica mesta. Položaj svih aparata se signalizira na komandnoj tabli Centralne komande HE „Potpeć“ na koti 407,53 mm.

Pogon rastavljača u zvezdištu blok – transformatora 121/10,5 kV/kV agregata B, agregata C i dodatnog agregata D, odnosno regulacionog transformatora 110/36,75/10,5 kV/kV/kV je isključivo ručni, a njihov položaj se samo signalizira.

Regulacioni transformatori 110/36,75/10,5 kV/kV/kV

U pogledu revitalizacije postojećeg regulacionog transformatora, izvršiće se zamena kompletne opreme u zvezdištima novom odgovarajućom opremom.

Na platou na koti 411,50 m.n.m. se predviđa postavljanje na šine/ugradnja novog regulacionog transformatora, u funkciji „hladne rezerve“ već postojećem. Nije predviđen paralelan rad regulacionih transformatora 110/36,75/10,5 kV/kV/kV A (postojećeg) i B (novog).

Regulacioni transformator je trofazni, tronamotajni, potopljen u ulje, predviđen za spoljašnju montažu, sledećih osnovnih parametara:

Nazivna snaga po namotajima (primar/sekundar/tercijer)	31,5 MVA/31,5 MVA/10,5 MVA
Nazivni primarni napon	110 kV
Nazivni sekundarni napon	36,75 kV
Nazivni tercijarni napon	10,5 kV
Grupa spoja	YN0yn0d5
Stepen izolacije primarnog namotaja	LI550AC230
Stepen izolacije sekundarnog namotaja	LI170AC70
Stepen izolacije tercijernog namotaja	LI75AC28

Regulacioni transformator se dimenzioniše za rad u mreži u kojoj najviši pogonski napon mreže iznosi $U_m = 123$ kV, a najniži 99 kV.

Sopstvena potrošnja

Sistem sopstvene potrošnje predstavlja sistem proizvodnje i razvoda električne energije, unutar elektrane, potreban za napajanje svih pomoćnih pogona elektrane neophodnih za omogućavanje proizvodnje električne energije namenjene distribuciji, kao i za napajanje instalacija opšteg tipa, kao što su instalacije osvetljenja, grejanja, klimatizacije, dizalica itd.

Osnovni cilj modernizacije sopstvene potrošnje u HE Potpeć je obezbeđivanje pouzdanog i nesmetanog rada proizvodnih agregata i elektrane u celini. Iz tog razloga predviđena je kompletna zamena postojeće opreme novom, uz primenu savremenih rešenja vezanih za ovu opremu.

Modernizacije HE Potpeć će se obavljati po fazama. Svi postojeći potrošači će se napajati sa postojećeg glavnog razvoda 0,4 kV do trenutka njihove revitalizacije, a nakon toga se prebacuju na novi glavni razvod 0,4 kV, čime će se zastoje u radu elektrane zbog radova na sopstvenoj potrošnji svesti na minimum.

Za distribuciju električne energije svim pomoćnim sistemima i uređajima koristiće se sledeći naponi:

- Naizmenični napon 3 · 400/230 V, 50 Hz
- Naizmenični napon 230 V, 50 Hz (besprekidno napajanje)
- Jednosmerni napon 220 V

Sistem naizmeničnog napona 0,4 kV, 50 Hz

Osnovno napajanje glavnog razvoda 0,4 kV potrošača sopstvene potrošnje elektrane vršiće se sa otepa dodatnog generatora D, i otepa generatora A, preko razvodnog postrojenja 10kV i transformatora sopstvene potrošnje 10,5 kV/ 0,4 kV. Prelazak sa jednog na drugo osnovno napajanje vršiće se automatski preklopnom automatikom.

Rezervno napajanje glavnog razvoda potrošača sopstvene potrošnje elektrane vršiće se sa jednog od dva sistema sabirnica, iz razvodnog postrojenja 35 kV, preko transformatora sopstvene potrošnje 35 kV/ 0,4 kV. Prelazak sa osnovnog na rezervno napajanje i obrnuto vršiće se automatski preklopnom automatikom. Ovo napajanje će biti dimenzionisano za sve potrošače sopstvene potrošnje.

Sigurnosno (nužno) napajanje glavnog razvoda potrošača sopstvene potrošnje elektrane vršiće se sa novog dizel agregata. Uključenje sigurnosnog napajanja će se vršiti automatski, pri nestanku napona na sabirnicama glavnog razvoda 0,4 kV sopstvene potrošnje. Sigurnosno napajanje će biti dimenzionisano za prioritetne potrošače koji omogućavaju pokretanje jednog od agregata, kao i nužne potrošače opštih potreba.

Remontno napajanje glavnog razvoda potrošača sopstvene potrošnje elektrane vršiće se sa tercijernog namotaja regulacionog transformatora 110 kV/ 36,75 kV/ 10,5 kV, preko novog razvodnog postrojenja 10 kV. Ovo napajanje će se uključivati ručno, sa ručnim izborom potrošača koje će napajati.

Novi glavni razvod 0,4 kV, 50 Hz biće smešten u četiri slobodno stojeća ormara koji će biti postavljeni u prostoriji kao i do sada, na koti 407,53, naspram postojećeg glavnog razvoda 0,4 kV. Glavni razvod će imati jedan sistem sabirnica sa dve sekcije. Na prvu sekciju vezaće se opšti potrošači dok će na drugu sekciju biti povezani prioritetni potrošači, za koje je obezbedjeno sigurnosno napajanje iz dizel agregata. Sekcije glavnog razvoda biće međusobno povezane preko ormara dizel agregata sa preklopnom automatikom.

Tokom procesa revitalizacije agregata biće paralelno u funkciji i postojeći i novi glavni razvodi 0,4kV.

Sistem besprekidnog napajanja 220V, 50 Hz

Naizmenični napon 230 V, 50 Hz besprekidno će se obezbediti iz jednog od dva invertora, koji će se napajati iz stacionarnih akumulatorskih baterija.

Novi glavni razvod besprekidnog napajanja 220 V, 50 Hz biće smešten u slobodno stojeći orman, sa vratima sa prednje strane, a sa demontažnom pločom sa zadnje strane, smešten umesto postojećih ispravljača, nakon njihove demontaže.

Sistem jednosmernog napona 220 V jss

Jednosmerni napon 220 V će se obezbediti iz jednog od dva ispravljača 400 V, 50 Hz / 220 V jss, sve dok postoji napon na sabirnicama glavnog razvoda 0,4 kV, odnosno iz jedne od dve grupe stacionarnih akumulatorskih baterija u slučaju nestanka napona na sabirnicama glavnog razvoda 0,4 kV.

Novi glavni razvod jednosmernog napajanja 220 V jss biće smešten u slobodno stojeći orman, sa vratima sa prednje strane, a sa demontažnom pločom sa zadnje strane, koji će se nalaziti u istoj prostoriji kao i do sada, dijagonalno od postojećih ispravljača.

Upravljanje, zaštite i monitorinzi

Sistem upravljanja će, gledano u celini, biti baziran na distribuiranoj računarskoj konfiguraciji.

Sa gledišta upravljanja, a saglasno projektnom zadatku, hidroelektrana se može predstaviti kao skup funkcionalnih grupa i funkcionalnih celina, hijerarhijski organizovanih i tehnološki međusobno povezanih. Drugim rečima, svaka funkcionalna celina hidroelektrane, saglasno svojoj strukturi i specifičnostima, ima svoje funkcionalne grupe.

Generalno, HE Potpeć će imati nivoe upravljanja definisane u Projektnom zadatku:

- nivo funkcionalnih grupa,
- nivo funkcionalnih celina,
- nivo komande elektrane.

Za efikasno formiranje sistema upravljanja HE Potpeć, osnovni delovi hidroelektrane će se grupisati u sledeće funkcionalne celine:

1. Agregat A
2. Agregat B
3. Agregat C
4. Dodatni agregat (u budućnosti),
5. Razvodno postrojenje 110 kV,
6. Razvodno postrojenje 35 kV,
7. Sopstvena postrošnja
8. Hidromehanička oprema na brani.

S obzirom na delimičnu zamenu opreme sistema upravljanja i zaštita na agregatima (sistem pobude generatora i sistem turbinske regulacije) nivo funkcionalnih celina za agregate A, B i C praktično je spojen sa nivoom komande elektrane (dodatni agregat je predmet posebnog projekta). U budućnosti, predviđeno je daljinsko upravljanje HE Potpeć iz Slivnog centra Limskih HE.

Koncept sistema upravljanja i zaštita razvodnog postrojenja 110 kV baziraće se na savremenim upravljačkim i zaštitnim jedinicama polja međusobno povezanim komunikacionom mrežom. Ovaj koncept ne zahteva postojanje centralnog upravljačkog uređaja (master/procesne stanice) na nivou funkcionalnih celina. Takođe, u skladu sa dosadašnjom praksom i specifičnostima postrojenja, pojedinačno neposredno upravljanje opremom u poljima omogućeno je na dva načina, odnosno podnivoa: direktno sa samih rasklopnih aparata u razvodnom postrojenju i sa lokalnih upravljačkih ormana polja u razvodnom postrojenju. Predviđena je i mogućnost daljinskog upravljanja razvodnim postrojenjem 110 kV iz udaljenog regionalnog/nacionalnog dispečerskog centra EMS-a.

Koncept sistema upravljanja i zaštita razvodnog postrojenja 35 kV sličan je konceptu u razvodnom postrojenju 110 kV.

Koncept upravljanja sopstvenom potrošnjom baziraće se na programabilnom logičkom kontroleru (PLC) i ATS (Automatic Transfer Switch) uređaju.

Koncept upravljanja hidromehaničkom opremom na brani baziraće se na programabilnom logičkom kontroleru (PLC) i postojećoj upravljačkoj opremi.

Sistem upravljanja će biti prilagođen tako da omogući nezavisno upravljanje svakom od navedenih funkcionalnih celina. Upravljanje će se vršiti saglasno izabranom nivou.

Prioritet u izboru nivoa upravljanja ide od hijerarhijski najnižeg nivoa upravljanja ka višem nivou upravljanja. Na hijerarhijski višem nivou upravljanja obezbeđena je jednoznačna informacija o izboru mesta upravljanja na nižim nivoima. Izabrano mesto upravljanja ne suspenduje ni jednu od zaštitnih funkcija realizovanu na bilo kom nivou sistema upravljanja.

Nezavisno od nivoa sa koga se upravlja, svi nivoi će imati mogućnost nadzora u okviru svojih nadležnosti sve vreme.

Električne zaštite

U HE Potpeć je zaštita sva tri agregata, snaga 20 MVA, i odgovarajućih blok transformatora, istih snaga, obezbeđeno sa dva sistema električnih zaštita, starim elektromehaničkim sistemima i sistemima numeričkih zaštita.

Stari sistem elektromehaničkih zaštita datira iz vremena puštanja elektrane u pogon (od 1967 do 1970 godine), smešten je na relejnim tablama unutar relejne prostorije.

Kompletan sistem električnih zaštita, uključujući tu postojeće sisteme numeričkih zaštita i novoprojektovane sisteme, će nadgledati radne parametre štićene opreme i prekidačkih komponenti u cilju zaštite opreme i ljudstva od posledica kvarova opreme.

Koncepcija novoprojektovanog sistema električnih zaštita s obzirom na značaj opreme koja se štiti, mora da se odlikuje kratkim vremenom delovanja (velikom brzinom delovanja) i visokim stepenom selektivnosti.

Po tehničkim preporukama za zaštitu opreme ovog tipa zahtevi su mnogo oštriji kako u izboru zaštitnih funkcija tako i u izboru redundanse zaštitnih sistema što uslovljava formiranje po dva potpuno nezavisna sistema zaštite za svaki od štićenih elemenata, glavni i rezervni, na bazi multifunkcionalnih numeričkih zaštita. Sistem rezervnih zaštita treba da sadrži sve funkcije koje bi obezbedile potpunu redundansu reagovanju zaštitnih uređaja glavnog sistema pri svim mogućim vrstama kvara u štićenim zonama. Oba sistema će biti sve vreme paralelno u funkciji.

Potpuna autonomija glavnog i rezervnog sistema zaštita biće obezbeđena nezavisnim zahvatanjem mernih veličina sa različitih jezgara strujnih i namotaja naponskih mernih transformatora.

Glavni i rezervni sistemi će biti smešteni u različitim ormanima pa će napajati iz nezavisnih izvora pomoćnih napona, a nestanak napajanja nekog od sistema (ormana) će biti signalizirano odgovarajućem podsistemu u sistemu upravljanja.

Sistemi će odvojeno delovati na isključne elemente. Zaštite glavnog sistema će delovati na prvi kalem za isključenje primarne opreme, a zaštite rezervnog sistema na drugi isključni kalem.

Svako reagovanje sistema zaštite (alarm i isključenje), kao i kvar uređaja zaštite će biti signaliziran daljinski u sistemu upravljanja.

Sistemi monitoringa

Kao posebni deo sistema upravljanja HE Potpeć, realizovaće se sistemi monitoringa agregata i to monitoring vibracija i monitoring parcijalnih pražnjenja, koji će biti realizovani kao nezavisni sistemi za svaki od agregata.

Oprema, oba sistema, za akviziciju i obradu signala sa davača instaliranih na agregatu će biti smeštena u ormanima monitoringa agregata. Za svaki od agregata biće predviđen po jedan orman koji će biti smešten u nizu komandne table odgovarajućeg agregata.

Sistemi monitoringa će biti implementirani u sistem upravljanja na nivou agregata, a prenos potrebnih informacija će biti obezbeđen između jedinica monitoringa i upravljačkih jedinica agregata.

3.3 Opis karakteristika planirane izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“

S obzirom na to da je hidroelektrana HE „Potpeć“ starija od 40 godina (u pogonu od 1967. godine), da je procenjeni vek brane 80 godina i da je vek ugrađene opreme turbina i generatora ukupno 50 godina, razmatrano je produženje radnog veka elektrane temeljnom modernizacijom i revitalizacijom, uz moguća povećanja proizvodnih performansi elektrane.

U okviru „Studije modernizacije i mogućnosti povećanja snage i proizvodnje Limskih hidroelektrana za Hidroelektranu „Potpeć““ („Energoprojekt-Hidroinženjering“, 2009. godine) razmatrana su različita tehnička rešenja i ustanovljen pravac revitalizacije hidroelektrane po varijanti V2 koja podrazumeva izgradnju dodatnog agregata u cilju adekvatnijeg korišćenja garantovanog proticaja, revitalizaciju postojećih agregata sa povećanjem snage i podizanje kote uspora za 0,5 m.

U skladu sa rezultatima pražnjenja akumulacije „Potpeć“ i evakuacije nanosa, koja su sprovedena u proteklom periodu eksploatacije (1980., 1988. i 1999. godine) i na osnovu ustanovljene vremenske stabilizacije procesa istaložavanja nanosa u akumulaciji, u pomenutoj Studiji je donet zaključak o potencijalnim mogućnostima korišćenja akumulacione zapremine. Pored značajne zasutosti akumulacije „Potpeć“ zaključeno je da raspoloživa (korisna) zapremina $17,74 \times 10^6 \text{ m}^3$ (prema merenjima izvršenim 2012. godine) omogućava pored dnevnog čak i nesmetano korišćenje nedelnog regulisanja. Uz dosadašnji intenzitet zasipanja akumulacije, korisni prostor će biti očuvan za osnovne potrebe dnevne regulacije proticaja u narednih 30 godina, pa i duže.

Revitalizacija postojećih agregata hidroelektrane sa povećanjem snage uz povišenje kote uspora predmet je posebnog Idejnog projekta „Rekonstrukcija proizvodnih agregata sa pripadajućom opremom HE „Potpeć“ („Energoprojekt-Hidroinženjering“, 2011. godine).

Projektom dogradnje novog agregata u hidroelektrani HE „Potpeć“ se omogućava:

- bolje iskorišćavanje garantovanog proticaja,
- eliminiše problem rada turbina sa malim proticajem,
- poboljšava ukupni stepen iskorišćenja vodotoka,
- povećava instalisana snaga i godišnja proizvodnja električne energije.

Hidroelektrane na Uvcu (HE „Uvac“, HE „Kokin Brod“ i HE „Bistrica“) nemaju uslovljen garantovani proticaj. Projektom po kome je izvedena HE „Potpeć“ propisan je garantovani proticaj od $12 \text{ m}^3/\text{s}$, mada je isticanje za potrebe biološkog minimuma uvek bilo daleko veće (oko $20 \text{ m}^3/\text{s}$). Garantovani proticaj se sada prerađuje sa veoma malim stepenom iskorišćenja (60%), što ima nepovoljan uticaj na rad turbina i neefikasno korišćenje akumulirane vode.

Rešenjem o izdavanju vodoprivredne dozvole iz 2007. godine Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, propisana je zakonska obaveza garantovanog proticaja od $13,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Izgradnjom dodatnog agregata instalisanog proticaja $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ostvariće se njegova glavna uloga – ekonomična prerada garantovanog proticaja.

Izuzetno su značajni energetske efekti hidroelektrane, koji se mogu očekivati od dodatnog agregata, ukoliko bi njegova realizacija usledila pre revitalizacije postojećih agregata. Dodatni agregat bi u potpunosti mogao da zameni svaki od tri agregata, koji se isključuje iz pogona tokom perioda revitalizacije u trajanju od približno godinu dana.

3.3.1 Građevinski deo izgradnje dodatnog agregata

Projektni kriterijumi i ograničenja

Osnovni razlog za izgradnju dodatnog agregata HE „Potpeć“ i ujedno osnovni kriterijum za izbor njegove turbine jeste ekonomična prerada garantovanog ekološkog protoka od $13,9 (\sim 14,0) \text{ m}^3/\text{s}$.

S obzirom da se dodatni agregat ugrađuje u postojeći sistem objekata koji su u funkciji, osnovni kriterijum u projektovanju je da se, kako u izgradnji, tako i kasnije u eksploataciji, ne ugrožava funkcionisanje i rad tog sistema. U tom pogledu, postojeći objekti u neposrednom okruženju budućih objekata u sastavu dodatnog agregata predstavljaju projektno ograničenje, kako s prostornog, tako i s aspekta (zajedničkog) funkcionisanja.

Dovodni cevovod dodatnog agregata dimenzionisan je prema kriterijumu maksimalne dozvoljene brzine strujanja vode od 5 m/s . Na deonici prolaska kroz branu, a uvažavajući složenost i specifičnost radova na probijanju brane, kao maksimalna brzina strujanja vode, merodavna za dimenzionisanje cevovoda na ovoj deonici, usvojena je brzina od $6,5 \text{ m/s}$.

Kao merodavan protok za dimenzionisanje zagata kojim će se, tokom izvođenja radova, od voda reke Lim štititi građevinska jama odvodne vode, usvojen je instalisani protok HE „Potpeć“, $Q_{sr} = 165 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ocena pouzdanosti raspoloživih podloga

Razrada tehničkog rešenja u Idejnom projektu zasniva se na podlogama koje su rezultat istražnih radova i obrade ažuriranih hidroloških i podataka o radu HE „Potpeć“. Istražni radovi preduzeti su

domenu topografskih i geoloških podloga i ispitivanja betona brane Potpeć na mestu proboja za dovod vode do dodatnog agregata.

Korišćene podloge mogu se smatrati pouzdanim za definisanje predloženog tehničkog rešenja u ovoj fazi projekta. Nedostatak raspoloživih podataka i eventualne nedoumice u delu podloga koji nije bio predmet istražnih radova, prevaziđen je primenom pretpostavki uz rezerve koje su na strani sigurnosti. Ovo se najpre odnosi na geološke podloge.

Za narednu fazu projekta preporuka je da se izradi odgovarajući projekat i preduzmu dopunska geološka istraživanja na lokacijama izvođenja radova koje nisu bile predmet istražnih radova sprovedenih u ovoj fazi projekta. Ovo se, pre svega, odnosi na lokaciju platoa za trafo postrojenje dodatnog agregata, predviđeno na padini niže od razvodnog postrojenja 35 kV. Potrebno je dodatno ispitati i geološko-geotehničke uslove na dubini i po pojasu izvođenja armirano betonske dijafragme, pod čijom zaštitom će se izvoditi radovi na mašinskoj zgradi dodatnog agregata.

Zbog specifičnosti rešenja odvodne vade, kako bi se utvrdili efekti isticanja i posledično izdizanja nivoa vode na njenom izlazu i eventualno sagledali efekti zasipanja krupnim nanosom, preporuka je da se sprovedu hidraulička modelska ispitivanja, kojim bi se navedeni problemi sagledali i njihov uticaj na rad dodatnog agregata sveo na minimum.

Tehničko rešenje izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“

Koncepcija izgradnje dodatnog agregata HE „Potpeć“ podrazumeva izgradnju: zahvata, dovoda vode, mašinske zgrade i trafo postrojenja za dodatni agregat.

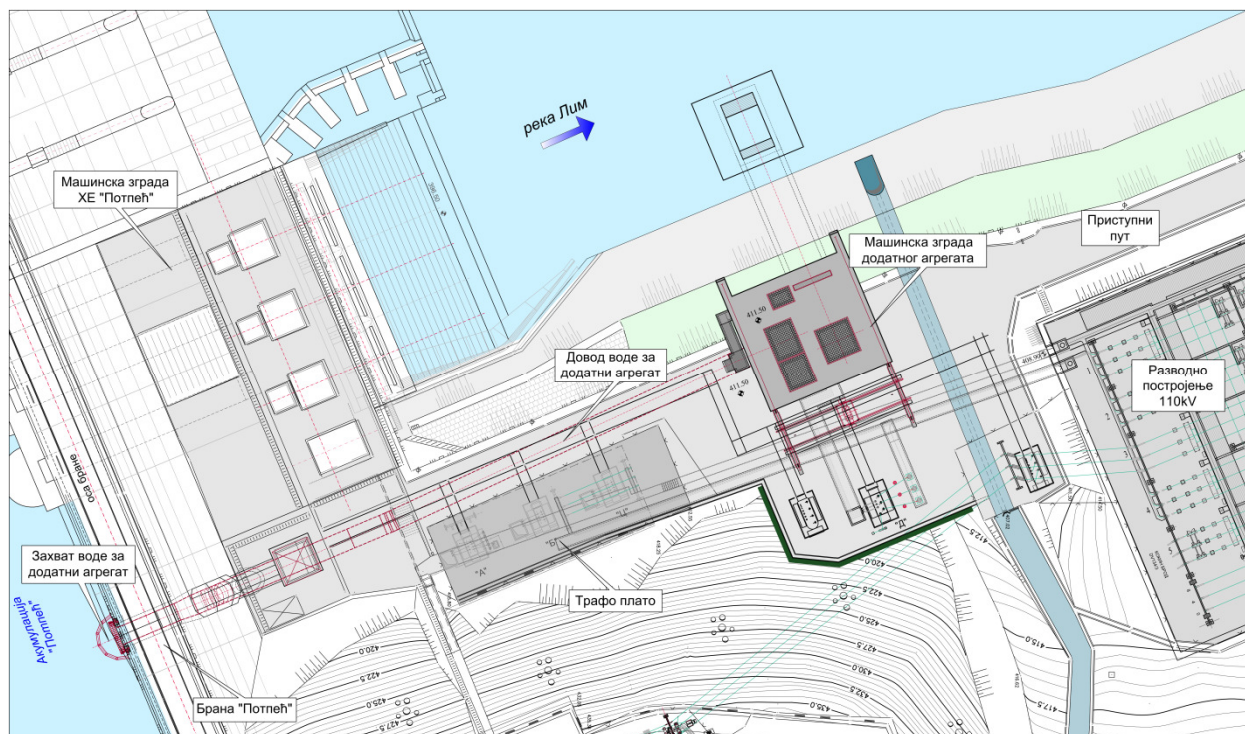
U toku i za potrebe izvođenja radova, predviđena je i izgradnja privremenih objekata – zagata, koji će od voda reke Lim štititi građevinsku jamu odvodne vade, i radno-pristupne rampe, kojom će se do nje pristupati.

Dispozicija objekata u sastavu dodatnog agregata

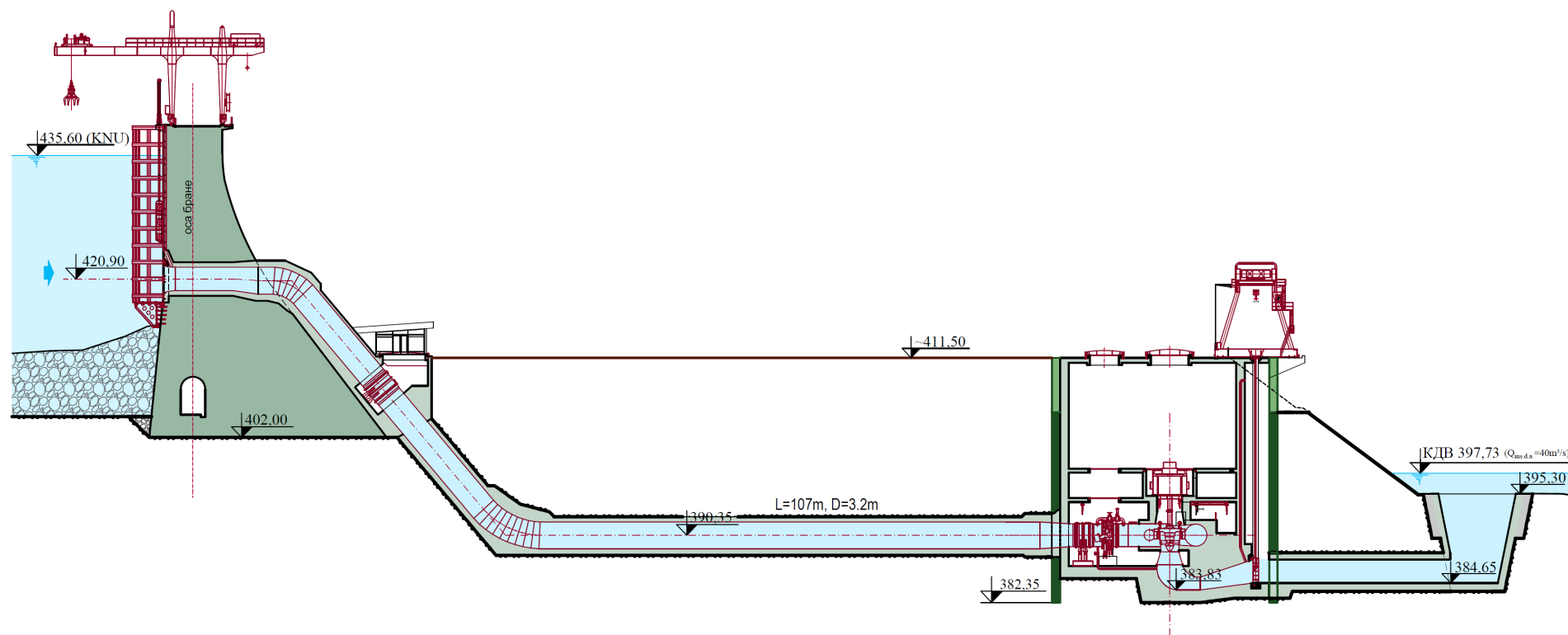
Dodatni agregat HE „Potpeć“ biće smešten u novoj mašinskoj zgradi, predviđenoj na desnoj obali reke Lim, 117 m nizvodno od brane, na pravcu pristupnog puta prema mašinskoj zgradi postojećih agregata. Mašinska zgrada dodatnog agregata zauzeće prostor u zoni proširenja pristupnog puta, između postojećeg trafo platoa i razvodnog postrojenja 110 kV.

Zahvat vode za dodatni agregat predviđen je na uzvodnom licu lamele 4 brane. Odatle kroz telo brane vodi dovodni cevovod, koji se potom spušta niz njeno nizvodno lice do kote ose spirale turbine agregata. Cevovod dalje frontalno nastavlja prema novoj mašinskoj zgradi u kojoj će dodatni agregat biti smešten.

Dispozicija objekata u sastavu dodatnog agregata prikazana je na slici 3.1, a njegova hidraulička šema na slici 3.2



Slika 3.1. Dispozicija objekata u sastavu dodatnog agregata HE „Potpeć“



Slika 3.2 Hidraulička šema dodatnog agregata HE „Potpeć“

Tehnički opis objekata u sastavu dodatnog agregata

Hidrograđevinski objekti u sastavu dodatnog agregata HE „Potpeć“ dimenzionisani su na osnovu hidrauličkih proračuna i kroz analize varijantnih tehničkih rešenja, a uvažavajući projektne kriterijume i ograničenja.

Zahvat vode za dodatni agregat

Zahvat vode za dodatni agregat projektovan je kao čelična konstrukcija u funkciji rešetke na ulazu u dovodni cevovod, koja će biti pričvršćena za uzvodno lice brane, po sredini lamele 4. Cela konstrukcija visine je 21,0 m, a u osnovi ima oblik poligonalnog izvedenog, šestostranog, polukružnog luka poluprečnika $r = 3,5$ m (posmatrano po osi čeličnih profila od kojih će biti izvedena). Prag zahvatne građevine biće postavljen na koti 418,10 mm, a cela konstrukcija će se izvesti do krune brane, odnosno kote 439,10 mm. Skelet konstrukcije zahvata biće izveden od čeličnih profila, dok će njena polja biti ispunjena elementima fine rešetke. U sastavu zahvata, na samom ulazu u dovodni cevovod, predviđen je tablasti (brzi havarijski) zatvarač.

Osnovna ideja za projektovanje zahvatne građevine zasniva se na tome da njena izgradnja bude izvedena u što kraćem vremenskom roku, kako bi se izbegli dugotrajni prekidi u radu HE „Potpeć“. Iz tog razloga, insistiralo se na tome da se na zahvatu maksimalno moguće izbegnu betonski radovi koji iziskuju vreme, te da zahvatna građevina bude izrađena od čelika.

Međutim, radovi na zahvatu će svakako zahtevati da se u trajanju od mesec dana nivo vode u akumulaciji spusti i održava ispod kote minimalnog radnog nivoa HE „Potpeć“, usled čega bi tokom tog perioda njen rad bio prekinut.

Takođe u cilju da prekidi rada HE „Potpeć“ budu minimalni, predviđeno je da se radovi na zahvatu i ulaznom delu dovoda izvedu pod zaštitom gumene membrane (zaptivne pokrivke), koja bi bila pričvršćena za čeličnu konstrukciju zahvata sa njene spoljne strane. Obezbeđujući vododrživost, zaštitna membrana će omogućiti izvođenje radova pri punoj akumulaciji, pa bi se HE „Potpeć“, nakon neophodnog prekida rada u trajanju od mesec dana, mogla vratiti u pogon.

Dovod vode za dodatni agregat

Dovod vode za dodatni agregat predstavlja ubetonirani čelični cevovod kružnog poprečnog preseka. Trasa dovoda od zahvatne građevine do mašinske zgrade dodatnog agregata, sa aspekta prečnika i načina izvođenja, može se podeliti na tri deonice: 1) prolaz kroz telo brane, 2) spuštanje niz nizvodno lice brane, i 3) potez nizvodno od brane do mašinske zgrade. Prelaz između deonica savladan je odgovarajućim krivinama. Prečnik dovoda na prvoj deonici je 2,8 m, a na preostaloj dužini 3,2 m. Ukupna dužina dovoda do mašinske zgrade (sve tri deonice sa krivinama) iznosi 118,7 m.

Dovod počinje kružnim otvorom na uzvodnom licu brane, prečnika 3,64 m. Prva deonica, koja prolazi kroz telo brane, dužine je 12,8 m – od otvora na uzvodnom licu brane do vertikalne krivine kojom započinje naredna deonica. Na prolasku kroz branu, dovodni cevovod se pruža u horizontalnom pravcu, upravno na uzvodno, vertikalno, lice brane. Kota osovine cevovoda je na 420,90 mm, a kota dna na 419,50 mm. Cevovod je prečnika 2,8 m, a neposredno pred kraj deonice prelazi na veći prečnik od 3,2 m. Ovo povećanje prečnika odvija se preko prelaznog komada – nesimetričnog difuzora – dužine 3,0 m. Nakon difuzora, kota osovine cevovoda je na 420,70 mm, a kota dna na 419,30 mm.

Po izlasku iz tela brane, vertikalnom krivinom započinje druga, kosa, deonica dovoda, duž koje se cevovod pruža po nizvodnom licu brane, upravno na njenu osu. Poluprečnik krivine iznosi $R = 5,4$

m, a skretni ugao $\alpha = 50^\circ$. Krivina će biti izvedena u vidu kolena obloženog betonskom oblogom debljine 80 cm, izvedenom kao ankerni blok. Na ~16 m od kolena, cevovod ulazi u stenu, zbog čega je na ovoj deonici predviđena kompenzaciona spojnica DN3200mm, koja će anulirati nezavisno ponašanje brane i konstrukcije cevovoda u stenskom masivu. Kompenzaciona spojnica biće smeštena u šahtu, unutrašnjih dimenzija u osnovi 5,4×5,4 m. Otvor šahta predviđen je u nivou površine terena, na koti pristupnog platoa ~411,50 mnm, i biće zatvoren hermetičkim poklopcem. Na deonici pružanja po nizvodnom licu brane, cevovod se polaže po prethodno izvedenom betonskom „jastuku” prosečne debljine ~1,0 m. Od kolena do kompenzacione spojnice, na dužini od 12,1 m, cevovod je obložen betonskom oblogom debljine 30 cm. Ukupna dužina kose deonice cevovoda, od kraja vertikalne krivine na izlasku iz tela brane do krivine kojom započinje poslednja deonica, iznosi 32,7 m.

Poslednja, treća deonica dovoda vodi od brane do mašinske zgrade dodatnog agregata. Duž ove deonice, cevovod je trasiran kroz stenu i iskop za njega vršiće se tunelski iz pravca mašinske zgrade. Nakon spuštanja po nizvodnom licu brane do kote 393,75 mnm (posmatrano po osovini cevovoda), vertikalnom krivinom ($R=9,6$ m; $\alpha = 50^\circ$) započinje poslednja deonica dovodnog cevovoda. Preko krivine, cevovod dostiže kotu 390,35 mnm, i odatle nastavlja frontalno prema agregatu. Pravac dovoda u horizontalnoj ravni je blago skrenut za ugao od 2° u odnosu na pravac upravan na osu brane i uzvodnu deonicu cevovoda. Od kraja krivine na početku deonice do konfuzora na ulazu u mašinsku zgradu, cevovod je dužine 65,6 m. Duž cele deonice cevovod je obložen betonskom oblogom koja je u podnožnom svodu debljine 80 cm, a u kaloti i bokovima debljine 60 cm. Na pojedinim delovima trase tunela, gde se očekuje degradacija stenske mase, predviđena je zaštita tunelskog iskopa u kaloti i bokovima primenom torkreta sa mrežom i ankera. Tamo gde je stenska masa veće ispuvalosti, izvešće se i konsolidaciono injektiranje.

Trasa dovoda do mašinske zgrade završava konfuzorom dužine 3,95 m kojim se prečnik cevovoda sužava sa 3,2 m na 2,7 m. Ovim konfuzorom počinje kratka deonica dovoda unutar mašinske zgrade dodatnog agregata, dužine (sa konfuzorom) 10,55 m. Duž nje je predviđena kompenzaciona spojnica DN2700mm, kojom će se anulirati nezavisni deformacioni uticaji mašinske zgrade i stene na cevovod. Takođe, neposredno nizvodno, predviđen je i predturbinski zatvarač, leptirastog tipa.

Mašinska zgrada dodatnog agregata

Dodatni agregat HE „Potpeć” biće smešten u novoj mašinskoj zgradi lociranoj ~117 m nizvodno od brane, na desnoj obali reke Lim. Mašinska zgrada je šahtnog tipa, spoljnih dimenzija u osnovi 20,7×19,2 m. Postavljena je na pravcu pristupnog puta za HE „Potpeć” u zoni njegovog proširenja između trafo platoa i razvodnog postrojenja 110 kV. Krov mašinske zgrade biće u ravni sa postojećim platoom na koti ~411,50 mnm.

U zgradi će biti smešten vertikalni agregat sa Kaplan turbinom, instalisanog protoka $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Osa spirale turbine agregata postavljena je na koti 390,35 mnm, a osa radnog kola na koti 389,45 mnm.

Po prolasku kroz turbinu, energetska prerađena voda se odvodi prema reci savijenim difuzorom (sifonom), čije je dno, u najnižoj tački kolena, postavljeno na koti 383,83 mnm. Izuzimajući deo u kojem su smešteni drenažni bunari, u zoni kolena difuzora mašinska zgrada je najniže fundirana, na koti 382,35 mnm. Na kraju difuzora predviđen je *stop-log* zatvarač. Kota izlaznog praga difuzora je 384,66 mnm, a sam izlaz je pravougaonog poprečnog preseka dimenzija $b \times h = 5,40 \times 2,79$ m.

Unutrašnji prostor mašinske zgrade visinski je podeljen na tri osnovna nivoa. Najniži je nivo na turbinskoj koti 386,70 mnm, na kojoj će biti smeštena kompenzaciona spojnica i predturbinski zatvarač. Od ove kote, stepeništem će biti moguć pristup i do druge dve turbinske kote: 390,60 mnm i 392,15 mnm. Sledeći nivo je na generatorskoj koti 394,80 mnm, a najviši na koti generatorskog prekića, 398,30 mnm, koja je ujedno i kota poda mašinske hale.

Mašinska hala je unutrašnjih dimenzija u osnovi: dužine 16,7 m i širine 12,3 m u užem (dužine 8,6 m), odnosno 15,2 m u širem delu (dužine 8,1 m). Promena širine mašinske hale je posledica zauzeća prostora aneksom sifonskog zatvarača.

U sastavu nove mašinske zgrade nije predviđen montažni prostor. Za remont opreme i slične potrebe koristiće se montažni prostor u postojećoj mašinskoj zgradi HE „Potpeć“. Transport opreme do montažnog prostora vršiće se portalnim kranom nove mašinske zgrade, koji je predviđen za potrebe dodatnog agregata, i kolicima.

U mašinsku zgradu će se ulaziti sa kote pristupnog platoa ~411,50 mnm kroz aneks koji je predviđen uz spoljni zid zgrade, sa strane prema postojećoj mašinskoj zgradi HE „Potpeć“. Stepeništem, iz aneksa, biće omogućen pristup svim etažama mašinske zgrade.

Mašinska zgrada je sa donjom vodom spojena odvodnom vodom tunelskog tipa, postavljenom upravno na pravac toka reke Lim. Vada je pravougaonog poprečnog preseka, dimenzija $b \times h = 5,4 \times 2,8$ m, dužine 21,2 m i kote dna 384,65 mnm. Izlaz iz odvodne vade je u vidu šahta, visine 11,65 m, posmatrano od kote temeljne spojnice do vrha izlaza na koti na koju je projektovano da se trimovanjem spusti dno rečnog korita uz desnu obalu, na lokaciji dodatnog agregata. Otvor izlaznog šahta odvodne vade, u nivou dna korita reke, dimenzija je $5,4 \times 9,2$ m.

Trafo dodatnog agregata biće smešten naspram nove mašinske zgrade, na novom platou koji će za njega biti izgrađen usecanjem u padinu terena ispod razvodnog postrojenja 35 kV. Dodatni razlog za ovako izabranu lokaciju trafoa je namera da ga opslužuje portalni kran nove mašinske zgrade, predviđen za potrebe dodatnog agregata. Iskop za trafo plato dodatnog agregata izvešće se pod zaštitom armirano betonske dijafragme, koja će nakon toga ostati u funkciji trajnog potpornog zida.

Tehničko rešenje izgradnje dodatnog agregata podrazumeva i izgradnju nove kablovske galerije, koja će biti postavljena paralelno sa postojećom, kao i izgradnju posebno kablovske i šinske galerije dodatnog agregata.

Veza dodatnog agregata HE „Potpeć“ sa elektroenergetskim sistemom Srbije biće ostvarena je na 110 kV naponskom nivou, priključenjem na polje br. 4 postojećeg 110 kV postrojenja.

Radovi na izgradnji mašinske zgrade dodatnog agregata izvešće se pod zaštitom armirano betonske (AB) dijafragme, koja će biti izvedena po obimu projektovane betonske konstrukcije mašinske zgrade i, visinski, do najniže kote njenog fundiranja, 382,35 mnm. Lokalno, u zoni drenažnih bunara, AB dijafragma će se izvesti dublje, do kote 379,20 mnm. Predviđena debljina dijafragme je 1,0 m.

Pošto će se iskop i betoniranje mašinske zgrade izvoditi pod zaštitom AB dijafragme po celom obimu i visini buduće mašinske zgrade, sama dijafragma preuzima ulogu zaštite građevinske jame od voda reke Lim, kao i od provirnih i podzemnih voda. Iz tog razloga, ne postoji potreba za izgradnjom posebne konstrukcije za ove potrebe.

Zagat odvodne vade i radno pristupna rampa

Za potrebe zaštite radova na izlaznom delu odvodne vade, koji su locirani u reci, predviđena je izgradnja zagata. Zagat je dimenzionisan na instalisani protok HE „Potpeć“, $165 \text{ m}^3/\text{s}$, kojem, prema rezultatima proračuna rečne hidraulike, odgovara nivo vode u reci Lim na koti 399,21 mnm.

S obzirom na ograničen prostor i blizinu izlaza odvodne vade postojeće mašinske zgrade HE „Potpeć“, predviđen je zagat koji svojim gabaritom i načinom izvođenja minimalno, ili, ako je

moгуće, uopšte ne narušava rad HE. Izabran je zagat nestandardnog tipa, od gabiona sa betonskom oblogom. Iz razloga stabilnosti, zagat treba izvesti do kote krune 401,00 mm.

Za pristup građevinskoj jami izlaznog dela odvodne vade, predviđeno je da se u rečnom koritu, uz desnu obalu, izgradi radno-pristupna rampa, dužine ~700 m, koja nizvodno završava na lokaciji sa koje se mehanizacijom može prići reci. Rampa je dimenzionisana tako da svojom niveletom bude iznad nivoa vode koji odgovara instalisanom protoku HE „Potpeć“, pa se od lokacije građevinske jame do nizvodne lokacije silaska u reku spušta od kote 401,00 mm do kote 399,00 mm. Širina rampe u kruni je 6,0 m,

3.3.2 Konceptija izvođenja radova

Usvojenom varijantom dodatnog agregata, nakon razmatranja više varijantnih rešenja (dato u poglavlju 4), a uz puno sagledavanje aktuelnog stanja objekata HE „Potpeć“, definisano je da bi optimalno rešenje zahvata i dovoda vode za dodatni agregat bilo lociranje ulazne građevine i prvog dela dovodnog cevovoda u lameli 4 brane Potpeć. Duž ove deonice, cevovod prolazi kroz telo brane, nakon čega se spušta po njenom nizvodnom licu, a zatim ulazi u stenu. Na ulasku u stenu, dovodni cevovod je opremljen kompenzacionom radnom spojnicom koja podržava i anulira nezavisno ponašanje brane i konstrukcije cevovoda u stenskom masivu. Kosi ulaz cevovoda u stenu, u zoni temelja brane, dovoljno je udaljen od nizvodne nožice brane tako da ne dolazi do pojave potkopavanja temelja brane. Takođe, ne očekuju se negativni uticaji na stabilnost brane na klizanje, usled iskopa kosog šahta za polaganje cevovoda u neposrednoj blizini nizvodne nožice brane. Treba imati u vidu da se radi o temeljnoj steni dobrog kvaliteta i bez diskontinuiteta veće dužine, tako da se može računati na angažovanje relativno visoke kohezije temeljne stene. Ovo bi trebalo detaljnije razmotriti u narednoj fazi projekta.

Zahvatna građevina za dodatni agregat biće montirana na samom početku radova na njegovoj izgradnji. Da bi se obezbedilo izvođenje radova na zahvatu, akumulacija Potpeć će biti ispražnjena do potrebne kote od 414,40 mm, pa će se spuštanje konstrukcije zahvatne građevine (iz više visinskih kampada) i sama njena montaža obaviti u suvom.

Pražnjenje akumulacije Potpeć za potrebe remonta zatvarača i čišćenja rešetki na ulaznoj građevini dovoda do hidroelektrane, izvršeno je do sada tri puta:

- Prvo pražnjenje akumulacije izvršeno je 1980.god u trajanju od 15 dana. Tom prilikom nivo vode u akumulaciji je spušten do kote 410,00 mm.
- Drugo pražnjenje akumulacije izvršeno je 1988.godine do kote 410,00 mm u trajanju od 10 dana.
- Treće pražnjenje akumulacije izvršeno je 1999.godine do kote 410,00 mm (kota dna ulazne građevine). Ovo pražnjenje akumulacije za potrebe remonta zatvarača i čišćenja rešetki ulazne građevine, urađeno je prema „Programu pražnjenja i punjenja akumulacije Potpeć“, Energoprojekt 1999.god, vodeći računa da se ne aktiviraju klizišta na obalama akumulacije, odnosno da se što manje ugrozi riblji fond u akumulaciji i nizvodno od brane Potpeć

Postavljanje odgovarajuće gumene membrane preko rešetke zahvata obezbediće zaštitu pri izvođenju radova na probijanju kružnog otvora kroz branu i ugradnji dovodnog cevovoda u uslovima pune akumulacije. Probijanje kružnog otvora kroz branu vršiće se kontrolisanim miniranjem sa malim količinama eksploziva, kako se ne bi ugrozili postojeći objekti u neposrednoj blizini.

Izrada dovoda za dodatni agregat podrazumeva probijanje brane otvorom kružnog oblika po celoj njenoj širini (uzvodno – nizvodno lice) i montažu cevovoda. Probijanje kružnog otvora kroz branu

radi montaže čelične cevi dovoda predviđeno je da se izvede pri normalnom radnom nivou akumulacije, kako bi gubici proizvodnje HE „Potpeć“ za vreme izvođenja radova na izgradnji dodatnog agregata bili što manji. Međutim, za ovakvo probijanje brane potrebno je montirati zaštitnu „kapu“ na uzvodnom licu brane pod čijom zaštitom će se obavljati predviđeni radovi. Imajući u vidu da je zahvat osmišljen tako da ujedno vrši i funkciju rešetke na ulazu u dovod, zbog čega će polja njegove konstrukcije biti popunjena štapovima fine rešetke, to će se konstrukcija zahvata (rešetke) koristiti i kao glavna noseća konstrukcija zaštitne kape. Praktično, rešetka će biti prekrivena zaptivnom pokrivkom (gumenom membranom) i, uz to, donekle modifikovana. Ove modifikacije neće uticati na hidrauličke uslove zahvata vode za dodatni agregat u periodu njegove eksploatacije. Prva modifikacija odnosi se na visinu rešetke, koja zbog uloge zaštitne kape tokom probijanja otvora kroz branu, treba da se pruža od kote praga zahvata do kote krune brane. Druga modifikacija odnosi se na konstruktivno oblikovanje i osiguranje donjeg praga rešetke, koji ima bitnu ulogu osiguranja kape protiv isplivavanja. Nakon završetka svih radova za čiju realizaciju je neophodna zaštita od gornje vode, odnosno nakon prestanka potrebe za zaštitnom kapom, zaptivna pokrivka će se ukloniti sa rešetke koja ostaje kao sastavni deo zahvatne građevine.

Pri izvođenju ulazne građevine i deonice dovoda kroz telo brane treba težiti ispunjenju dva osnovna uslova.

I uslov: Spuštenu akumulaciju treba držati u što je moguće kraćem vremenskom periodu, kako bi gubici u proizvodnji HE „Potpeć“ bili što manji. Predviđen je prestanak rada HE Potpeć zbog spuštavanja nivoa akumulacije ispod minimalnog radnog nivoa u trajanju od 1,0 meseca tokom prve godine izgradnje.

Iz ovog uslova, nameće se potreba da svi konstruktivni elementi koji su predviđeni da se postave uzvodno od brane i koji se fiksiraju za njeno vertikalno lice budu čelični, kao i da se maksimalno primeni princip montaže, bez radova koji bi zahtevali duži period obavljanja. Treba imati u vidu i da probni rad tablastog zatvarača, predviđenog na ulazu dovoda, u sklopu zahvatne građevine, treba obaviti u suvom, odnosno pri spuštenom nivou vode u akumulaciji. Ovo je neophodno kako bi se efikasno otklonile eventualne nepravilnosti u izvođenju vođica, praga i drugih delova zatvarača koji obezbeđuju njegovo ispravno funkcionisanje. Nakon probnog rada, zatvarač treba podići u otvoreni položaj, a zatim treba otpočeti sa montažom rešetke (kape) i podizanjem nivoa akumulacije.

II uslov: Treba težiti da se što je moguće pre izvrši ponovno spuštanje zatvarača, s ciljem da on služi kao novi vid zaštite pri obavljanju preostalih radova na dovodu. Time bi prestala funkcija zaštitne kape, pa bi sa nje mogla da se skine pokrivka i otkrije rešetka na zahvatnoj građevini.

Kao uslov za ovakvo spuštanje zatvarača potrebno je da se završi probijanje brane i izvrši ugradnja prvog ulaznog čeličnog segmenta cevovoda, kao i njegovo injektiranje. Adekvatnom organizacijom, dinamikom i izvođenjem radova ovaj vremenski interval se može u znatnoj meri smanjiti. To podrazumeva da probijanje brane sa nizvodnog lica treba da bude izvedeno u najvećoj meri tako da se samo završno probijanje brane, kroz uzvodno lice, obavi pod zaštitnom kapom, kao i da su na probijenom delu obavljeni pripremni radovi za unos i montažu prvog uzvodnog segmenta cevovoda.

Po izlasku iz tela brane, cevovod se odgovarajućim kolenom usmerava na pravac pada nizvodnog lica brane. Na ovoj deonici cevovod je obložen betonskom oblogom debljine 80 cm, izvedenom kao ankerni blok, koji se ankeruje u telo brane ankerima posebne namene za prijem hidrauličkih sila u kolenu. Po nizvodnom licu brane cevovod se polaže po prethodno izvedenom betonskom „jastuku“ prosečne debljine ~1,0 m. Od kolena do kompenzacione spojnice predviđene na ulasku u stenu cevovod je obložen betonskom oblogom debljine 30 cm.

Generalno svi glavni građevinski radovi se izvode na dva fronta:

- Gradilište koje obuhvata ulaznu građevinu i dovod od ulazne građevine, kroz branu, niz nizvodno lice brane i sve do kompenzacione spojnice pre ulaska u tunel. Komunikacija sa ovim gradilištem i montiranom radnom platformom na koti 418,20 mnm je vertikalno sa krune brane HE „Potpeć“, jer je pristup sa nizvodne strane otežan malim prostorom oko otvorene gradilišne jame mašinske zgrade.
- Gradilište na izvođenju mašinske zgrade, odvodne vade i dovodnog tunela. Glavni pristup ovom gradilištu je sa nizvodne strane postojećim stalnim pristupom HE „Potpeć“ na postojeći plato na koti 411,50 mnm. Pristup izlaznom delu odvodne vade je predviđen jednim gradilišnim putem na krunu zagata odvodne vade na koti 401,00 mnm.

Ulazna građevina i dovod do kompenzacione spojnice

Radovi na probijanju tela brane počće sa nizvodne strane sa novoformirane radne platforme na koti 418,20 mnm. Kompletne komunikacije sa ovim napadnim mestom i platformom odvijala bi se sa krune brane. Sama platforma će se formirati sa postojećeg nizvodnog platoa brane na koti 411,20 mnm pre početka iskopa za mašinsku zgradu i služice za smeštaj mehanizacije i radne snage koja će se angažovati za radove na iskopu kroz branu sa nizvodnog lica brane. Preko ovog platoa vršiće se odvoz iskopanog betona, kao i dovoz segmenata cevovoda koji će se ugrađivati u postojeće telo brane. Iskop kroz telo brane vršiće se kontrolisanim miniranjem sa malim količinama eksploziva, tako da vibracije koje se budu javljale ne dovode do oštećenja okolnog betona. Dokopavanje do željenog oblika profila vršiće se ručno pikhamerima. Prečnik otvora iskopa je 4 m na dužini od oko 7 m od lica brane, da bi se na ostatku dužine proširio na 4,4 m. Predviđeno je da će ovaj iskop da traje 38 dana sa prosečnim napredovanjem od 2 m nedeljno, pri čemu poslednjih 1,5-2,0 m iskopa od lica brane treba izvesti vrlo pažljivo, bez miniranja, uz prethodno otvaranje pilot štolne. U momentu proboja iskopa na lice brane potrebno je da bude u potpunosti završena montaža zaštitne kape na rešetki sa vodonepropusnom membranom po celoj njenoj visini. Pre nego što se spusti zatvarač na ulaznoj građevini dodatnog agregata, potrebno je ugraditi početni deo cevovoda u dužini do 1,5 m i izvršiti injektiranje ovog ulaznog dela cevovoda. Tek nakon toga može da se spusti zatvarač na ulaznoj građevini. Ugradnja cevovoda po segmentima, zapunjavanje betonom prostora između cevi i postojećeg betona brane koje će se vršiti sukcesivno sa montiranjem svakog dela cevovoda, kao i potrebno injektiranje obaviće se u roku od mesec dana.

Po uzlasku iz brane, dovodni cevovod se odgovarajućim kolenom usmerava na pravac pada njenog nizvodnog lica. Na ovom delu, cevovod je ubetoniran u ankerni blok, a duž nizvodnog lica brane polaže se po betonskom jastuku u dužini od 10 m do kompenzacione spojnice. Kompenzaciona spojnica je postavljena u šahtu koji će se uraditi na nizvodnom platou na koti ~411,20 mnm. Pre postavljanja šahta, sa istog platoa, otvoriće se iskop do stene koji će služiti kao početna pozicija sa koje će se tunnelski uraditi deo iskopa za cevovod u krivini, u dužini od oko 25 m. Sa iste pozicije postavljajće se i deo cevovoda do spoja sa komadima koji će se ugrađivati iz mašinske zgrade.

Dinamičkim planom je predviđeno da se radovi na uzvodnom licu brane, ugradnja cevovoda kroz lamelu brane, montaža spoljnog cevovoda i spoj tunnelskog i spoljnog cevovoda obave u drugoj polovini prve godine izgradnje.

Obzirom na složenost i ozbiljnost problema probijanja otvora kroz telo postojeće brane pri punoj akumulaciji, sa potencijalno mogućim velikim štetnim posledicama po ljudstvo, postojeću opremu i objekte HE „Potpeć“, ovoj vrsti radova, kao i redosledu njihovog izvođenja, treba posvetiti posebnu pažnju. U tom smislu će se u nastavku ovi procesi nešto detaljnije razmotriti, kao pokazatelj izvodljivosti sa osvrtom na problematiku izvođenja određenih radova i uslovima pod kojima ih treba sprovesti.

Radove na izvođenju dovoda na deonici kroz telo brane, uz uvažavanje gore navedenih uslova, trebalo bi sprovesti u sledećim fazama:

1. Radovi pre spuštanja nivoa vode u akumulaciji;
2. Spuštanje nivoa vode u akumulaciji sa sukcesivnom obradom uzvodnog lica brane za potrebe postavljanja vođica zatvarača i rešetke (zaptivne trake);
3. Spušten nivo vode u akumulaciji – Montaža čeličnog praga rešetke, vođica zatvarača i aeracionog kanala;
4. Spušten nivo vode u akumulaciji – Montaža servomotora i probno spuštanje zatvarača u suvom;
5. Spušten nivo vode u akumulaciji – Montaža prvog segmenta rešetke sa pokrivkom;
6. Punjenje akumulacije – Nastavak montaže segmenata rešetke sa pokrivkom i kontrola zaptivanja;
7. Puna akumulacija – Priprema pred izvođenje pilot bušotine kroz uzvodno lice brane;
8. Puna akumulacija – Probijanje pilot bušotine;
9. Puna akumulacija – Probijanje kompletnog otvora;
10. Puna akumulacija – Ugradnja ulaznog segmenta cevovoda;
11. Puna akumulacija – Spuštanje zatvarača, uklanjanje pokrivke rešetke i nastavak ugradnje cevovoda;
12. Puna akumulacija – Radovi na nizvodnom licu brane, otvoreni iskop i kosi šaht za cevovod;
13. Puna akumulacija – Ugradnja cevi u tunelu i kosom šahtu;
14. Puna akumulacija – Ugradnja cevovoda po nizvodnom licu brane i kompenzatora;
15. Puna akumulacija – Izrada šahta za kompenzacionu spojnicu, podizanje zatvarača i upuštanje vode u cevovod.

Pražnjenje, a kasnije i punjenje akumulacije treba raditi u skladu sa *Programom punjenja i pražnjenja akumulacije Potpeć, Energoprojekt 1999.god.* Usvojeno konstantno sniženje nivoa vode u akumulaciji iznosi 1,5 m na dan. Radove treba izvoditi uz logistiku postojećeg portalnog krana na krani brane, plovni objekata i radnih skela. Tokom obaranja nivoa akumulacije treba nastaviti sa radovima na probijanju otvora kroz branu. Pri tome, postojeći agregati će biti u pogonu sve dok nivo akumulacije bude iznad kote minimalnog radnog nivoa, $Z_{min}RN = 423,60$ mnm.

Spuštanje nivoa vode u akumulaciji vrši se do kote 414,40 mnm, što je za oko 3,0 m iznad pretpostavljene visine nanosa u zoni brane. Pri ovako spuštenu nivou gornje vode treba uraditi montažu čeličnih elemenata na već pripremljene elemente ugrađene na uzvodnom licu brane. Ovo se odnosi na montažu vođica za zatvarač i aeracioni kanal.

Nakon montaže praga i vođica zatvarača, servomotor koji je još pre spuštanja nivoa vode u akumulaciji postavljen, isproban i uklonjen, treba ponovo postaviti zajedno sa zatvaračem. U situaciji ispražnjene akumulacije treba obaviti probni rad zatvarača. Radovi se obavljaju u suvom, tako da je moguće efikasno obavljanje izvesnih intervencija, ukoliko se za njima ukaže potreba.

U uslovima ispražnjene akumulacije, pored montaže praga, vođica i probnog spuštanja zatvarača, treba uraditi i montažu prvog segmenta rešetke sa zaptivnom pokrivkom. Zaptivne trake na uzvodnom licu brane za montažu segmenata rešetke treba da su već ugrađene tokom spuštanja akumulacije. Takođe, svi spojevi međusobnih čeličnih elemenata, kao i spojevi čelika sa betonom treba da budu obezbeđeni protiv procurivanja.

Visina prvog segmenta rešetke sa pokrivkom predviđeno je da bude nešto viša od kote minimalnog radnog nivoa postojećih agregata (423,60 mnm). Ova visina definisana je na osnovu sagledavanja uslova pod kojima će se punjenje akumulacije do kote minimalnog radnog nivoa obaviti u relativno

kratkom vremenskom periodu. Ovo zavisi od dotoka Lima u akumulaciju u letnjem periodu, ali se pretpostavlja da neće trajati duže od 10 dana. Tokom dalje montaže i podizanja nivoa akumulacije na više kote, moguće je kontrolisati brzinu punjenja akumulacije, ukoliko to bude potrebno zbog eventualnih zastoja u montaži rešetke. Na ovim kotama akumulacije, s obzirom da su viši od minimalnog radnog nivoa HE „Potpeć“, postojeći agregati su u pogonu.

Nakon montaže prvog segmenta zaštitne kape (rešetke sa pokrivkom) treba pristupiti punjenju akumulacije. Pri tome, montaža visinskih segmenata zaštitne kape treba vremenski da napreduje uvek ispred podizanja nivoa vode u akumulaciji, kako ne bi došlo do preliivanja vode u zaštitnu kapu. Unutrašnjost kape treba držati u suvom za potrebe: spuštanja radnika, intervencija na zaptivci i spuštanja pumpe za anuliranje manjih procurivanja, koja su u ovakvim okolnostima neminovna. Međutim, i u slučajevima pojava vanrednih prilika (veći vanredni priliv u akumulaciju) i podizanja nivoa vode u akumulaciji iznad montiranog segmenta kape sa preliivanjem vode u kapu, radove na montaži sledećeg segmenta rešetke se mogu nesmetano nastaviti, a po prestanku vanrednih prilika vodu u kapi treba ispumpati i nastaviti radove po predviđenoj dinamici.

Tokom punjenja akumulacije do kote minimalnog radnog nivoa (423,60 mnm), što visinski iznosi oko 9 m od predviđene kote pražnjenja akumulacije, postojeći agregati su van pogona. Nakon dostizanja kote minimalnog radnog nivoa, HE „Potpeć“ može da se vrati u pogon, uz istovremene radove na motiranju narednih segmenata rešetke i punjenje akumulacije. Projektovani prekid rada elektrane je oko 1 meseca.

Mašinska zgrada, odvodna vada i trafo postrojenje

Mašinska zgrada dodatnog agregata predviđena je na lokaciji udaljenoj 117 m nizvodno od brane, na postojećem pristupnom putu za HE „Potpeć“. Njene spoljne dimenzije u osnovi su 20,7×19,2 m, a najdublja kota fundiranja 382,35 mnm. Odvodna vada u nastavku mašinske zgrade prema reci je tunelskog tipa, upravna na rečni tok, dužine 21,2 m. Izlaz iz odvodne vade je u vidu šahta visine 11,65 m – od kote temeljne spojnice, 383,65 mnm, do krune zidova šahta, na koti dna reke, 395,30 mnm.

Zbog skućenog prostora i blizine postojećih nadzemnih objekata koji su u funkciji (trafo postrojenje i razvodno postrojenje 110 kV), kao i podzemnih objekata (kablovska galerija i propust ispod trafoa 110/35 kV) obezbeđenje iskopa građevinske jame mašinske zgrade je praktično jedino moguće izvođenjem AB dijafragme i to po celom obimu zgrade i po visini od kote 405,00 mnm do kote fundiranja mašinske zgrade. Pre izrade AB dijafragme, potrebno je izvršiti iskop u širokom otkopu nasutog kamenog materijala od kote platoa na 411,50 mnm do kote 405,00 mnm.

Nakon završetka dijafragme po obodu konture mašinske zgrade, ista ekipa nastavlja izradu AB dijafragme na prostoru novog trafo postrojenja. Prema brdskoj strani od gradilišne jame je potrebno izvesti armirano-betonsku dijafragmu koja je jednim svojim delom, gde je najveći brdski masiv (lokacija budućeg trafo postrojenja), utegnuta sa 2 visinska reda geotehničkih ankera (ukupno 14 komada).

Po završetku AB dijafragme oko mašinske zgrade vrši se betoniranje zida iznad AB dijafragme od kote 405,00 mnm do kote 411,50 mnm i zasipanje materijalom oko ovoga zida. Ovo se radi iz razloga da bi autodizalica za iznos materijala mogla da priđe građevinskoj jami, kao i da bi se obezbedila komunikacija transportnim sredstvima pored građevinske jame prema postojećoj mašinskoj zgradi HE „Potpeć“. Nakon završetka kompletne AB konstrukcije oko građevinske jame mašinske zgrade (AB dijafragma do kote 405,00 mnm i AB zid iznad dijafragme do kote platoa na 411,50 mnm) pristupa se postepenom iskopu za mašinsku zgradu unutar dijafragme sa postojećeg platoa (kota 405,00 mnm) do približne kote 400,00 mnm kroz nasuti i aluvijano-deluvijalni materijal sa izradom razupora zida dijafragme na projektovanim rastojanjima. Ovaj iskop se vrši u aluvijalno-deluvijalnom materijalu, i sav materijal iz iskopa se vertikalno transportuje u velikim kiblama, i uz pomoć autokrana iz gradilišne jame se tovari u kamione i odvozi u deponiju. Velika autodizalica

140 t služi i za spuštanje i podizanje neophodne mehanizacije za iskop u steni (utovarivač i pneumatska kolna bušilica). U periodu betoniranja i očvršćavanja betona obodne grede (kragne) i montaže čeličnih razupora usporava se, ili potpuno prekida iskop za mašinsku zgradu, dok betoni kragne ne postignu zahtevanu MB.

Iskop za mašinsku zgradu od kote 400,00 mnm do kote 388,00 mnm se vrši u početku u ispucalim, a kasnije kompaktnim amfibolitima najvećim delom miniranjem. Paralelno sa iskopom u steni potrebno je izvoditi pasivne ankere dužine 20 m kroz AB dijafragmu i sidriti ih u steni. Radovi na bušenju ankera sa ručnim bušaćim pištoljima bi se izvodili paralelno dok kolna bušilica vrši bušenje minskih bušotina za sledeće minsko polje. Iskop za mašinsku zgradu se prekida na koti 388,00 mnm i sa ove kote se vrši iskop tunela dovoda. Izvoz izminiranog materijala, kao i vertikalni transport mehanizacije za iskop će se obavljati velikom autodizalicom 140 t pored građevinske jame.

Početak iskopa za tunelski deo dovodnog cevovoda kreće iz temeljne jame mašinske zgrade sa kote 388,00 mnm. Prečnik iskopa je 4,60 m. Iskop tunela će se vršiti miniranjem. Bušotine za postavljanje eksploziva izvešće se ručnim bušilicama uz istovremeni iskop kalote i podnožnog svoda. Dužina horizontalnog dela iskopa je oko 70 m. Paralelno sa bušenjem biće potrebno uraditi i osiguranje iskopa u vidu ankera, mreže i torkreta.

Nakon završenog iskopa dovodnog tunela, izvršiće se ugradnja cevi prečnika 3,20 m u segmentima dužine 3,0 m radi lakšeg manipulisanja. Sukcesivno sa varenjem cevi će se sa pomakom od 6,0 m vršiti ubetoniravanje cevi i njegovo injektiranje i to na kontaktu stena-beton i beton-čelik.

Kada se završi sa kompletnom ugradnjom cevovoda, može se nastaviti sa iskopom za mašinsku zgradu miniranjem do konačne kote fundiranja mašinske zgrade 382,35 mnm.

Po izvršenom kompletnom iskopu za mašinsku zgradu pristupa se tunelskom izbijanju odvodne vade iz prostora građevinske jame mašinske zgrade u pravcu prema reci.

Paralelno sa radovima na iskopu za mašinsku zgradu, iskopu dovodnog tunela i ugradnji cevovoda, kao i tunelskom iskopu odvodne vade izvode se radovi na iskopu i betoniranju izlaznog dela odvodne vade. Da bi se ovi radovi izvodili prethodno je potrebno izvesti zagat odvodne vade prema reci Limu za što je potrebno 2,5 meseci. Radovi na izvođenju pristupnog puta i samog zagata odvodne vade se izvode u prva 3 meseca izgradnje.

Odmah po otvaranju tunelskog iskopa odvodne vade potrebno je izbetonirati njegov polazni deo koji obuhvata niše tablastog zatvarača difuzora. U trenutku tunelskog probijanja odvodne vade u korito reke, moraju se završiti radovi na iskopu i betoniranju izlaznog dela odvodne vade (portal izlaza, zidovi i ploča odvodne vade), kao i spuštanje tablastog zatvarača na difuzoru koji će onemogućiti prodor vode u gradilišnu jamu mašinske zgrade ukoliko dođe do preliivanja zagata odvodne vade, koji bi u tom slučaju ugrozili samo radove na odvodnoj vadi.

Samo betoniranje mašinske zgrade izvodi se hidrotehničkim 4-rofrakcijskim betonom uz pomoć stacionarne betonske pumpe locirane pored građevinske jame sa nizvodne strane. Transport oplata i armature vršiće se malom autodizalicom 20 tm sa strelom od 20 m koja se prethodno koristila za vertikalni transport sa krune brane na montirani plato na koti 418,20 mnm prilikom probijanja otvora na brani sa nizvodne strane.

Radovi na betoniranju mašinske zgrade se odvijaju nakon završetka betoniranja izlaznog dela odvodne vade.

Radovi na izgradnji mašinske zgrade i odvodne vade počće u martu mesecu (pre radova na uzvodnom licu brane), pa će se tokom letnjih meseci preklopiti sa pomenutim radovima. Obzirom

da su ovo nezavisni frontovi radova, vrši će se paralelno sa dve nezavisne ekipe radne snage i mehanizacije i sa nezavisnim pristupima: pristup lameli 4 brane je sa uzvodne strane sa krune brane, a pristup mašinskoj zgradi je sa nizvodne strane postojećim stalnim pristupom HE „Potpeć“.

Radovi na izgradnji trafo postrojenja su nezavisni od radova na izgradnji mašinske zgrade i odvodne vade. Radovi na iskupu za trafo plato na 411,50 mnm će se izvesti odmah po završetku AB dijafragme na potezu novog trafo postrojenja. Iskop za trafo plato u brdskoj strani će se izvesti pod zaštitom dijafragme od brdskog masiva od zaglinjenog deluvijuma. Ova dijafragma ostaje trajno kao potporni zid budućeg trafo postrojenja. Ove iskope treba izvesti što ranije, kako bi se omogućilo što veći prostor oko građevinske jame mašinske zgrade, kao i transportnu komunikaciju do postojeće mašinske zgrade HE „Potpeć“ tokom izgradnje. U ovom periodu će se izvesti i iskop i betoniranje kablovske galerije koja ide od novog trafo postrojenja do lokacije nove mašinske zgrade.

Trafo postrojenje je usečeno u brdu prekoputa lokacije mašinske zgrade i betoniranje i montaža opreme trafo postrojenja će se izvesti po završetku betoniranja mašinske zgrade i zasipanja uz zidove mašinske zgrade. Betonski radovi i ugradnja elektro opreme biće usaglašena sa radovima na ugradnji opreme u mašinskoj zgradi.

Na osnovu količine radova na iskupu i betonu, a poštujući dinamiku proizvodnje i montaže opreme, procenjuje se da će radovi na izgradnji mašinske zgrade, odvodne vade i trafo postrojenja trajati 22 meseci, a sa probnim radom agregata 2 meseca duže, tj. ukupno 2 godine. Ot toga, u toku prve godine izgradnje će se izvesti AB dijafragma, kablovska galerija, odvodna vada, plato trafo postrojenja i iskopi za mašinsku zgradu. U drugoj godini izgradnje će se izvesti najveći obim betonskih radova za mašinsku zgradu, kao i montaža kompletne opreme u mašinskoj zgradi i ispitivanja i probni rad agregata.

3.3.3 Hidromašinska oprema dodatnog agregata

Opremu dodatnog agregata čine dovodni cevovod i oprema: ulazne građevine, mašinske zgrade i odvodne vade.

Oprema ulazne građevine obuhvata: šestostranu čeličnu rešetku dimenzija jedne strane 1,82 h 21 m, sa čeličnim štapovima na razmaku 75 mm i havarijski tablasti zatvarač, dimenzija svetlog otvora Ø3,64 m.

Dovod vode za dodatni agregat predstavlja čelični ubetonirani cevovod, trasiran horizontalno kroz telo brane, niz nizvodno lice brane i podzemnom horizontalnom deonicom ispod platoa desnoj obali reke do turbine u mašinskoj zgradi. Dovod je prečnika 2,8 m na deonici prolaska kroz branu, odnosno 3,2 m na preostaloj dužini do mašinske zgrade. Prelaz između deonica savladan je odgovarajućim kolenima. Za potrebe anuliranja različitih deformacionih uticaja na cevovod, predviđene su kompenzacione spojnice DN3200 u šahti na deonici spuštanja po nizvodnom licu brane i DN2700 na delu u mašinskoj zgradi.

U mašinskoj zgradi dodatnog agregata biće montirana vertikalna Kaplan turbina sa regulatorom osnovnih parametara: protok 40 m³/s, nominalni pad 36,4 m, nominalna snaga 13,3 MW. Pripadajuću turbinsku opremu čine predturbinski zatvarač DN2700 sa kontra tegom i digitalni elektronski regulator sa instalaciom za pripremu ulja pod pritiskom nazivnog pritiska 160 Var. Pomoćni sistemi agregata i elektrane obuhvataju opremu za snabdevanje agregata rashladnom vodom, opremu za drenažu i pražnjenje, oprema za pripremu i razvod komprimovanog vazduha niskog pritiska i opremu za grejanje i ventilaciju. Za potrebe spuštanja i podizanja opreme na krovu mašinske zgrade je predviđena portalna dizalica nosivosti 70 t. Pristup opreme u mašinsku zgradu je preko ukupno četiri otvora sa hermetičkim poklopcima u njenom krovu na koti 411,50 mnm.

Na izlazu iz turbina je predviđen gredičasti sifonski zatvarač. Manipulacija sifonskim zatvaračem će se vršiti portalnom dizalicom na krovu nove mašinske zgrade.

3.3.4 Elektro oprema dodatnog agregata

U mašinskoj zgradi dodatne elektrane predviđen je trofazni vertikalni sinhroni generator snage 15 MVA, naponskog nivoa 10,5 kV, prilagođen za rad sa Kaplan turbinom, sa sistemom statičke pobude i svom potrebnom opremom i rezervnim delovima.

Za transformaciju napona proizvedene električne energije predviđen je blok transformator za spoljnu montažu lociran u blizini nove mašinske zgrade. Energetski trofazni dvonamotajni uljni transformator prenosnog odnosa 10,5 kV / 121 kV nazivne snage 15 MVA, sa svom potrebnom opremom i rezervnim delovima omogućava plasman električne energije na 110 kV naponskom nivou preko postojećeg razvodnog postrojenja RP 110 kV. Kada za prihvatanje eventualno ispuštanog ulja transformatora bila bi povezana sa zbirnom sabirnom jamom lociranom u neposrednoj blizini.

3.4 Sirovine i produkti

U okviru projekta rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“, radovi koji se predviđaju se odnose na zamenu i revitalizaciju elektro i mašinske opreme, dok su građevinski radovi minimizirani.

Projekta izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“ predviđa izgradnju: zahvata, dovoda vode, mašinske zgrade i trafo postrojenja za dodatni agregat. U toku i za potrebe izvođenja radova, predviđena je i izgradnja privremenih objekata – zagata, koji će od voda reke Lim štititi građevinsku jamu odvodne vade, i radno-pristupne rampe, kojom će se do nje pristupati.

U narednoj tabeli dat je pregled količina glavnih pozicija građevinskih radova.

Iz generalnog pregleda glavnih količina građevinskih radova opisanih u poglavlju 3.3, može se uočiti da je obim građevinskih radova relativno mali da bi budući izvođač imao tehno-ekonomskog opravdanja da postavlja sopstvena postrojenja za proizvodnju agregata za beton i proizvodnju betona. Predložena organizacija izvođenja radova polazi od pretpostavke da će budući izvođač kupovati gotov beton iz postojećih fabrika betona u Priboju, Novoj Varoši, ili Prijepolju, koji proizvode kvalitetan 4-ro frakcijski hidrotehnički beton.

Bez obzira na gore izneti pristup organizovanja posla, u narednim poglavljima će se navesti pozajmišta svih komponenti za beton, ukoliko budući Izvođač donese odluku da proizvodnju betona organizuje u sopstvenoj režiji, bez obzira na mali obim betonskih radova.

Tabela 3.1. Pregled količina glavnih pozicija građevinskih radova

Radovi	Spoljni iskop		Tunelski iskop	Zaštita iskopa					Beton i armirani beton	Armatura i čelična konstrukcija	Dijafragma	Nasipanje
	Iskop aluvijuma, deluvijuma i nasutog materijala	Iskop u steni		ankeri	mreža	torkret	gabioni	elične talpe				
Objekti	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	t	m ²	m ³
1. ZAŠTITA GRAĐ.JAME MAŠINSKE ZGRADE												
1.1. Zaštita m.zgrade-dijafragma	-	-		-	-	-	-	-	-	-	1740	-
1.2. Zaštita odvodne vade + pristup	22	-		-	-	-	400	-	130	-	-	9.000
2. ZAHVATNA GRAĐEVINA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,3	-	-
3. DOVOD	1.050	130	1.800	1.709	980	58,8	-	-	1.453	85,7	-	730
4. MAŠINSKA ZGRADA	9.832	7.238	686	5.366	770	43,0	-	495	5.800	760,3	580	2.288
UKUPNO	10.940	7.368	2.486	7.075	1.750	101,8	400	495	7.383	864,0	2.320	12.018

Pozajmište agregata za beton

Na području budućeg gradilišta se nalazi veći broj postojećih kamenoloma sa proizvodnjom 4-ro frakcijskog agregata za beton dobrog kvaliteta i zahtevanog kapaciteta, od kojih navodimo one koji su najznačajniji i najbliži samom gradilištu:

- Kamenolom u vlasništvu Putevi-Užice koji je lociran između Nove Varoši i Bistrice. Kamenolom i drobilišno postrojenje je u pogonu i proizvodi kvalitetan agregat i u dovoljnim količinama. Ovo pozajmište je udaljeno oko 19 km od profila brane HE „Potpeć“.
- Kamenolom Bistrica u vlasništvu „Carmeuse“, Jelen Do (nekadašnje vlasništvo „Nexe Group“-e), takođe na putu Bistrica –Nova Varoš, na udaljenosti 17 km od profila brane HE „Potpeć“. I ovaj kamenolom i drobilišno postrojenje, kao i prethodno, u pogonu je i proizvodi kvalitetan agregat i u dovoljnim količinama.
- Kamenolom i drobilišno postrojenje Banja iznad profila brane na Jermovačkom putu, 8 km udaljen od budućeg gradilišta dodatnog agregata.

Cement

Imajući u vidu obim, kvalitet proizvodnje, i pre svega lokaciju i transportnu povezanost gradilišta i proizvođača cementa, „Titan“ iz Kosjerića predstavlja optimalan izbor, ukoliko su njegove cene cementa uravnotežene sa konkurencijom („Beočin“). Fabrika cementa „Kosjerić“ je locirana na pruzi Beograd-Bar, sa utovarnim kolosekom i na udaljenosti od 80 km od Priboja, gde bi se vršio pretovar cementa u auto cisterne za cement i dovezio do fabrike betona na gradilištu.

Snabdevanje ostalim materijalima i energijom

Snabdevanje armaturom, ankerima i drugom čeličnom robom predviđeno je iz trgovačke mreže u Priboju, iz gradova u okruženju, kao i iz svih gradova na železničkoj relaciji od Beograda do Bara, sa pretovarom u železničkoj stanici u Priboju.

Snabdevanje drvnom građom za oplatu i konstrukcije podgrade predviđeno je iz Priboja i okolnih gradova (Prijepolje i Pljevlja), koji su veliki proizvođači drvne građe.

Snabdevanje eksplozivom će se obavljati direktno iz fabrike eksploziva (Kruševac, Vitez), ili od specijalizovanih dobavljača i rukovaoca minsko-eksplozivnim sredstvima iz Beograda i Podgorice.

Snabdevanje gradilišta naftnim derivatima će se vršiti preko mobilne benzinske stanice – autocisterne kojom će se opsluživati sva građevinska mehanizacija na gradilištu.

Snabdevanje komprimovanim vazduhom će se obezbediti preko mobilnih kompresora na dizel pogon kapaciteta 21 m³/min i 7 m³/min.

Snabdevanje električnom energijom privrednog gradilišta će se obezbediti direktnim priključkom na potrošačku mrežu postojeće HE „Potpeć“. Isto važi i za obezbeđivanje pijaće vode sa postojeće vodovodne mreže HE „Potpeć“. Predviđeno je i rezervno napajanje električnom energijom, putem dizel agregata u slučaju nestanka struje, bez obzira na pouzdanost rada sopstvene potrošnje postojeće HE „Potpeć“.

Potrebna tehnička voda će se obezbediti iz reke Lim, pumpanjem u prenosni rezervoar-cisternu iznad privrednog gradilišta, koja će biti locirana na zaustavnom prostoru duž regionalnog puta, odakle će se fleksibilnom mrežom razvoditi do konačnih potrošača.

Deponovanje materijala

Ukupne količine iskopa za objekte, od čega se najveći deo odnosi na iskop mašinske zgrade, iznosi 18.308 m³, od čega u mekom 10.940 m³ i u steni 7.368 m³. Kompletan iskopani materijal u mekom će se paralelno ugrađivati u pristupni put zagatu izlazne građevine odvodne vade, orijentacione dužine 700 m (desnom obalom sa nizvodne strane), gde je predviđeno da se ugradi 9.000 m³. Preostali materijal iz iskopa za mašinsku zgradu, dovodni tunel i cevovod, kao i iz iskopa za probijanje otvora u telu brane, u iznosu od 9.308 m³, deponovaće se na desnoj obali reke, 1,5 km nizvodno od profila brane, od čega će se deo materijala vratiti za zatrpavanje mašinske zgrade uz spoljnu stranu dijafragme (2.288 m³).

Polutanti

U ovom delu biće opisani polutanti koji se mogu javiti u toku izvođenja radova, kao i u redovnom radu hidroelektrane, a koji mogu da dovedu do pojave emisija u vazduh, vodu i zemljište, kao i do generisanja otpadnih materija, buke, vibracija itd..

Procena količina zagađujućih materija u vazduhu rađena je na bazi USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) priručnika AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*), kao i priručnika Emission estimation technique manual for fugitive emissions – Australian Government-Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, Version 2.0 iz januara 2012. godine. Prezentovane vrednosti za konkretne procese dobijene su iz empirijskih jednačina iz pomenutih priručnika i treba ih shvatiti kao okvirne, a date su u cilju sagledavanja očekivanog stanja na bazi iskustvenih podataka. Stvarne vrednosti će se dobiti merenjima, u toku realizacije predmetnih radova.

Glavni polutanti u vazduhu koji se očekuju prilikom predmetnih radova su praškaste materije koje se mogu izraziti kao ukupne suspendovane čestice (TSM – *Total Suspended Particles*) ili kao suspendovane čestice frakcije PM₁₀. Frakcija PM₁₀ najčešće je izračunavana na bazi odgovarajućeg udela u odnosu na TSM. Ovi udeli su dati u pomenutom priručniku AP-42 i razlikuju se po fazama tehnološkog procesa i po vrsti korišćene mehanizacije. Trebalo bi naglasiti da se ove emisije odnose na nekontrolisane procese, bez primene mera za smanjenje čestičnog zagađenja.

Praškaste materije prilikom izvođenja predmetnih radova najpre će se javiti usled radova na bušenju i rušenju betona i postojećih struktura, čišćenja površina od otpalog materijala, punjenja kamiona, transporta materijala kamionima, saobraćanje praznih kamiona i vozila, raznošenje vetrom sa privremenih deponija itd.

Emisije čestice, generalno za sve aktivnosti, mogu smanjiti korišćenjem zaštitnih pojaseva protiv vetra (obično do 30 %), orošavanjem puteva (ukoliko nisu asfaltnti) se emisija smanjuje do 50 %, a korišćenjem filtera i zastora na bušilicama i za oko 85 %.

Zagađivanje vazduha se može očekivati i od otpadnih gasova iz motora sa unutrašnjim sagorevanjem angažovane mehanizacije. Osnovni polutanti koji se javljaju tom prilikom su:

- ukupna isparljiva organska jedinjenja (TVOC – *total volatile organic compound*),
- ugljen monoksid (CO),
- oksidi azota (NO_x),
- čestice manje od 10 µm u prečniku (PM₁₀),
- čestice manje od 2,5 µm u prečniku (PM_{2,5}),

– sumpordioksid (SO_2).

Ostale supstance mogu se naći u tragovima i javljaju se kao produkt nepotpunog sagorevanja. Pepeo i metalni aditivi iz goriva deo su čvrstih čestica u vazduhu.

Sadržaj štetnih komponenti u izduvnim gasovima zavisi i od režima rada motora, opterećenja i njegove snage. Maksimalne vrednosti zapreminskih udela pojedinih polutanata pri punom opterećenju prikazane su u narednoj tabeli.

Tabela 3.2 Sadržaj štetnih komponenti u izduvnim gasovima

Komponenta	Zapreminsko učešće (%)
Oksidi ugljenika	13,8
Ugljovodonici	0,5
Oksidi azota	0,5
Sumpordioksid	0,03
Aldehidi	0,009
Čađ	1 mg/m ³

Kao ilustrativni podaci u tabeli 3.3 prikazane su procenjene vrednosti količina pojedinih komponenata izduvnih gasova za različita transportna i saobraćajna sredstva. Ovi podaci su preuzeti iz *Emission estimation technique manual for combustion engines (Version 3.0)* – jun 2008. godine.

Tabela 3.3 Sadržaj polutanata koja emituju transportna sredstva

Polutant*	Teški kamioni (12 – 25 t)	Srednje teški kamioni (3,5 -12 t)	Laki kamioni (≤3,5 t)	Autobusi	Automobili**
CO	6,8	12	19	9,1	10
NO _x	23	17	8,9	30	7,6
PM _{2,5}	1,7	2,2	2,3	2,1	2
PM ₁₀	1,8	2,3	2,4	2,1	2,1
SO ₂ ***	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
TVOC	1,8	2,1	0,42	1,2	0,82

* Sve jedinice su date u kg/m³ dizel goriva.

** Automobili na dizel pogon sa najviše 9 sedišta.

*** Procena emisije SO₂ je rađena na bazi max. 10 ppm SO₂ u dizelu.

U toku redovne eksploatacije hidroelektrane emisije polutanata u vazduh su zanemarljive.

Otpad koji će se javljati prilikom rekonstrukcije i izgradnje, kao i u toku redovne eksploatacije hidroelektrane definiše *Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada* (Sl. glasnik RS br. 56/10), koji između ostalog propisuje: Katalog otpada, listu kategorija otpada, listu kategorija opasnog otpada prema njihovoj prirodi ili aktivnosti kojom se stvaraju, listu komponenti otpada koje ga čine opasnim, listu postupaka i metoda odlaganja i ponovnog iskorišćavanja otpada itd.

Otpad se razvrstava prema Katalogu otpada koji je usklađen sa Evropskim katalogom otpada (European List of Waste/European Waste Catalog). U okviru Kataloga otpad je sistematizovan prvenstveno prema delatnostima u okviru kojih je generisan, ali i prema tipu otpada, materijalima ili procesima. U Katalogu otpada koji predstavlja zbirnu listu neopasnog i opasnog otpada, sistematizovano je više od 800 vrsta otpada, podeljenih u dvadeset grupa u zavisnosti od mesta nastanka i porekla. U Katalogu otpada, otpad se obeležava šestocifrenim brojevima (indeksni broj), pri čemu prve dve cifre označavaju aktivnost iz koje otpad nastaje, treća i četvrta cifra označavaju proces u kome otpad nastaje, a peta i šesta cifra deo procesa iz kojeg otpad nastaje.

Pri određivanju indeksnog broja otpada, uvek treba koristiti onaj indeksni broj čiji opis što tačnije prikazuje karakteristike otpada, vodeći računa o grupi i podgrupi, kao i o postupku razvrstavanja. Međutim, u nekim slučajevima potrebno je zanemariti naziv grupe i podgrupe, kako bio odabran optimalan indeksni broj na drugom mestu u Katalogu, jer on daje jasniji i tačniji opis otpada. U slučaju nedomumice, potrebno je utvrditi dodatne podatke, jer tačan opis omogućava i sigurno upravljanje otpadom.

Potrebno je napomenuti da je *Zakonom o upravljanju otpadom* (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016), zabranjeno mešanje opasnog i neopasnog otpada, kao i mešanje opasnih vrsta otpada prilikom sakupljanja i transporta.

Kao čvrst otpad prilikom izvođenja radova, pre svega će nastajati građevinski materijal. Ovaj materijal će se odlagati na privremene deponije u blizini lokacije izvršenja radova, pri čemu nije dozvoljeno nekontrolisano nagomilavanje materijala. Ni u kom slučaju se ne dozvoljava deponovanje iskopanog materijala u koritu reke ispod nivoa velike vode. Otpad koji nastaje građevinskim radovima se odvozi na trajnu deponiju koja nije u granicama predmetne lokacije i koju određuje nadležni komunalni opštinski organ. Prevoz iskopanog materijala vršiće se odgovarajućim transportnim sredstvima i mehanizacijom. Privremene deponije se moraju ukloniti najdalje po završetku građevinskih radova.

Tokom rekonstrukcije generisaće se i određene količine otpada koje čine različiti zamenjeni delovi opreme. Tu spadaju određene količine otpadnog metala (od kojih neki mogu biti i zauljeni – opasan otpad), kao i različiti elektronski otpad, koji može da sadrži i opasne materije. Za privremeno skladištenje na lokaciji, korišćiće se postojeći magacin u okviru mašinske zgrade, u kojoj se privremeno skladište opasne materije i opasan otpad. Ovaj otpad će se predavati zainteresovanim ovlašćenim organizacijama, što će obavezno pratiti Dokument o kretanju otpada ili po potrebi Dokument o kretanju opasnog otpada.

Svo otpadno ulje, kao i materijali koji su kontaminirani uljem, predavaće se zainteresovanim ovlašćenim organizacijama, u skladu sa *Pravilnikom o uslovima, načinu i postupku upravljanja otpadnim uljima* (Sl. gl. RS br. 71/10), što će biti praćeno Dokumentima o kretanju opasnog otpada, prema *Pravilniku o obrascu Dokumenta o kretanju otpada i uputstvu za njegovo popunjavanje* (Sl. gl. RS br. 114/13).

Od tečnih otpadnih materija može se pojaviti i otpadno ulje od mehanizacije. Otpadna ulja su sva mineralna ili sintetička ulja ili maziva, koja su neupotrebljiva za svrhu za koju su prvobitno bila namenjena. U ovu grupu spadaju i kočioni fluidi. Međutim, kako na HE "Potpeć" neće biti dozvoljeno bilo kakva zamena ulja ne očekuje se generisanje ovog otpada tokom radova na rekonstrukciji hidroelektrane.

U toku izvođenja radova neće biti nikakvog servisiranja i održavanja mehanizacije, kao ni dolivanja goriva i ulja na prostoru lokacije hidroelektrane "Potpeć", pa sa te strane ne treba očekivati pojavu bilo kakvog otpadnog materijala, osim u slučaju eventualnih havarija. Na lokaciji je zabranjeno odlaganje bilo kakvih derivata nafte i drugih pogonskih goriva.

Prilikom rekonstrukcije javljaće se i različiti ambalažni otpad. To se pre svega odnosi na papirne kese koje služe za pakovanje kreča, cementa i slično. Osim ovoga, ambalažni materijali koji će se javljati na radilištu u različitim količinama su: PVC džakovi, PE folije, metalni kanisteri različitih zapremina, drvene palete i dr. Postupanje sa ovim otpadom će se vršiti u skladu sa *Zakonom o ambalaži i ambalažnom otpadu* (Sl. gl. RS br. 36/09). Ambalažni otpadni materijali će se razdvajati i tako razdvojeni privremeno skladištiti do predaje ovlašćenim organizacijama. Treba napomenuti da je prema članu 18 Zakona o ambalaži i ambalažnom otpadu proizvođač, uvoznik, paker/punilac ili isporučilac dužan da besplatno preuzme otpad od sekundarne ili tercijalne ambalaže na zahtev krajnjeg korisnika.

Kao što je napred navedeno u toku rekonstrukcije i dogradnje i pri eksploataciji hidroelektrane neminovno će se generisati i čvrste otpadne materije. Ovaj otpad ne sme da se spaljuje, već je neophodno njegovo odlaganje, u za to posebno određeni kontejner, koji će po potrebi prazniti nadležno komunalno preduzeće iz Priboja.

Postoji mogućnost razdvajanja otpada u različite kontejnere za papir, PET ambalažu, staklo, metal i ostali otpad, što je jako povoljno s obzirom da se otpad najefikasnije i najlakše razdvaja na izvoru nastanka.

Kontejneri za odlaganje otpada moraju biti pristupačni i mora biti obezbeđen prostor oko njih radi lakše manipulacije i njihovog održavanja.

Odlaganje otpada mora biti organizovano tako da su svi radnici zaduženi za održavanje radnog prostora, a najveću odgovornost snosi rukovodilac objekta.

Otpadna ulja, zauljeni delovi opreme i zauljena ambalaža od ulja i maziva, elektronski otpad, gumeni otpad, fluorescentne cevi i sl. ne smeju da se odlažu sa ostalim otpadom, već je potrebno da se odvoje, privremeno skladište, a zatim da se, bez odlaganja, evakušu sa hidroelektrane i predaju ovlašćenim organizacijama.

I tokom radova na rekonstrukciji i tokom njene redovne eksploatacije javljaće se sanitarno – fekalne vode. Objekat mašinske zgrade nema izgrađenu septičku jamu ili postrojenje za prihvrat komunalnih otpadnih voda. U okviru Prethodne studija opravdanosti sa generalnim projektom prečišćavanja otpadnih voda nastalih u ogranku drinsko-limske hidroelektrane, Knjiga 2: Generalni projekat prečišćavanja otpadnih voda, Sveska 2.6. – HE „Potpeć“, Energoprojekt-Hidroinženjering, 2016.god. predviđena je ugradnja pakalnog postrojenja za prečišćavanje sanitarnih otpadnih voda kapaciteta 20-30 ES. Do izgradnje istog, u toku izvođenja radova koristiće se postojeći sanitarni čvorovi, a u slučaju potrebe biće postavljeni i prenosni hemijski toaleti, koje će prazniti preduzeće specializovano za ovu vrstu poslova.

Izvori buke koja će se javljati prilikom organizacije rada na rekonstrukciji, prema svojim karakteristikama, se dele na:

- buku koja potiče od sanacije betona i zidova,
- buku koja potiče od rada mašina i opreme, i
- buku od transportnih vozila, kojima se sirovina dovozi do hidroelektrane.

Kompleksno sagledavanje problematike buke u zoni analizirane lokacije i pristupnog puta, moguće je jedino ako se karakteristike buke istraže za konkretne lokacijske uslove. Dosadašnja saznanja iz domena buke dozvoljavaju da se, poznavajući opšte uslove prostiranja i lokacijske konstante, definiše moguće ugroženo područje, s obzirom na zakonski dozvoljene granične vrednosti nivoa.

Radom mehanizacije dolaziće do povećanja nivoa buke u granicama neposredne okoline predmetne lokacije, međutim usled dovoljne udaljenosti od stambenih objekata ovaj izvor buke neće imati uticaja na lokalno stanovništvo.

Saobraćajna buka nastaje kao posledica kretanja vozila koja transportuju mineralnu sirovinu. Nivo izloženosti buci je nivo buke pojedinačnog događaja za određeni vremenski interval i određuje se prema jednačini:

$$L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right]$$

gde je:

$p_A(t)$ – trenutna vrednost A-ponderisanog zvučnog pritiska,

p_0 – referentni zvučni pritisak ($p_0 = 20 \mu\text{Pa}$),
 t_0 – referentno trajanje (1 s),
 $t_2 - t_1$ – vremenski interval u kome se određuje L_{AE} .

Usled transporta koji prolazi pored domaćinstava, može se očekivati minimalni porast nivoa buke. Nosilac projekta je dužan da organizuje redovno održavanje ispravnosti kamiona, kako bi se uticaj ove vrste buke minimizovao. U noćnom periodu neće biti nikakvog uticaja realizacije predmetnog projekta na nivo buke, pošto se rad organizuje samo pri dnevnim uslovima.

Nakon rekonstrukcije ne očekuje se da će doći do promene u nivou jonizujućeg i nejjonizujućih zračenja.

Nivo toplotnog zračenja neće se značajno promeniti, a što se tiče vibracija agregata, vršiće se stalni monitoring pomoću senzora.

4. Prikaz glavnih alternativa

U okviru projekta rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“, nisu bile razmatrane alternative ni po pitanju lokacije, ni po pitanju trase, proizvodnog procesa ili tehnologije. Takođe, metode rada nisu bile predmet alternativnih rešenja, niti planovi lokacija ili nacrt projekta. Vrsta i izbor materijala nisu bili razmatrani kao varijante, vremenski raspored izvođenja projekta je uslovljen realizacijom projektnih aktivnosti u skladu sa dobijanjem uslova nadležnih ustanova, te ni on nije bio predmet alternativnih rešenja

U okviru projekta izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“, geološki uslovi na trasi dovoda i lokaciji mašinske zgrade dodatnog agregata HE „Potpeć“, utvrđeni na osnovu istražnih radova, inicirali su preispitivanje rešenja iz Generalnog projekta i to tunelskog iskopa za dovod vode i mera zaštite iskopa za mašinsku zgradu dodatnog agregata. Iz tog razloga, u Idejnom projektu su sagledana varijantna rešenja dovoda na potezu od brane do nove mašinske zgrade i iskopa za mašinsku zgradu. Opis i analiza tih varijantnih rešenja, koja su razmotrena pre usvajanja predloženog rešenja opisanog u poglavlju 3.3, data je u nastavku.

Varijantna rešenja dovoda vode za dodatni agregat

Nakon što su izvršeni istražni radovi i zatim definisani geološki uslovi na lokaciji dovoda i mašinske zgrade dodatnog agregata, utvrđeno je da je debljina nadsloja stene iznad kalote tunelskog iskopa za dovod vode nedovoljna sa aspekta stabilnosti tog iskopa. Za dovoljnu debljinu nadsloja uglavnom se preporučuje da iznosi najmanje dva prečnika profila iskopa ($2D_i$), izuzetno, uz mere osiguranja, može se usvojiti i nešto manja ($1,8D_i$).

U pogledu nedovoljne debljine nadsloja stene u slučaju dovoda vode za dodatni agregat HE „Potpeć“, naročito je kritičan potez dužine oko 55 m, posmatrano od lokacije mašinske zgrade. Ovakav zaključak imao je za posledicu preispitivanje rešenja dovoda iz Generalnog projekta, što je kao rezultat dalo sledeće varijante rešenja:

Varijanta 1: Rešenje dovoda iz Generalnog projekta, uz primenu injektiranja stenske mase na kritičnoj deonici.

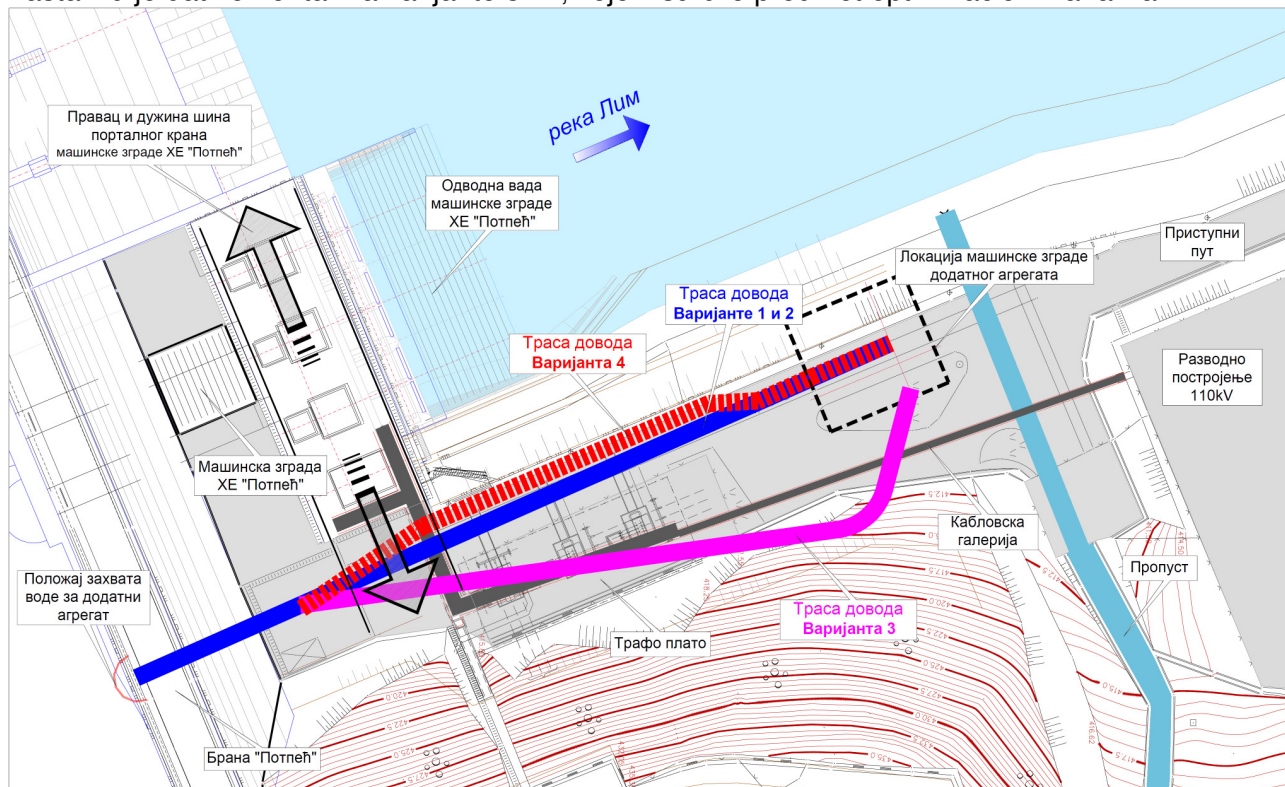
Varijanta 2: Trasa dovoda odgovara rešenju iz Generalnog projekta, s tim da je njegova niveleta na deonici od brane do mašinske zgrade spuštена za 4,2 m. Time bi se na kritičnoj deonici dobilo na debljini nadsloja stene (min $1,8D_i$). Po potrebi, u toku izvođenja radova, i na ovoj deonici bi se primenilo injektiranje stenske mase.

Varijanta 3: Trasa dovoda prema rešenju iz Generalnog projekta se na deonici od brane do mašinske zgrade izmešta tako što skreće prema postojećem trafo postrojenju ispod kojeg prolazi, a zatim lučno skreće prema lokaciji nove mašinske zgrade. Niveleta dovoda ostala bi nepromenjena u odnosu na ranije rešenje. Izmeštanjem trase, obezbedio bi se dovoljan nadsloj stene iznad kalote tunelskog iskopa za dovod, jer je u zoni izmeštanja stena prisutna bliže površini terena.

Varijanta 4: Dovod bi se izveo u plitkom otvorenom iskopu, pri čemu bi njegova trasa na deonici od brane do mašinske zgrade bila izmeštena prema reci, tj. vodila bi kosinom obale rečnog korita, u koju bi dovod bio ukopan.

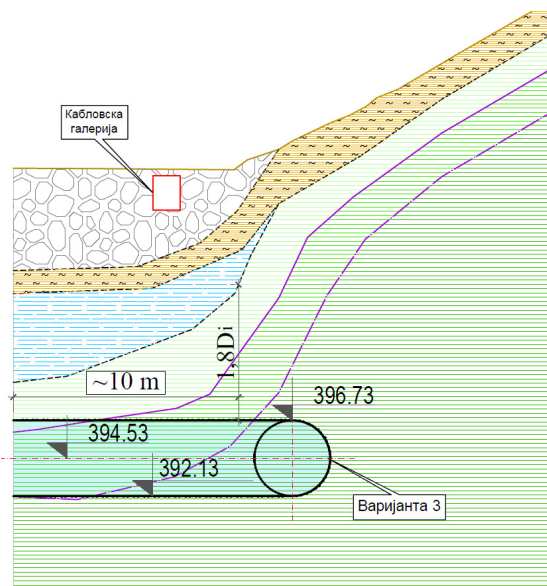
Šematski prikaz razmatranih varijanti rešenja dovoda vode za dodatni agregat dat je na situaciji HE „Potpeć“, na slici 4.1.

Nakon detaljnijeg sagledavanja, tehnički nedostaci poslednje dve varijante, 3 i 4, bili su opredeljujući da se one ne razmatraju dalje od tehničkog aspekta, dok su varijante 1 i 2 sagledane kroz tehno-ekonomsku optimizaciju. U svrhu prikaza razmatranih ideja, kao i u svrhu obrazloženja izabranog rešenja dovoda (imajući u vidu da se izmena rešenja iz Generalnog projekta odražava na tamo definisano koštanje radova i ukupne investicije), u nastavku je dat komentar na varijante 3 i 4, koje nisu bile predmet optimizacionih analiza.



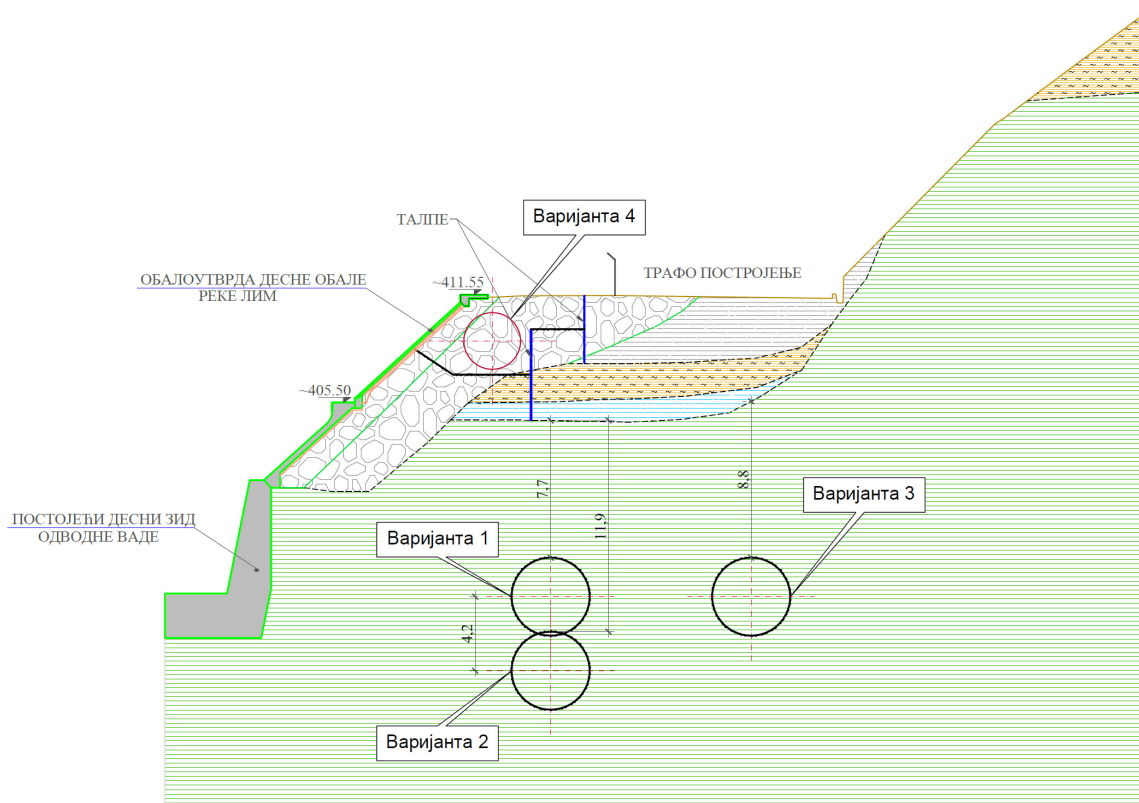
Slika 4.1. Razmatrane varijante trase dovoda vode za dodatni agregat

Osnovni nedostatak varijante 3 je u tome što se ni njom ne rešava problem nedovoljnog nadsloja na dužini od oko 10 m od mašinske zgrade (slika 4.2), što je samo za par metara manje od kritične dužine u slučaju varijante 2 (slika 4.6). Dodatno, ova varijanta podrazumeva izvođenje prostorne krivine, po spuštanju dovoda niz nizvodno lice brane, što se najčešće izbegava zbog složenosti i koštanja radova. Uz to, trasa ima i jednu (horizontalnu) krivinu više u odnosu na varijante 1 i 2.



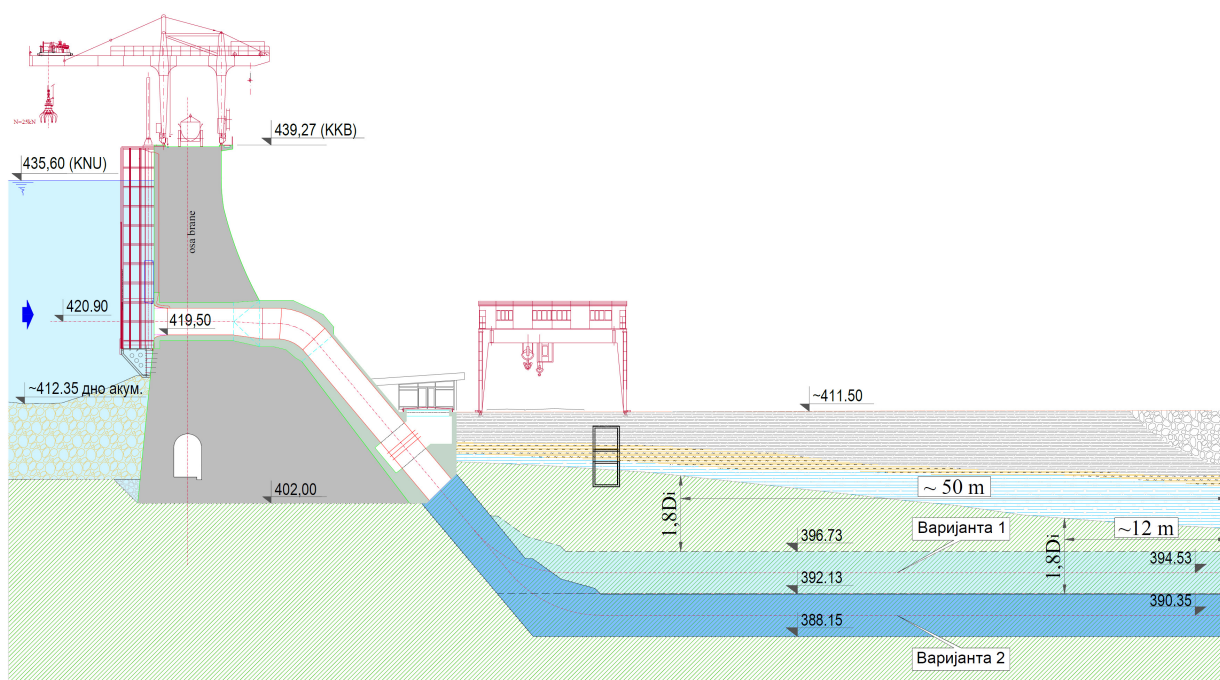
Slika 4.2. Niveleta dovoda prema varijanti 3 na kritičnoj deonici pre ulaska u mašinsku zgradu (posmatrano po pravcu dovoda)

U varijanti 4, dovod svojom trasom preseca trasu postojeće kablovske galerije na potezu od postojeće mašinske zgrade HE „Potpeć“ do trafoa i dalje do razvodnog postrojenja 35 kV. U nameri da se izbegne izmeštanje galerije, trasa dovoda je (sa pravca prema varijantama 1 i 2) pomerena prema reci. Ovim je postignuto da se za ukrštanje trasa dovoda i galerije obezbede minimalni uslovi u pogledu njihovog međusobnog rastojanja (slika 4.3), pri čemu bi izvođenje tih radova moralo biti strogo kontrolisano i sprovedeno pod odgovarajućim merama zaštite. Međutim, pomeranjem trase prema reci, da bi se dovod vratio na pravac ose agregata, bilo bi potrebno izvesti horizontalnu krivinu skretnog ugla oko 20° , a odmah zatim i vertikalnu krivinu da bi se dovod spustio do kote ose radnog kola agregata (slika 4.4). Za te potrebe, otvorio bi se iskop na dužini od oko 30 m od lokacije nove mašinske zgrade, kojim bi se ugrozila stabilnost platoa postojećeg trafo postrojenja. Takođe iz razloga osiguranja iskopa, da ne bi došlo do potkopavanja postojećeg trafo platoa, na pravcu dovoda paralelno sa platoom, iskop bi se izvodio pod zaštitom talpi, ili pod drugim vidom zaštite (slika 4.5). Uvažavajući navedena obrazloženja, varijanta 4 je izuzeta iz daljeg razmatranja.



Slika 4.5. Položaji niveleta dovoda prema razmatranim varijantama na oko 40 m od lokacije mašinske zgrade

Varijante 1 i 2 (slika 4.6) su međusobno upoređene sa aspekta razlike u koštanju radova, kako je dato u tabeli 4.1. Analiza je urađena za preliminarno definisano tehničko rešenje, koje se zasniva na onom iz Generalnog projekta (sa odvodnom vadom otvorenog tipa).



Slika 4.6. Podužni presek dovoda od brane do mašinske zgrade – varijante 1 i 2

Tabela 4.1. Poređenje varijanti dovoda 1 i 2 sa aspekta razlika u koštanju radova

Р.бр.	ПОЗИЦИЈА	Ј. мере	Ј. цена [€/ЈМ]	Варијанта 1		Варијанта 2	
				Кол.	Коштање [€]	Кол.	Коштање [€]
A.	ДОВОД						
1.	Земљани радови						
1.1.	Тунелски ископ	m ³	65		0	30	1.950
1.2.	Заштита ископа - инјектирање са површине терена - бушење - инјектирање	m'	70	675 пауш.	59.500 47.250 12.250		
2.	Бетонски радови						
2.1.	Испуна армираним бетоном око цевовода у тунелу	m ³	170		0	20	3.400
	Укупно ДОВОД				59.500		5.350
Б.	МАШИНСКА ЗГРАДА						
1.	Земљани радови						
1.1.	Ископ у стени	m ³	9			2000	18.000
2.	Бетонски радови						
2.1.	Масивни армирани бетон темељног дела машинске зграде	m ³	110		0	510	56.100
2.2.	Армирани бетон косе плоче одводне ваде	m ³	120		0	30	3.600
2.3.	Армирани бетон вертикалних зидова одводне ваде	m ³	140		0	65	9.100
3.	Армирачки радови						
3.1.	Арматура	t	950		0	60	57.000
	Укупно МАШИНСКА ЗГРАДА				0		143.800
	УКУПНО (А+Б)				59.500		149.150

Uzimajući u obzir samo pozicije i količine radova koje prave razliku između varijanti 1 i 2, prema rezultatima iz tabele 4.1, razlika u njihovom koštanju iznosi oko 90.000 evra (u korist varijante 1). Iako je varijanta 2 skuplja, zbog neizvesnosti i potencijalnih problema u izvođenju koje nosi varijanta 1 (usled nedovoljne debljine nadsloja stene na dužini od oko 50 m), za rešenje dovoda je ipak **usvojena varijanta 2**.

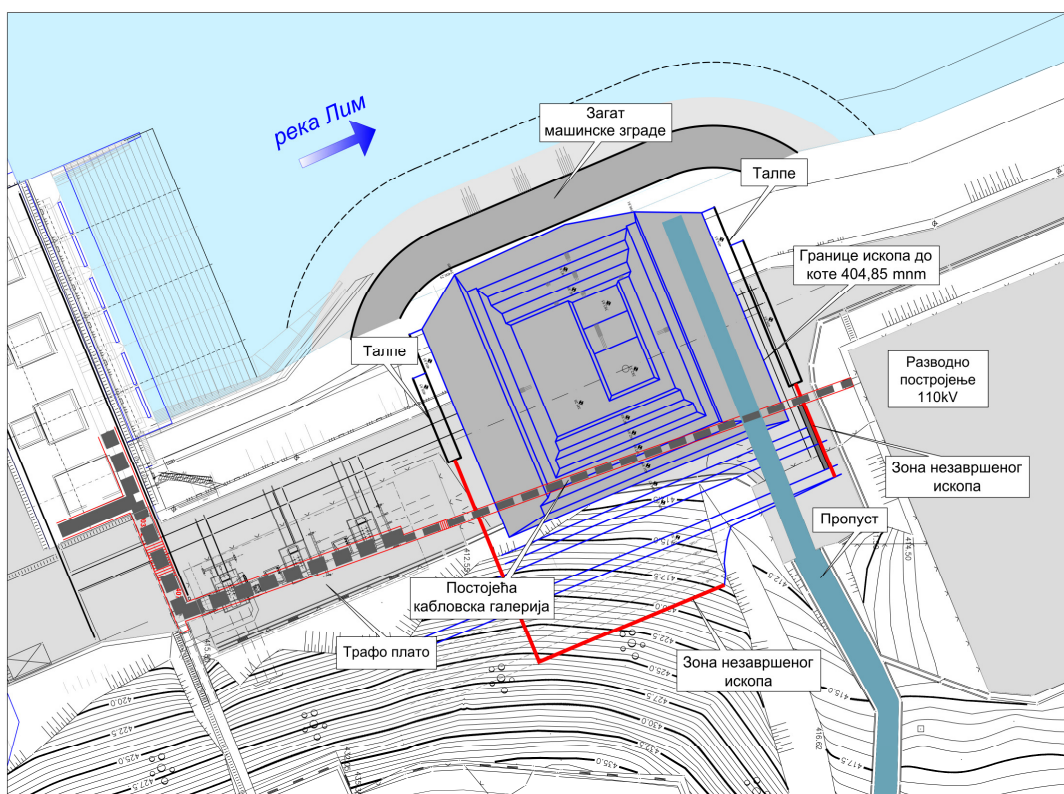
Варијантна ређења ископа за машинску зграду додатног агрегата

Geološki uslovi na lokaciji mašinske zgrade dodatnog agregata, utvrđeni istražnim radovima, pokazali su se nepovoljnim sa aspekta izvođenja iskopa građevinske jame za konstrukciju mašinske zgrade. Nepovoljnost geoloških uslova ogleda se najviše u većoj debljini nasutog sloja, odnosno dubljem položaju linije stene (u odnosu na površinu terena) od onog koji je pretpostavljen u Generalnom projektu, na osnovu raspoložive dokumentacije iz perioda projektovanja i izgradnje HE „Potpeć“. Ovo je za posledicu imalo značajno širenje otvorenog iskopa u slojevima mekog materijala (zastupljenog do dubine od oko 13 m od površine terena). U uslovima blizine postojećih objekata u funkciji, ovo je otvorilo mogućnosti za veći broj problema u smislu ugrožavanja stabilnosti tih objekata, a u zaleđu mašinske zgrade i ugrožavanja stabilnosti terena. Zbog toga su razmotrena varijantna rešenja iskopa, koja se zasnivaju na primeni zaštitnih elemenata i potpornih konstrukcija – čeličnih talpi i armirano betonskih dijafragmi.

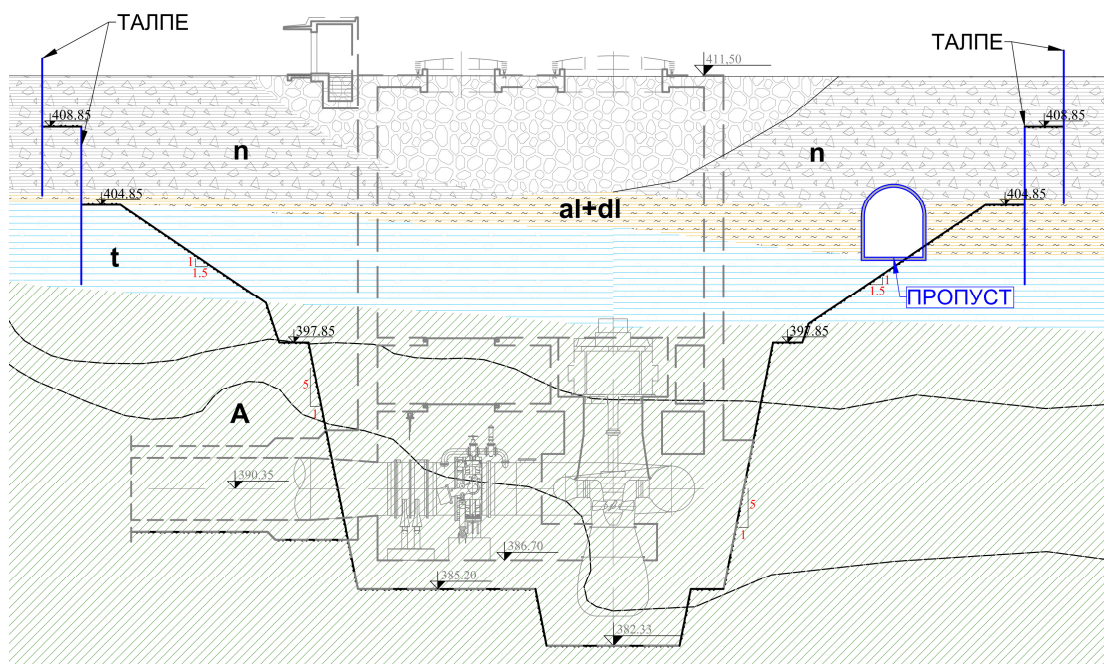
U datim uslovima, široki otvoreni iskop nikako se ne bi mogao primeniti drugačije osim u kombinaciji sa nekom vrstom potporne konstrukcije, ili zaštitnih elemenata. Oni bi bili postavljeni tako da obezbeđuju stabilnost gornjih slojeva terena (nasutog materijala), odnosno po obodu otvorenog iskopa koji bi se izveo u donjim slojevima, približno ispod kote 404,85 mm. Ovakva koncepcija se zasniva na težnji da granice iskopa budu na dovoljnom rastojanju od obližnjih postojećih objekata na lokaciji buduće mašinske zgrade.

Iz ekonomskih razloga, za zaštitu iskopa se u prvim iteracijama rešenja težilo primeni čeličnih talpi. Međutim, geološki uslovi terena na lokaciji buduće mašinske zgrade i zahtevi izvođenja talpi ograničili su njihovu primenu. U zaleđu mašinske zgrade, zbog položaja linije

stene bliže površini terena, ne postoji mogućnost pobijanja talpi. Sa uzvodne i nizvodne strane mašinske zgrade, imajući u vidu geološke granice definisane na osnovu rezultata istražnih radova, primena talpi moguća je samo delimično (slika 4.7).



Slika 4.7. Plan otvorenog ископа u kombinaciji sa talpama



Slika 4.8. Otvoreni iskop u kombinaciji sa talpama – presek po osi agregata paralelno sa tokom reke Lim

Na posmatranoj lokaciji, i primena armirano betonske dijafragme u kombinaciji sa otvorenim iskopom takođe ima svojih ograničenja. Iz razloga povoljnosti geoloških karakteristika terena za izvođenje dijafragme, preporuka je da se ona izvede tek od kote 405,00 mnm (oko 6,5 m niže od površine terena), tj. kroz geološku sredinu (slojeve) zastupljenu ispod nasutog materijala. Uz ovaj uslov, otvoreni iskop u kombinaciji sa dijafragmom nema smisla, jer je efekat sužavanja granica iskopa značajan upravo u tim gornjim slojevima terena (iznad kote 405,00 mnm).

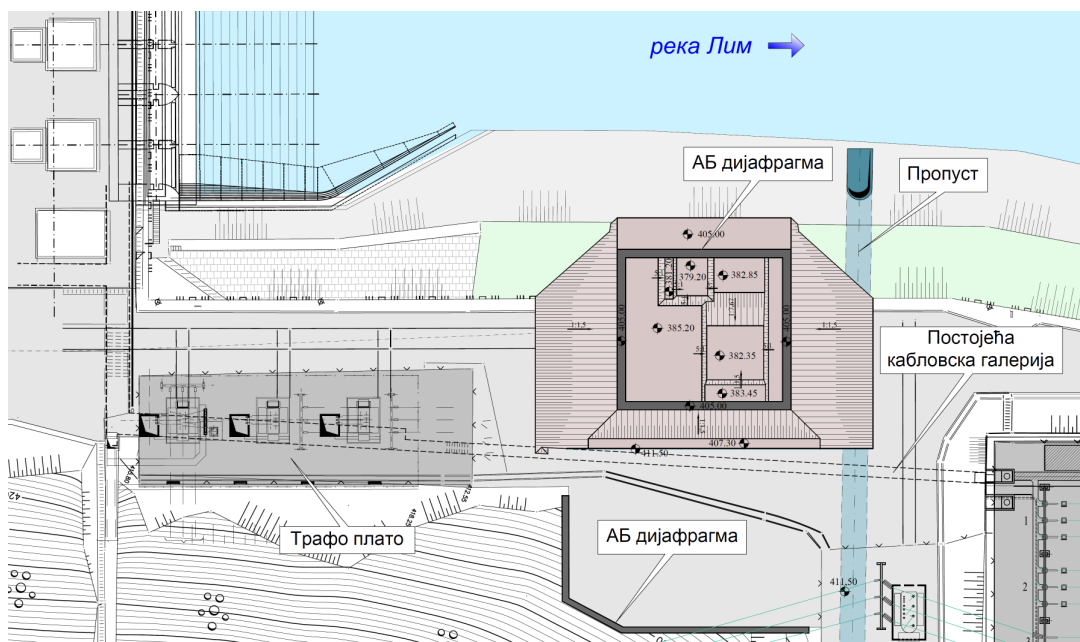
U zaleđu mašinske zgrade, gde se spušta padina terena ispod platoa razvodnog postrojenja 35 kV, otvoreni iskop praktično nije moguće završiti bez primene neke vrste potporne konstrukcije (zona nezavršenog iskopa na slici 4.7).

Nedostatak otvorenog iskopa je i neophodnost izmeštanja postojeće kablovske galerije na potezu između postojećeg trafo platoa i razvodnog postrojenja 110 kV. U toku trajanja radova na izmeštanju galerije, HE „Potpeć“, razvodno postrojenje 110 kV, kao i dalekovodi koji se na njega vezuju, morali bi biti van funkcije. Pored toga, otvoreni iskop bi zahtevao i privremeno izmeštanje armirano betonskog propusta, kojim se u reku Lim odvođe sakupljene atmosferske vode sa magistralnog puta Nova Varoš – Priboj. Propust prolazi ispod pristupnog platoa HE „Potpeć“, pravougaonog je poprečnog profila koji je u gornjem delu zasvođen, svetlog otvora širine 3,0 m i visine 3,5 m.

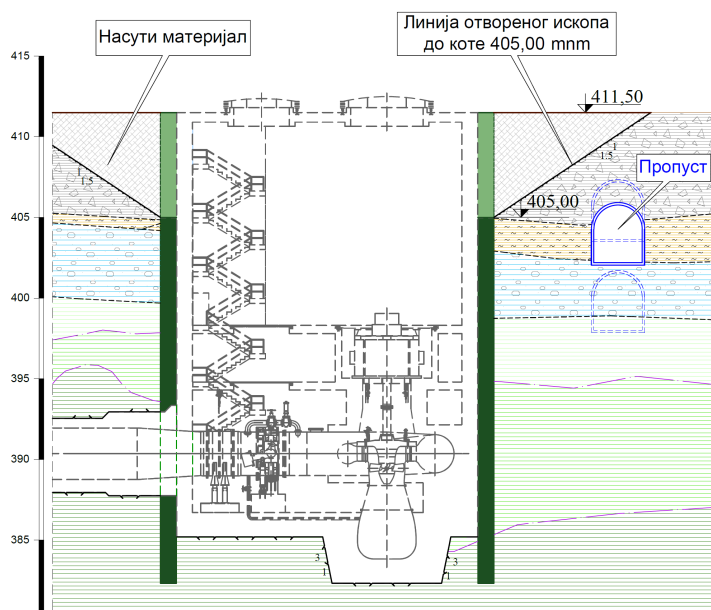
Sva prethodno izneta razmatranja usmerila su rešenje iskopa građevinske jame za novu mašinsku zgradu na primenu AB dijafragme koja bi bila izvedena po obimu buduće betonske konstrukcije mašinske zgrade (slika 4.9), do dubine koja odgovara najnižoj koti njenog fundiranja. Osnovna prednost primene AB dijafragme ogleda se u sužavanju zone radova, čime bi se izbegli uticaji na obližnje objekte u funkciji. Osnovna mana ove varijante je njeno koštanje, naročito imajući u vidu potrebnu dubinu izvođenja dijafragme od ~23 m. S druge strane, primenom dijafragme, pored toga što bi se izbeglo izmeštanje postojeće kablovske galerije i propusta, izostala bi i potreba za izgradnjom zagata koji bi štitio građevinsku jamu mašinske zgrade od voda reke Lim (slika 4.7).

Iz konstruktivnih razloga, koji su posledica primene AB dijafragme i metodologije izvođenja radova na izgradnji mašinske zgrade, potrebno je da teren kosine desne obale reke Lim, sa spoljne strane dijafragme prema reci, ne bude uklonjen iskopom. Ovim se kao rešenje odvodne vode mašinske zgrade dodatnog agregata nametnulo da ona bude tunelskog tipa.

Iskop za plato trafoa dodatnog agregata izveo bi se, takođe, pod zaštitom dijafragme, koja bi kasnije u eksploataciji ostala kao stalni objekat u funkciji potpornog zida (slika 4.9).



Slika 4,9. Plan iskopa pod zaštitom AB dijafragme izvedene po obimu konstrukcije mašinske zgrade



Slika 4,10 AB dijaфрагма по обиму конструкције машине зграде – пресек по оси агрегата паралелно са током реке Лим

5. Prikaz stanja životne sredine

U ovom poglavlju biće opisani činioci životne sredine za koje postoji mogućnost da budu izloženi riziku usled izvođenja predmetnog projekta, a to su, pre svega, stanovništvo, flora i fauna, zemljište, voda, vazduh i dr.

5.1 Stanovništvo

Stanovništvo područja okoline akumulacije „Potpeć“ pretežno živi u planinskim naseljima starovlaškog razbijenog tipa, malog populacionog kapaciteta do najviše 400 stanovnika, koja teritorijalno pripadaju opštinama Prijepolje i Priboj. Na desnoj obali jezera nalaze se naselja: Pribojske Čelice (110), Biskupići (12), Drenova (162) Rasno (379) i Donja Bistrica, dok su na levoj obali Kalafati (255), Mažići (203), Kučin (137), Džurovo (89) i Izbičanj (31) sa prikazanim brojem stanovnika 2011. godine. Izdvaja se Pribojska Banja sa 3013 stanovnika kao veće turističko mesto i značajno banjsko termomineralno i vazdušno lečilište, na zaravni 2 km nizvodno od brane. Od sredine dvadesetog veka ruralna naselja su bila izložena konstantnom padu nataliteta, izrazitom procesu depopulacije, jačanju procesa starenja stanovništva i demografskom praznjenju područja prema opštinskim i regionalnim centrima. Neposredna okolina elektrane je nenaseljena, najbliže kuće su na većoj udaljenosti od 500 m od pregradnog profila.

Poslednjih decenija prošlog veka društvene prilike u slivu Lima su se drastično promenile, jer je zbog ratnih dešavanja na okolnim prostorima došlo do smanjenja broja stanovnika i u opštinskim centrima, pada industrijske proizvodnje i društvenog proizvoda. U okolini akumulacije Potpeć mala je naseljenost. Neposredna okolina elektrane je nenaseljena, najbliže kuće su na većoj udaljenosti od 300 m od pregradnog profila.

Stanovništvo područja okoline akumulacije pretežno živi u planinskim naseljima starovlaškog razbijenog tipa, malog populacionog kapaciteta do najviše 400 stanovnika. Izdvajaju se veća naselja Zalug kao prigradsko naselje Prijepolja na obali Lima i Pribojska Banja sa okolnim planinskim zaseocima. Banja je turističko mesto sa položajem na zaravni iznad desne obale Lima, 2 km udaljena od brane i značajno banjsko termomineralno i vazdušno lečilište.

Najveći deo stanovništva u okolini akumulacije se bavi poljoprivredom, stočarstvo je daleko zastupljenije od ratarstva, građevinarstvom, preradom poljoprivrednih proizvoda, trgovinom i ostalim delatnostima.

5.2 Flora i fauna

Na području sliva Lima najzastupljenija su dva osnovna vegetacijska tipa: šume i pašnjačko-livadske zajednice.

Šume sa učešćem oko 50% su ravnomerno raspoređene po teritoriji sliva Lima do nadmorske visine 1800 mnm. Niže terene i južne padine zauzimaju asocijacije hrasta, cera i graba, dok više terene, vlažnija zemljišta i severne ekspozicije prekrivaju asocijacije bukve i

smrče. Iznad bukovih i bukovo-jelovih sastojina nalazi se pojas dobro očuvanih četinarskih šuma. Duž aluvijuma Lima javljaju se meki lišćari vrbe i topole, a duž pritoka i jova, dok su klisure na južnim ekspozicijama obrasle crnim borom.

Pašnjaci se prostiru na najsiromašnijim, strmim padinama i visokim planinskim površinama iznad granice šume i čine ogromni potencijal za razvoj stočarstva ovog regiona. Na nižim terenima do nadmorske visine od 1200 mnm livade zauzimaju velike površine, na boljim, dubljim i plodnijim zemljištima blažeg nagiba, duž tokova reka na aluvijalnim terenima i u blizini naselja.

Reka Lim i njegove pritoke izuzetno su bogati plemenitim vrstama ribe. Potpečko jezero naseljava 15 vrsta riba iz pet familija i odgovara donjem ciprinidnom području Lima. Najbrojnija familija *Cyprinidae* sa 9 vrsta je rasprostranjena u vodenim sektorima sa manjim brzinama toka: šaran, plotica, skobalj, klen, mrena, krkuš, potočna mrena, som. Gornji uzvodni deo jezera, hladnije sektore bogate kiseonikom nastanjuje familija *Salmonidae*, koja je zastupljena sa ređim populacijama ribljih vrsta: mladica, lipljen, jezerska pastrmka.

Na samoj predmetnoj lokaciji nema registrovanih retkih ili ugroženih biljnih i životinjskih vrsta, kao ni posebno vrednih biocenoza. Bližu okolinu lokacije pokriva šumska i livadska vegetacija.

Zavod za zaštitu prirode Srbije je izdao Rešenje o uslovima zaštite prirode za izdavanje lokacijskih uslova za rekonstrukciju proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć“, br. 020-744/2 od 13.04.2017. godine i Rešenje o uslovima zaštite prirode za izdavanje lokacijskih uslova za izgradnju četvrtog agregara u HE „Potpeć“, br. 020-1497/2 od 23.08.2016. godine, gde je nakon uvida u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara Srbije i dokumentaciju Zavoda, utvrđeno da se predmetna lokacija ne nalazi unutar zaštićenog područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, kao ni u obuhvatu ekološke mreže. Kopije pomenutih Rešenja su data u prilogu ove Studije.

5.3 Zemljište, voda i vazduh

Obzirom da opština Priboj nije uključene u mrežu stanica za merenje emisije i imisije, na lokaciji hidroelektrane se ne sprovodi sistematsko merenje kvaliteta vazduha. Najznačajniji potencijalni zagađivač vazduha je magistralni put M21, jedina kvalitetna saobraćajna veza između Republike Srbije i Republike Crne Gore. Zagrevanje individualnih domaćinstava i odsustvo industrije u slabo naseljenom području u okolini generišu male emisije zagađenja vazduha.

Na predmetnoj lokaciji u prethodnom periodu nisu vršena ispitivanja kvaliteta zemljišta i vazduha.

Ne očekuje se promena kvaliteta vazduha u budućem periodu, naročito tokom eksploatacije male hidroelektrane, obzirom da su uticaji koji mogu da uslede minimalni. Moguće je da u periodu izvođenja radova dođe do porasta taložnih, ili suspendovanih materija (usled izvođenja građevinskih radova i prisustva mehanizacije koja će vršiti građevinske radove), ali se smatra da nakon perioda izgradnje neće doći do pogoršanja kvaliteta vazduha na predmetnoj lokaciji, budući da je proizvodnja električne energije u hidroelektranama okarakterisana kao tehnologija koja je u skladu sa očuvanjem životne sredine.

Za kontrolu površinske vode iz vodotoka i akumulacija, JP Elektroprivreda Srbije ima potpisan ugovor sa Institutom za zaštitu na radu a.d. Novi Sad koji vrši kvartalno uzorkovanje površinskih voda iz svih elektroenergetskih objekata u sastavu PD „Drinsko – Limske HE“ d.o.o. Bajina Bašta.

Obrađivaču Studije su na raspolaganju bile sledeće analize kvaliteta vode:

- Reka Lim uzvodno i nizvodno od akumulacije Potpeć urađene u 2016. god.-4 analize
- Reka Lim uzvodno i nizvodno od akumulacije Potpeć urađene u 2017. god.-2 analize

Za potrebe izrade ove Studije februara 2018. izvršeno je uzorkovanje i ispitivanje kvaliteta vode reke Lim (uzvodno i nizvodno od akumulacije Potpeć) od strane Gradskog zavoda za javno zdravlje, Beograd.

Sve dostupne analize kvaliteta vode date su u prilogu Studije.

Na osnovu gore pomenutih rezultata ispitivanja kvaliteta vode, a u skladu sa Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012) može se zaključiti sledeće:

pH vredost

pH vrednost vode se kreće u oblasti slabo alkalnih vredosti i iznose 7,94 – 8,53 uzvodno i 7,87 – 8,22 nizvodno i pripada I klasi.

Mmineralizacija vode

Reka Lim spada u grupu srednje mineralizovane vode. Ukupne rastvorne soli su se kretale između 127 i 255 mg/l uzvodno, tj. 134 - 257 mg/l nizvodno i po ovom parametru pripadaju I klasi vodotoka.. Od mineralnih materija, makro komponenti, najviše variraju sulfati čija vrednost se kretala od 4,85 do 7,64mg/l i na osnovu gore pomenute Uredbe pripadaju I klasi vodotoka.

Mutnoća i suspendovane materije

Rezultati ovih parametara u pojedinim analizama su u kontradiktornosti, s obzirom da su vrednosti mutnoće bile znatno veće od koncentracije suspendovanih materija. Od logičnih analiza, koncentracija suspendovanih materija se kretala od 2,1 mg/l do 7 mg/l uzvodno, odnosno od 4,2 mg/l do 10 mg/l nizvodno, a mutnoća vode je bila od <0,2 – 2,5 NTU uzvodno, tj. od <0,2 do 3,3 NTU uzvodno.

Nutrijenti-biogeni elementi

Koncentracije nitrata su manje od 0,36 mg/l do 1 mg/l uzvodno, odnosno od <0,5 mg/l do 0,84 mg/l nizvodno, (I klasa). Koncentracije nitrita je od 0,003-0,033 mg/l uzvodno, odnosno od 0,003 sa skokom u jednoj analizi sa vrednošću od 0,146 mg/l. Amonijakni azot je bio u opsegu od <0,03 do 0,16 mg/l uzvodno i <0,03-0,33, što pripada I-II klasi vodotoka.

Na osnovu koncentracije ukupnog azota (0,65-1,48 mg/l uzvodno i 0,64-1,48 mg/l nizvodno) reka Lim pripadi I-II klasi.

Na osnovu koncentracije ukupnog fosfora voda pripada I klasi.

Sadržaj rastvorenog kiseonika

Stepen zasićenosti kiseonikom je jedan od osnovnih parametara za ocenu kvaliteta vode i direktno zavisi od temperaturnog režima, kao i prisustva oksidabilnih materija. Koncentracija rastvorenog kiseonika se kretala od 8,13 do 10,34 mg/l uzvodno i 7,7,69 d 9,59 mg/l nizvodno. Po ovom parametru voda reke Lim pripada I-II klasi.

Sadržaj organskih materija

Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK₅) je bila u opsegu od 1,1 do 5,28 mg/l uzvodno, odnosno 0,72- 2,23 mg/l nizvodno, a hemijska potrošnja kiseonika (HPK) je u opsegu od <4-24,4 mg/l uzvodno i <4 do 20,9 mg/l. Na osnovu ovih parametara voda pripada II-III klasi. Ove vrednosti ipak ukazuju na organsko zagađenje vode, što je posledica antropogenog uticaja i dotoka fekalnog zagađenja u reku. Ono što je zanimljivo je da su vrednosti nizvodno niže od vrednosti ovih parametara uzvodno, jer se voda nakon prolaska preko lopatica turbine dodatno aeriše pri čemu dolazi do smanjenja organskog zagađenja.

Teški metali u vodi

Od teških metala i prioritetnih i hazardnih supstanci u vodi, nisu zabeleženi veći skokovi i koncentracije su bile u graničnim vrednostima i na osnovu datih podataka reka Lim po ovim parametrima pripada I klasi vodotoka.

5.4 Klimatski činioci

Klimatografija sliva reke Lim je uslovljena izrazitim reljefom područja, položajem visokih planina koje okružuju sliv sa istoka i zapada i otvorenosti sliva sa severa. Dok u visokim oblastima sliva vlada planinska klima, u nizijama sliva vlada umereno kontinentalna klima (srednje evropski tip).

Postoji izrazit rast padavina od 750 mm u dolini Lima na delu Brodarevo-Prijepolje do prosečnih 1500 mm u gornjem toku Lima i 2000 mm na obodnim visokim delovima sliva. Na delu sliva u Republici Crnoj Gori su zabeleženi podaci na meteorološkim stanicama Berane (690 mm) i Bijelo Polje (560 mm). Prosečne godišnje padavine za period obrade 1949-1991. godine iznosile su 761 mm na kišomernoj stanici Priboj i 785 mm u Prijepolju.

Prosečna godišnja temperatura vazduha iznosi 9,3°C u Prijepolju i Priboju, 8,6°C za Berane i 8,8°C a za Bijelo Polje sa godišnjim amplitudama oko 20°C. U okolini akumulacionog jezera „Potpeć“ zastupljen je kontinentalni pluviometrijski režim, koji se odlikuje čestim i obilnim kišama u letnjoj polovini godine tokom maja i juna, prilično suvom zimom i pojavom sporednog padavinskog maksimuma s jeseni.

Kao posebnu odliku klime u ovom kraju treba istaći to da je kotlina Lima često pod maglom. Magle ima najviše s proleća i jeseni, kada ima najviše taloga, a leti se javljaju samo pri visokim temperaturama. Zastupljenost magli je više u kišnim nego u sušnim godinama, i

osustvuju kada su zime hladne i oštre sa snegovima. Ovakvi klimatski uslovi predstavljaju posebnu pogodnost za razvoj kao letnjeg tako i zimskog turizma.

5.5 Plivajući nanos

Problem površinskog nanosa je osnovni problem akumulacije Potpeć i posledica je mnogobrojnih smetlišta u zoni akumulacije (na obali akumulacije).

U toku obilaska terena, uzvodno od HE, na obali Lima, registrovane su dve velike deponije:

1. Gradska deponija opština Priboj i Nova Varoš
2. Gradska deponija opština Prijepolje



Slika 5.1: Gradska deponija opština Priboj i Nova Varoš



Slika 5.2: Gradska deponija opštine Prijepolje

S obzirom da na Limu nema uzvodnih akumulacija i da je akumulacija „Potpeć“ čeonu akumulacija, značajno je ugrožena plivajućim nanosom, koji dospeva na pregradni profil sa uzvodnih deonica i čitavog slivnog područja. Lim kao izraziti bujični vodotok u vreme visokih vodostaja stihijski donosi znatne količine plutajućeg nanosa biljnog i životinjskog porekla (granje, iščupana stabla drveća, razne vrste šiblja, trske, korova, suve grane drveća, uginule životinje), plastičnu ambalažu (plastične flaše, PVC folije i džakove, plastične kese), automobilske gume i raznovrsni komunalni otpad. Plivajući nanos potiče iz svih uzvodnih naselja Republike Srbije i Crne Gore u dolini Lima, u kojima se odlaganje otpada vrši na nehigijenske komunalne deponije u priobalju Lima i ilegalno na smetilišta duž korita Lima i akumulacije „Potpeć“. Pored mogućnosti propuštanja plivajućeg nanosa preko ustava brane, plivajući nanos dospeva do ulaznih građevina hidroelektrane „Potpeć“, izaziva začepljenje rešetki na ulazu u dovodne cevovode, smanjuje kapacitet protočnog trakta i energetske efekte elektrane i do 30%, što je naročito izraženo poslednjih desetak godina. Kao posledica uvlačenja plivajućeg nanosa u dovodne organe može da nastupi oštećenje opreme i havarija, kao i isključenje pojedinih agregata ili celokupne elektrane iz pogona.

6. Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu

Izgradnja betonske brane, hidroelektrane HE „Potpeć“ i formiranje Potpećkog jezera prouzrokovali su trajne gubitke prirodnih resursa i znatne poremećaje životne sredine pre više od 50 godina. Oni su istovremeno kompenzovani razvojem energetike i postignutim ekonomskim razvojem područja i cele državne zajednice. Ovaj proces je okončan uspostavljanjem trajne stabilne ravnoteže između objekata hidroenergetskog sistema i prirodnog biodiverziteta u okruženju.

Mogući značajniji uticaji projekata na životnu sredinu se razlikuju u zavisnosti od toga da li će se dešavati za vreme izvođenja radova na rekonstrukciji i dogradnji hidroelektrane „Potpeć“, ili u toku njene dalje eksploatacije i mogu biti pozitivni i negativni.

Za razliku od izgradnje Limske hidroelektrane „Potpeć“, realizacija rekonstrukcije i revitalizacije neće prouzrokovati značajnije promene životne sredine.

Izradnjom novog agregata postoji mogućnost pojave negativnih uticaja na životnu sredinu u toku realizacije tehničkog rešenja koji se mogu svesti na najmanju moguću meru izborom savremene opreme proizvodnog agregata i kontinualnim praćenjem njihovog rada.

Mogući uticaji na životnu sredinu u fazi izgradnje dodatnog agregata HE „Potpeć“ su privremenog karaktera, prostorno ograničeni na lokacije izvođenja radova, privredno gradilište, pristupne saobraćajnice, odlagališta i deponije građevinskog materijala. Uticaji su ograničeni po trajanju i intenzitetu i uglavnom prestaju nakon realizacije predviđenih radova. Međutim zbog prisustva štetnih materija, ulja, masti i nafte, ili toksičnih aditiva goriva, teških metala ili organskih materija, zemljište i vode mogu da postanu neupotrebljivi i u dužem vremenskom periodu, što bi prouzrokovalo trajne poremećaje kvaliteta životne sredine. Kao posledica prisustva izvođača, mehanizacije, organizacije izvođenja projektom predviđenih radova uz primene različitih tehnologija, moguće su sledeće promene u životnoj sredini: narušavanje kvaliteta vazduha, površinskih voda i zemljišta, povećanje nivoa buke i vibracija, pojava vizuelnih efekata, zauzeće prostora, otežan saobraćaj i nepovoljan uticaj na vodene ekosisteme.

U toku eksploatacije HE „Potpeć“ ne očekuju se novi značajniji uticaji na životnu sredinu. Imajući u vidu da su brana, hidroelektrana, akumulacija i svi prateći objekti odavno izgrađeni, može se reći da su se izvesni poremećaji koja je izazvala ta izgradnja, pre više od 50 godina, odavno anulirali i da je ekosistem zauzeo svoju novu ravnotežu. Objekti hidroelektrane i vodotoka nizvodno od brane i mašinske zgrade su odavno sastavni deo životne sredine regiona.

Usvojeni radovi na rekonstrukciji i dogradnji HE „Potpeć“, neophodni su, ne samo zbog povećanja energetske-ekonomskih efekata, već i zbog poboljšanja funkcionisanja i povećanja faktora sigurnosti, što su pozitivni efekti na čoveka i životnu sredinu neposredno uz objekat i nizvodno.

6.1 Mogući uticaji na kvalitet vazduha, voda, zemljišta, nivoa buke, intenziteta vibracija, toplote i zračenja

Vazduh je medijum na koji sve emisije prašine i gasova imaju direktan uticaj, koji se reflektuje kao lokalno zagađenje. Pri normalnom radu, pored zapašenosti koja se javlja pri izvođenju radova (sanaciji betona i zidova), nastaju i produkti sagorevanja motora sa unutrašnjim sagorevanjem transpotnih sredstava i mehanizacije.

Glavni polutanti u vazduhu koji se mogu očekivati u izvođenja radova na rekonstrukciji i dogradnji hidroelektrane su čvrste čestice (prašina).

Na promenu kvaliteta vazduha potencijalno može da utiče: prašina i čvrste čestice emitovana tokom izvođenja građevinskih radova i miniranja, zatim emisija izduvnih gasova (CO_2 , NO_x , SO_2 , čađ) iz mašina i vozila, koja kao pogonsko gorivo koriste naftne derivate, uglavnom praćena neprijatnim mirisom. Koncentracija zagađujućih materija u vazduhu opada sa udaljenošću od mesta emisije zagađenja, pa se kratkotrajni negativni uticaj može očekivati samo na prostoru izvođenja radova i najbližoj okolini i neće doći do pogoršavanja kvaliteta vazduha u širim razmerama.

Čvrste čestice preko vetra dospevaju u atmosferu i u zavisnosti od veličine čestice, talože se u neposrednoj i daljoj okolini, dok najsitnije frakcije ostaju da lebde u vazduhu ili se transportuju na veće udaljenosti od izvora. Nataložena prašina se atmosferskim padavinama spira sa biljaka i bujicama se transportuje u vodene tokove ili se taloži na okolno zemljište. Do pojave čestičnog zagađenja na širem području može doći u slučaju loših meteoroloških uslova, kada se ona može raznositi i deponovati na manjoj ili većoj udaljenosti.

Takođe, povećanje koncentracije praškastih materija u vazduhu mogu izazvati i transportna sredstva podizanjem prašine duž transportnih puteva. Iz tog razloga je neophodno održavati puteve i, po potrebi ih redovno orošavati. Bitno je napomenuti da i u slučaju pojave prašine, ona u sebi ne sadrži toksične materije, ni teške metale, ali bi imala negativno dejstvo na respiratorne organe stanovništva koje je naseljeno duž puta.

Prilikom izvođenja zemljanih radova za objekat mašinske zgrade dodatnog agregata radi postavljanja novog agraeta moguće je privremeno povećanje sadržaja čvrstih materija u rečnoj vodi Lima. Ovo se javlja kao posledica uklanjanja sloja nanosa sa stenovite podloge na dnu reke za potrebe postavljanja zagata, tokom početnog praznjenja temeljne jame i tokom uklanjanja zagata. Generalno se ne očekuje značajnije pogoršanje kvaliteta, jer je vodena sredina u stanju da podnese oscilacije u koncentraciji suspendovanih materija.

Sa druge strane, povećanjem instalisanog proticaja hidroelektrane „Potpeć“ i regulisanjem vrednosti garantovanog proticaja prema zahtevima vodoprivredne dozvole ne narušava se vodni režim HE „Potpeć“, nizvodno od dodatnog agregata, samo se postižu daleko bolji energetski efekti. Neznatna promena vodnog režima može nastupiti na potezu Lima između brane i odvodne vade dodatnog agregata u dužini od oko 60 m. Do narušavanja kvaliteta površinske vode i zemljišta može doći usled procurivanja turbinskih i transformatorskih ulja iz opreme dodatnog agregata, nemara pri manipulaciji čistim i korišćenim uljima i masti za podmazivanje, pošto ove supstance imaju svojstva opasnog otpada.

Zbog neispravnosti mehanizacije i nemarnosti osoblja koje upravlja mašinskim parkom, zemljište, površinske i podzemne vode mogu biti zagađeni opasnim i otpadnim materijama (mašinsko ulje, gorivo, itd), što prouzrokuje promene privremenog i trajnog karaktera.

Mašinska i elektro oprema i instalacije elektrane, koje su predviđene za zamenu, predstavljaju veliku količinu otpadnog materijala koji pri tom može da bude korodiran, u manjoj meri zaprljan turbo ili trafo uljem ili mašću za podmazivanje. Kao potencijalni zagađivač životne sredine opasnim materijama ovaj materijal se mora odlagati na strogo propisane lokacije za deponovanje upotrebljene opreme. Radovi na revitalizaciji će se uglavnom odvijati unutar mašinske zgrade.

Atmosferske vode bi mogle da dovedu do spiranja zemljišta i puteva i time do određenog kratkoročnog povremenog uticaja (u zavisnosti od učestalosti padavina). Ovaj uticaj bi se mogao okarakterisati i kao posredan negativan uticaj. U vodama koje se slivaju sa kolovoznih površina, mogu se detektovati i štetne materije u koncentracijama koje, ponekad, mogu biti povišene. Radi se, pre svega, o komponentama goriva kao što su ugljovodonici, koji su produkt nepotpunog sagorevanja goriva i korišćenog motornog ulja, zatim organski i neorganski ugljenik, jedinjenja azota i slično.

Poznavajući osnovne odnose koji su od posebnog značaja za ocenu uticaja mogućeg zagađivanja voda i zemljišta može se zaključiti sledeće:

- koncentracije većine zagađivača, koja potiču od vozila, direktno zavise od trajanja perioda suvog vremena pre kiše i od saobraćajnog opterećenja;
- najveće koncentracije zagađivača u vodama koje otiču sa manipulativnih površina biće u toku kišnih perioda, kada je spiranje sa asfaltnih površina intenzivnije;
- najveće koncentracije se mogu očekivati u prvih 10-15 minuta trajanja kiše, a zatim naglo opadaju.

Može se konstatovati da atmosferske vode mogu da imaju povremen i privremen sekundarni uticaj, koji može biti i kumulativan. Međutim, s obzirom na to da je mehanizacija koja se koristi na gradilištu malobrojna, ne očekuje se nikakav značajniji uticaj eventualno prosutih goriva i ulja. Ovo tim pre što je na lokaciji nije dozvoljeno bilo kakvo servisiranje mehanizacije, kao ni dolivanje ulja i goriva.

Za sanitarne potrebe radnike na gradilištu neophodno je obezbediti hemijski, prenosni toaleti, koji će redovno održavati specijalizovano preduzeće za ovu vrstu delatnosti. Sanitarno-fekalne vode neće predstavljati opterećenje za životnu sredinu, osim u slučaju da se ne postave hemijski toaleti na lokaciji gradilišta ili u slučaju da se ne vrši njihovo redovno pražnjenje i održavanje.

Moguće zagađenje vodotoka može poticati i od nepravilno deponovanog komunalnog otpada, koji bi vetar ili atmosferske padavine mogle da odnesu u reku, što može ugroziti kvalitet vode i njen estetski izgled. Iz tog razloga je jako važno da se otpad propisno skladišti u kontejnere koji će za tu namenu biti postavljeni na lokaciji.

Najnegativniji mogući uticaj i u toku izvođenja radova i u toku kasnijeg korišćenja HE "Potpeć", moglo bi da ima eventualno prosipanje ulja i maziva, koje bi na kraju završilo u

reci. Razmere ovog negativnog uticaja zavisile bi od količine ulja koje bi dospelo u reku, ali bi se u slučaju većih količina efekat proširio na čitav akvastični ekosistem, nizvodno od hidroelektrane. Ipak treba istaći da u dosadašnjem radu HE ovakav vid uticaja nije zabeležen.

Buka može predstavljati jedan od značajnih faktora ugrožavanja životne sredine. Buka se može razmatrati sa dva aspekta i to kao buka u radnoj sredini i buka u životnoj sredini. Pod bukom u radnoj sredini podrazumeva se svaki zvuk koji se stvara u proizvodnji, a buka u životnoj sredini (komunalna buka) je neželjeni ili štetan zvuk u spoljašnjoj sredini stvoren ljudskom aktivnošću, koji dopire do stambenih objekata. Industrijska buka u prvom redu oštećuje sluh, dok komunalna prvenstveno utiče na kvalitet života, remeteći prirodan ritam rada i odmora.

Komunalna buka se neizbežno javlja pri izvođenju građevinskih radova, radu mehanizacije i u najvećoj meri tokom bušačko-minerskih radova i privremenog je karaktera. Najveći efekti buke su na samoj lokaciji odvijanja radova. Treba spomenuti sledeće izvore buke koji će se javljati u okolini hidroelektrane: buku koja potiče od rada mašina i buku transportnih sredstava sa jedne strane i buku koju u normalnom radu proizvode turbine i ostala oprema u hidroelektrani. S obzirom na obim predmetnih radova, ne očekuje se značajniji uticaj radova na povećanje nivoa buke.

Saobraćajna buka nastaje prvenstveno kao posledica kretanja vozila. Merodavni nivo saobraćajne buke određuje se osnovnim karakteristikama izvora, karakteristikama toka (broj vozila, struktura i merodavna brzina), uslovima pristupnog puta i opštim uslovima prostiranja, a poznajući opšte uslove prostiranja i lokacijske konstante može se definisati i moguće ugroženo područje prema zakonski dozvoljenim graničnim vrednostima nivoa buke. Uticaji koji se javljaju su sekundarni, privremeni uticaji.

Nivo komunalne buke koji se javlja prilikom rada turbine zavisi pre svega od tipa opreme koja se koristi, pa treba obratiti pažnju i na taj aspekt prilikom izbora opreme, da se ne bi izašlo iz propisanih normi.

Može se konstatovati da ni vibracije neće imati negativan uticaj zbog toga što na gradilištu neće biti trajnih građevinskih objekata, a najbliža okolna domaćinstva su na većoj udaljenosti. Određeni negativan uticaj mogu da izazovu vibracije usled rada motora kamiona koji prolaze pored stambenih objekata, ali održavanjem isparavnosti motori i pridržavanjem saobraćajnih propisa ovaj negativan uticaj se može minimizovati.

Radovi i novougrađena oprema ne mogu dovesti do značajnog povećanja nivo toplotnog i jonizujućeg zračenja u okolini hidroelektrane.

Implementacijom projekta povećava se kapacitet proizvodnje struje iz obnovljivih izvora energije i tako smanjuje emisija SO₂, NO_x i CO₂ iz termoelektrana koja bi inače bila emitovana u nedostatku projekta. Prema tome, projektom se smanjuju emisije gasova „staklene bašte“ (GHG - *Greenhouse gases*) i doprinosi borbi protiv klimatskih promena na regionalnom i globalnom nivou.

6.2 Mogući uticaji na zdravlje stanovništva

Realizacijom projekta uticaji na stanovništvo su minimalni obzirom da u okolini akumulacije Potpeć mala je naseljenost. Neposredna okolina elektrane je nenaseljena, najbliže kuće su na većoj udaljenosti od 300 m od pregradnog profila.

Radovi mogu imati negativan uticaj na stanovništvo duž puta kojim će se obavljati transport. Ovaj negativni uticaj će se ogledati u povećanom nivou buke i koncentracije praškastih materija i gasova.

U slučaju značajnijeg povećanja emitovane prašine to bi moglo da ima negativan efekat na respiratorne organe, čime bi prvenstveno bili ugroženi radnici na gradilištu i osetljivije kategorije stanovništva (deca, starije osobe, hronični bolesnici i trudnice).

Buka se kao neminovan pratilac javlja pri radu mehanizacije i vozila koja su angažovana na revitalizaciji mašinske i elektro opreme, privremenog je karaktera i prostorno, najveće efekte ima na samim lokacijama odvijanja radova. Obzirom da nivo buke opada sa rastojanjem od izvora buke, smanjenje i uklapanje nivoa buke u postojeće okvire okolnog područja može se očekivati već na većoj udaljenosti od 100 m. Stoga retko stanovništvo u okolnim najbližim naseobinama Rakovići i Potpeć naselja Banja neće biti ugroženo bukom usled izvođenja revitalizacije hidroelektrane.

Što se tiče saobraćajne buke, s obzirom da se radi o malom broju vozila koja obavljaju prevoz materijala, ekvivalentni nivo buke neće biti posebno izražen.

Zaposleni radnici na objektu dužni su da se pridržavaju mera zaštite od buke, čime će se smanjiti mogućnost negativnog uticaja buke na njihovo zdravlje.

Radovi i dalja eksploatacija hidroelektrane neće uticati na pojavu i umnožavanje prenosioca bolesti (insekata, glodara i sl). Potrebno je obratiti pažnju da na lokaciji ne bude zadržavanja delova opreme i ostalog otpada, gde bi moglo da dođe do skupljanja vode, a time i formiranja pogodnog staništa za različite vrste insekata i glodara, koji u određenim okolnostima mogu biti prenosioci bolesti.

U periodu izvođenja radova na zahvatu vode za dodatni agregat, u uslovima ispražnjene akumulacije, stanovništvo koje koristi jezero za prevoz čamcima sa jedne obale na drugu, kao kraći i lakši put od postojećeg kopnenog, koji je u prilično lošem stanju, neće moći da koristi jezero u te svrhe.

6.3 Mogući uticaji na meteorološke parametre i klimatske karakteristike

Formirano Potpećko jezero na reci Lim već je dovelo do izmene mikro meteoroloških parametara na lokaciji.

Realizacijom projekata ne očekuju se uticaji ni na jedan od ovih parametara, budući da je HE izgrađena pre više od 50 godina, a primenom predviđenih tehničkih rešenja neće doći do promene ovih činilaca.

Dogradnja movog agregata, modernizacijom elektrane, ili radovima na njenoj rekonstrukciji, neće doći do narušavanja prirodnih ravnoteža ovih činilaca životne sredine i smatra se da ukoliko je postojalo nekih uticaja na ove parametre tokom vremena, oni su se već ispoljili i ne očekuju se nikakve promene. Sami radovi na realizaciji predmetnog projekta odvijace se na maloj površini u okviru HE "Potpeć". Osim toga, radovi su po karakteru takvi da ne mogu imati bilo kakav uticaj na meteorološke parametre i klimatske karakteristike.

Ni kasnija eksploatacija, koja se neće bitnije razlikovati od sadašnje, ne može dovesti do bilo kakve promene meteoroloških parametara i klimatskih karakteristika.

6.4 Mogući uticaj projekta na ekosisteme

Pretvaranje brdsko-planinskog rečnog toka Lima u akumulacioni prostor, tokom izgradnje Limske hidroelektre pre mnogo godina, uticalo je na trajne promene vodenih i kopnenih ekosistema.

Tokom postavljanja zagata u rečnom koritu za formiranje temeljne jame, moguća su narušavanja lokalnog ekosistema vodene sredine i postojećih prirodnih staništa. Uticaj je neznatan i privremen, jer se očekuje migracija živog sveta u neporemećeno suženo rečno korito i dalji neometan razvoj vodenog ekosistema.

Značajan uticaj na životnu sredinu se očekuje prilikom ispuštanja vode kroz temeljni ispušt, odnosno u periodu pražnjenja i punjenja akumulacije za potrebe i tokom izvođenja radova na izgradnji zahvata vode za dodatni agregat. Trajanje ovog perioda, određeno u skladu sa *Programom punjenja i pražnjenja akumulacije „Potpeć“* („Energoprojekt-Hidroinženjering“, 1999.), iznosi oko 30 dana. U toku tog perioda, posebnu pažnju treba obratiti na ispuštanje vode iz akumulacije kroz temeljni ispušt, koja će očekivano biti zamuljena. Prema dosadašnjem iskustvu, prilikom pražnjenja akumulacije Potpeć ispuštanjem vode kroz temeljni ispušt, usled intenzivno zamuljene vode, dolazi do velikih negativnih uticaja na nizvodno područje. Zamućenje vode može uzrokovati izumiranja riba nizvodno od brane, a isti problem može se očekivati i uzvodno, u uslovima ispražnjene akumulacije.

U fazi eksploatacije, posebno se ističe da je moguće očekivati pozitivan uticaj na akvatične ekosisteme, pre svega na ribe. Nakon prolaska vode preko lopatica turbine, može se očekivati povoljan kiseonični režim vode kao posledica dodatne aeracije. Povoljan kiseonični režim može se očekivati nizvodno od HE, zbog obogaćivanja vode kiseonikom i samim tim pozitivan uticaj na nizvodne vodene ekosisteme.

Izdizanjem nivoa vode u akumulaciji za 50 cm neće biti uopšte narušeni već uspostavljeni i stabilizovani ekološki odnosi u ekosistemu flore i faune područja. Povišenjem normalnog uspora biće zahvaćen samo uzan pojas priobalnog područja od lokacije brane uzvodno po dužini akumulacije, koji već pripada dijapazonu oscilacija postojećeg režima energetske akumulacije pri nailasku velikih voda. Na ovome prostoru ekosistemi su već dugim nizom

godina prilagođeni probalnim uslovima opstanka, koji podrazumevaju česte oscilacije nivoa u skladu sa potrebama energetske proizvodnje.

6.5 Mogući uticaj na naseljenost, koncentraciju i migraciju stanovništva

Projektima nije predviđena eksproprijacija i raseljavanje, pošto se radovi izvode na postojećem objektu u okviru postojeće građevinske parcele. Takođe, realizacija predmetnog Projekta nema za posledicu razdvajanje celina.

Realizacija predmetnih Projekata rekonstrukcije nema neposrednog uticaja na prostorni i urbanistički razvoj neposrednog područja objekta.

Realizacija projekata bi značila i povećanje zaposlenosti u periodu realizacije projekta, gde bi se u određenom odnosu angažovalo i lokalno radno sposobno stanovništvo.

6.6 Mogući uticaj na namenu i korišćenje površina (izgrađene i neizgrađene površine, upotreba poljoprivrednog, šumskog i vodnog zemljišta i sl)

Vizuelno-estetski efekti i zauzeće prostora se odnose na neznatne promene okoline usled postavljanja pratećih objekata i instalacija za gradilište, korišćenja mehanizacije, formiranja privremenih i stalnih deponija iskorišćene i nove neugrađene opreme i svih pratećih radova na mikrolokaciji hidroelektrane.

U zoni radova, biće pripremljen teren za prijem mehanizacije i za potrebe smeštaja opreme i materijala i koji će se koristiti za rekonstrukciju i dogradnju, kao i privremenih deponija otpalog materijala i šteta.

U toku eksploatacije, predloženim tehničkim obimom revitalizacije ne očekuje se nikakvo vizuelno estetsko narušavanje autentičnog ambijenta u kome su objekti u krugu kompleksa hidroelektrane skladno inkorporirani u okviru prirodnog pejzaža, već dugi niz godina. Za potrebna proširenja razvodnog postrojenja RP 110 kV i transformatorskog platoa biće iskorišćen raspoloživi prostor između puta Priboj-Bistrica i desne obale Lima, koji je funkcionalno i estetski povezan sa postojećim objektima hidroelektrane

Predloženo tehničko rešenje instalisanja novog proizvodnog agregata u podzemnoj mašinskoj zgradi sa portalnom dizalicom na krovu i okolnim pristupnim platoom će proizvesti neznatno izmenjene vizuelne efekte. Podzemna mašinska zgrada će biti skladno inkorporirana u krugu kompleksa hidroelektrane i u okviru prirodnog pejzaža okoline, te se ne očekuje nikakvo značajnije vizuelno estetsko narušavanje autentičnog ambijenta.

6.7 Mogući uticaj na komunalnu infrastrukturu

Obzirom na planirane radove rekonstrukcije HE “Potpeć”, ne očekuje se da će to značajno doprineti povećanju intenziteta saobraćaja i staranja gužvi na deonicama puta koji će se koristiti.

6.8 Mogući uticaji na prirodna dobra posebnih vrednosti i nepokretna kulturna dobra i njihove okoline

Ranije je napomenuto da je odgovarajućim dokumentom Zavoda za zaštitu prirode Srbije koji je priložen u Prilogu ove Studije u poglavlju 12.1, konstatovano da se predmeto područje ne nalazi unutar zaštićenog područja ni u prostoru evidentiranih prirodnih dobara, kao i ni u prostornom obuhvatu ekološke mreže.

U bližoj okolini hidroelektrane „Potpeć“ nisu registrovani zaštićeni kulturno-istorijski spomenici.

6.9 Mogući uticaj na pejzažne karakteristike

Može se konstatovati da predmetni radovi nadogradnji i rekonstrukciji, kao ni kasnija eksploatacija HE “Potpeć” neće značajno uticati na pejzažne karakteristike.

7. Procena uticaja na životnu sredinu u slučaju udesa

Udesne situacije su moguće kako kod izvođenja radova na rekonstrukciji hidroelektrane, tako i prilikom njene eksploatacije. Pojavu udesnih situacija je teško pouzdano predvideti i kvantifikovati, ali se mogu preduzeti odgovarajuće mere kako bi se njihova pojava i eventualne posledice minimizovale.

U konkretnom slučaju, udesne situacije se odnose na havarijsko prosipanje goriva, ulja i maziva koje bi mogle da imaju odgovarajuće posledice po životnu sredinu. Pored pomenutog u udesne situacije spadaju i eventualne nezgode na radovima na rekonstrukciji, uključujući i radove na sanaciji betona i zidova, koji mogu pre da imaju značajan uticaj po bezbednost radnika, nego na životnu sredinu.

Tokom eksploatacije i redovnog rada elektrane, može doći do akcidentnih situacija, pri čemu se pre svega misli na pojave prouzrokovane nepažnjom ili dejstvom više sile.

Akcidentom se smatraju:

- Havarijska stanja (pucanja cevovoda ili sistema uljne hidraulike, procurivanja hidrauličkog ulja
- Nekontrolisano izlivanje opasnih materija u vode i zemljišta
- Nekontrolisana emisija gasova u atmosferu
- Požar
- Eksplozija
- Zemljotres
- Poplave
- Elementarne nepogode (zemljotres, poplave, snežne mećave i dr)
- Opasnost od napona, dodira električnih instalacija i udara groma

Na osnovu detaljnijih procena koje se očekuju u daljoj fazi projekta procenjuje se rizik od nastanka udesa, kao i verovatnoća nastanka udesa i izražava se kao mala ili velika verovatnoća.

Posledice od udesa se tretiraju kao: zanemarljive, značajne, ozbiljne, velike i veoma velike.

Naredna tabela ilustruje posledice od akcidentnih stanja.

Tabela 7.1. Procena pokazatelja posledica od akcidenata

Pokazatelji	Moguće posledice				
	Zanemarljive	Značajne	Ozbiljne	Velike	Veoma Velike
Broj poginulih			1-5	6-20	>20
Broj povređenih		1-10	11-50	51-200	>200
Mrtve divlje životinje	<0,1	0,1-1	1-2	2-10	>10
Mrtve domaće životinje	<0,5	0,5-10	10-50	50-500	>500
Mrtve ribe	<0,5	0,5-5	5-20	20-100	>100
Kontaminirana površina		1-10	10-100 ha	1-5 km ²	>5 km ²
Šteta od udesa	<0,02	0,02-0,2	0,2-2	2-10	>10 mil RSD

Rizik se kvantifikuje na osnovu procene verovatnoće nastanka udesa i mogućih posledica prema sledećoj tabeli:

Tabela 7.2. Kvantifikacija rizika od nastanka udesa

Verovatnoća nastanka udesa	Moguće posledice				
	Zanemarljive	Značajne	Ozbiljne	Velike	Veoma Velike
Mala	I zanemarljiv rizik	II Mali rizik	III Srednji rizik	IV Velik rizik	V Veoma velik rizik
Srednja	II zanemarljiv rizik	III Mali rizik	IV Srednji rizik	V Velik rizik	V Veoma velik rizik
Velika	III zanemarljiv rizik	IV Mali rizik	V Srednji rizik	V Velik rizik	V Veoma velik rizik

Prihvatljiv je rizik kojim se može upravljati, pod određenim uslovima.

Tokom realizacije projekta procenjuje se da:

- Verovatnoća pojave havarijskih stanja (pucanja cevovoda ili sistema uljne hidraulike, procurivanja hidrauličkog ulja) je mala sa srednjim rizikom
- Verovatnoća nekontrolisanog izlivanja opasnih materija u vode i zemljišta je srednja sa malim rizikom
- Verovatnoća nekontrolisane emisije gasova u atmosferu je mala sa zanemarljivim rizikom
- Verovatnoća pojave požara je mala sa srednjim rizikom

- Verovatnoća eksplozija je mala sa velikim rizikom
- Verovatnoća nastanka zemljotresa je srenja sa sa zanemarljivim rizikom
- Verovatnoća nastanka poplave je srednja sa zanemarljivim rizikom
- Verovatnoća nastanka elementarne nepogode (snežne mećave i dr) je mala sa zanemarljivim rizikom
- Verovatnoća opasnosti od napona, dodira elektrinih instalacija i udara groma je velika sa srednjim rizikom

Prema članu 29 *Zakona o zaštiti životne sredine* (Sl. glasnik RS br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US i 14/2016) upravljanje opasnim materijama, odnosno zaštita od organskih i neorganskih materija sa opasnim svojstvima, kao i planiranje, organizovanje i preduzimanje preventivnih i sanacionih mera vrši se po uslovima i na način kojim se obezbeđuje smanjenje rizika od udesa i pružanje adekvatnog odgovora na udes.

Pravno i fizičko lice koje upravlja opasnim materijama ili koje primenjuje tehnologije štetne po životnu sredinu, dužno je da preduzima sve potrebne zaštitne i sigurnosne mere kojima se rizik od opasnosti po životnu sredinu i zdravlje ljudi svodi na najmanju moguću meru.

Raniji *Pravilnik o metodologiji za procenu opasnosti od hemijskog udesa i od zagađivanja životne sredine, merama pripreme i merama za otklanjanje posledica* (Sl. glasnik RS br. 60/94 i 63/94) zamenjen je *Pravilnikom o sadržini Politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade Izveštaja o bezbednosti i Plana zaštite od udesa* (Sl. glasnik RS br. 41/10) koje izrađuje operater seveso postrojenja.

Pod opasnim materijama u smislu navedenog Pravilnika podrazumevaju se materije koje imaju vrlo toksična, oksidujuća, eksplozivna, zapaljiva, samozapaljiva i druga svojstva opasna po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu, a izrada planova i izveštaja o bezbednosti se vrši kada su opasne materije koje mogu izazvati neželjene efekte prisutne na lokaciji u količinama jednakim ili većim od propisanih graničnih količina. Procena se vrši i u slučajevima kada su količine opasnih materija manje od graničnih, ukoliko se na osnovu analize konkretnih lokacijskih karakteristika dođe do zaključka da je ta procena potrebna s obzirom na značaj u pogledu zaštite ljudi, dobara i životne sredine.

Analizom predviđenih radova i materijala koji će se koristiti u toku radova i u kasnijoj eksploataciji hidroelektrane, može se zaključiti da su opasne materije u smislu pomenutog pravilnika u konkretnom slučaju pogonska goriva, ulja i maziva. Predviđene količine koje se mogu zateći na lokaciji hidroelektrane su daleko ispod graničnih količina koje su propisane u *Listi opasnih materija i njihovih graničnih količina i listi klasa opasnosti i graničnih količina opasnih materija* (Sl. gl. RS br. 41/10) a koja za goriva i maziva i koja iznosi 2.500 tona, te HE "Potpeć" ne spada u seveso postrojenja.

Kamioni i mehanizacija na radilištu će koristiti dizel gorivo. Dizel gorivo je jedan od glavnih produkata prerade nafte, koji destiliše u rasponu od 170 do 360 °C, i služi za pogon dizel motora. Za kamione i mehanizaciju se koristi srednje i teško dizel gorivo. Dizel gorivo ima veću kalorijsku vrednost od benzina, pa je i stepen iskorišćenja veći, ali se njegovim

sagorevanjem emituje veća količina ugljen dioksida. Sadrži u sebi i veće količine sumpora, koji se tokom sagorevanja oksiduje do sumpor dioksida i sumpor trioksida, koji u kontaktu sa vodom grade sumpornu kiselinu. To je jedan od procesa koji dovodi do pojave kiselih kiša.

Akcidentne situacije sa dizel gorivom vezane su za njegovo prosipanje, do čega može doći prilikom destrukcije rezervoara saobraćajnih i teretnih sredstava, do koje može doći pre svega usled udesa ili kao posledica korozije rezervoara, ukoliko su vozila stara ili se ne održavaju adekvatno. Do udesa može doći usled nepridržavanja tehničkom dokumentacijom propisanog režima rada ili nepoštovanjem ograničenja u saobraćaju. Havarijska zagađenja koja nastaju na ovaj način predstavljaju događaje sa malom verovatnoćom pojave i teško se mogu sa određenom pouzdanošću predvideti i kvantifikovati. U slučaju da dođe do havarijskog procurivanja goriva, ovu pojavu karakteriše manja količina iscurlog goriva do preduzimanja intervencije. Redovnim održavanjem vozila i njihovom tehničkom ispravnošću, drastično se smanjuje mogućnost procurivanja goriva usled oštećenja rezervoara izazvanog korozijom. Treba napomenuti, da na lokaciji hidroelektrane nije dozvoljeno nikakvo dolivanje goriva niti servisiranje vozila i mehanizacije.

Za podmazivanje kinetičkih delova kamiona i mehanizacije koristiće se motorna ulja. Kako na radilištu nije dozvoljena bilo kakva zamena ulja ili servisiranje vozila, mogu se očekivati tek minimalne količine procurelog ulja iz vozila, koja ne mogu da nanese značajnije štete u životnoj sredini.

Tokom redovne eksploatacije hidroelektrane koriste se nehlorovana mineralna hidraulična turbinska ulja i trafo ulja za izolaciju i prenos toplote.

Mineralna nehlorovana hidraulična turbinska ulja (indeksni broj 13 01 10*) spadaju u opasne supstance. Glavne funkcije turbinskih ulja su: podmazivanje aksijalnih i radijalnih ležajeva preko centralnog sistema pod pritiskom, podmazivanje sistema za kontrolu podešavanja lopatica turbine, podmazivanje zupčastog prenosa i zaptivanje sistema od prodora vode. Karakterišu ih visoka oksidaciona stabilnost, dobra mazivost, izuzetno dobra sposobnost izdvajanja vode, hidrolitička stabilnost, dobra filtrabilnost i niska tendencija ka penušanju. Zbog velike težine turbine, ležajevi su jako opterećeni prilikom pokretanja turbine, pa je neophodno obezbediti hidrostatski podmazivanje ležajeva u tim uslovima. Ulja za vodene turbine ne trpe veća termička opterećenja. Vek trajanja turbinskih ulja je veoma dug, pa je potrebno posebnu pažnju posvetiti izboru ovog ulja. Kako se koriste duži niz godina bez zamene, u principu nije dozvoljeno mešanje ulja različitih proizvođača, jer to može da dovede do poremećaja karakteristika ulja koja su za rad turbinskog postrojenja veoma važne. Turbinska ulja ne smeju da sadrže aditive poboljšivače indeksa viskoznosti.

Mineralna nehlorovana trafo ulja za izolaciju i prenos toplote (ind. br. 13 06 07*) obezbeđuju izolaciju, hlađenje, pomažu kod gašenja varnice, absorbuje vlagu i gasove iz atmosfere ili iz izolacije itd. Njihova praktična primena moguća je usled toga što im se viskozitet ne menja u širokom temperaturnom opsegu, dobro odvođe toplotu, imaju dobra elektroizolaciona svojstva i kompatibilni su sa drugim materijalima. Označavaju se kao O1, gde O označava da im je tačka paljenja niža ili jednaka 300 °C, a 1 da su klase 1 prema efektivnoj toploti sagorevanja (toplota sagorevanja je veća ili jednaka 42 MJ/kg).

Pomenuta ulja spadaju u opasne materije, koje mogu negativno delovati na vodene organizme, a mogu izazivati i mutagene i kancerogene posledice.

Pored pomenutih, u opasne materije spadaju i pojedini zauljeni delovi opreme koji će biti zamenjivani tokom rada na rekonstrukciji (indeksni br. 17 04 09*), odbačeni delovi električne i elektronske opreme koji sadrže opasne supstance (16 02 13*) koji će nastajati i tokom rekonstrukcije, kao i tokom redovne eksploatacije hidroelektrane, fluorescentne cevi i drugi otpad koji sadrži živu (20 01 21*) koji se generišu tokom redovnog rada hidroelektrane, ambalaža koja sadrži ostatke opasnih supstanci ili je kontaminirana opasnim supstancama (uljima) (15 01 10*), absorbenti, krpe za brisanje i zaštitna oprema koji su kontaminirani opasnim supstancama (15 02 02*) koji takođe nastaju u redovnoj eksploataciji, a mogu nastati i prilikom rada na rekonstrukciji hidroelektrane. Ipak, iako se ovi materijali javljaju u manjim količinama i ne mogu da dovedu do značajnijih negativnih posledica po životnu sredinu, zbog njihovog negativnog kumulativnog efekta, sa njima treba postupati u svemu prema pravilnicima koji regulišu svaku od pojedinačnih vrsta pomenutih otpada.

U svakoj fazi rukovanja opasnim materijama postoji potencijalna opasnost od uticaja na životnu sredinu i/ili opasnost po ljude, a posebno u izuzetnim situacijama ukoliko bi došlo do povećanog izlivanja, isparavanja ili razvijanja zapaljivih produkata. Radi sprečavanja takvih pojava potrebna je pravovremena kontrola i sprovođenje svih potrebnih mera zaštite.

Sve posude u kojima se nalaze ulja, bilo da su ulja nekorišćena ili iskorišćena (rabljena), moraju biti vidljivo označene oznakom koja sadrži naziv ulja i ime proizvođača, oznakom prema standardu, broj šarže i datum isporuke. Svaka isporuka mora biti praćena dokumentima koji se odnose na identifikaciju i kvalitet sadržaja.

Potencijalna mesta na kojima može da dođe do curenja u normalnom radu su: ventili, poklopci, provodni izolatori i ostala pomoćna oprema. Pogonskim nadzorom je predviđena kontrola nivoa ulja i pravovremeno otklanjanje mesta curenja.

Do manjeg izlivanja je moguće da dođe prilikom uzimanja uzoraka ulja za redovnu kontrolu, kod zahvata redovnog održavanja ili sanacija postrojenja manjeg opsega (dolivanje ili delimično izlivanje ulja). Ulje koje se sakupi nakon curenja spada u kategoriju otpadnog (rabljenog) ulja. Zauljeni predmeti, krpe i dr. se odlažu u poseban kontejner. Prilikom popravaka ili manjih zahvata koje uključuje istakanje ulja, potrebno je osigurati posude potrebne zapremine i čistoće. Različite vrste ulja ne smeju se nikako mešati. Ispod svakog transformatora i turbine moraju postojati odgovarajuće nepropusne tankvane kako bi se sprečio prodor eventualno prosutog ulja u okolno tlo i vode.

Najekstremnije situacije i za ljudstvo i za životnu sredinu nastaju usled neočekivanih događaja u radnom prostoru, koja nastaju usled kvara ili havarija, a posledice mogu biti požar ili eksplozije. Požar treba gasiti suvi prahom ili CO₂, a nikako ne vodom. Prilikom sagorevanja nastaje dim i razvijaju se različiti gasovi, pre svega ugljen monoksid, pa se osoblje u slučaju požara obavezno mora zaštititi od udisanja gasova.

Najbolji način očuvanja životne sredine je izbegavanje i ograničavanje aktivnosti koje dovode do njenog ugrožavanja. Takođe, jako je bitno poznavati karakteristike opasnih materijala koji se koriste, da mi moglo da se obezbedi sigurno rukovanje, koje uključuje korišćenje,

skladištenje, odlaganje i reciklažu ili uništavanje otpada. Za svaku opasnu materiju potrebno je tražiti bezbednosni list do distributera hemikalije.

Prilikom rekonstrukcije, potrebno je pridržavati se odredbi pravilnika koji regulišu tehničke normative za elektroenergetska postrojenja različitih nazivnih napona i za zaštitu objekata od električnog pražnjenja.

Obavezno obezbediti pristupni put za vatrogasna vozila u skladu sa *Pravilnikom o tehničkim normativima za pristupne puteve, okretnice i uređene platoe za vatrogasna vozila u blizini objekata povećanog rizika od požara* (Sl. list SRJ br. 8/95).

Nosioc projekta je u obavezi da sprovede sledeće opšte mere prevencije:

- obaveza je nosioca projekta da izradi Uputstvo o načinu ponašanja zaposlenih u slučaju udesa i da ih na isti uputi;
- put za evakuaciju mora biti uvek slobodan;
- mora se vršiti redovna kontola protivpožarnih aparata i hidrantske instalacije od strane ovlašćenih lica i o tome voditi evidenciju;
- protivpožarni aparati moraju biti izrađeni tako da u svim uslovima korišćenja osiguravaju brzu primenu.

Pored toga objekti moraju imati telefonsku ili radio vezu sa najbližom vatrogasnom službom za slučaj dođe do požara širih razmera.

U objektima gde boravi osoblje mora postojati Uputstvo za ponašanje u vanrednim prilikama gde je propisana procedura, šta, ko, i kojim redom treba da radi, odnosno koga i kako da hitno obavesti u slučaju vanrednih prilika ili udesa. Osoblje mora biti upoznato gde se nalazi pomenuto Uputstvo.

Mere prevencije požara koje je potrebno sprovesti se sledeće:

1. Objekti moraju biti izvedeni u skladu sa *Zakonom o zaštiti od požara* Sl. glasnik RS br. 111/2009 i 20/2015) i *Zakonom o eksplozivnim materijama, zapaljivim tečnostima i gasovima* (Sl. glasnik SRS", br. 44/77, 45/85 i 18/89 i "Sl. glasnik RS", br. 53/93, 67/93, 48/94, 101/2005 - dr. zakon i 54/2015 - dr. zakon).
2. Obezbediti odgovarajuću hidrantsku mrežu koja se prema pritisku i protoku projektuje u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara (Sl. list SFRJ br. 30/91).
3. Objektima obezbediti pristupni put za vatrogasna vozila u skladu sa odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za pristupne puteve, okretnice i uređene ploatoe za vatrogasna vozila u blizini objekata povećanog rizika od požara (Sl. list SRJ br. 8/95).
4. Pridržavati se odredbi Pravilnika o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1.000 V (Sl. list SFRJ br. 4/74) i Pravilnika o tehničkim normativima za uzemljenje elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1.000 V (Sl. list SRJ br. 61/95).
5. Pridržavati se odredbi Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona 1 kV do 400 kV (Sl. list SFRJ br. 65/88).

6. Realizaciju objekta izvršiti u skladu sa odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja (Sl. SRJ br. 11/96).
7. Pridržavati se odredbi Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara (Sl. list SFRJ br. 74/90).
8. Pridržavati se odredbi Pravilnika o tehničkim merama za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja i vodova (Sl. list SFRJ 41/93).
9. Realizaciju objekta izvršiti u skladu sa odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja od prenapona (Sl. list SFRJ br. 7/71 i 44/76) i Pravilnika o tehničkim normativima za stabilnu instalaciju za dojavu požara (Sl. list SRJ 87/93).
10. Obaveza Nosioca projekta je da, po izradi tehničke dokumentacije, traži saglasnost nadležne službe Ministarstva unutrašnjih poslova na predviđene mere protivpožarne zaštite, kao i za planirane radove na rekonstrukciji hidroelektrane.

Do pojave požara može doći samo nepažnjom ili usled prirodnih pojava (udara groma).

Detaljno postupanje, obaveštavanje i rešavanje akcidentnih i havarijskih situacija, naročito kada je požar u pitanju, su predmet protivpožarnog elaborata, koji je deo ove projektne dokumentacije i obrađen je u okviru Elaborata protivpožarne zaštite.

Predmetna lokacija nije podložna ekstremnim klimatskim uslovima. Ipak, moguće su određene negativne posledice u slučaju da dođe do prirodnih nepogoda. Prirodne nepogode koje bi mogle da se jave su: pojave velikih voda, zemljotresi, jači udari vetra i udar groma.

Plan za odbranu od poplava je obaveza Investitora, da izradi u toku perioda trajanja Vodne dozvole.

Da bi se obezbedila stalna i efikasna funkcionalnost sistema neophodno je izraditi operativni plan za obaveštavanje i uzbunjivanje stanovništva, kojim se definišu kriterijumi za stanje pripravnosti i stanje opšte uzbune na brani, kao i mere koje je potrebno preduzeti u tim slučajevima, kao i kriterijumi za eventualnu evakuaciju stanovništva.

U slučaju oglašavanja stanja pripravnosti i stanja opšte uzbune, ovlašćena lica na branama izdaju naredbu za oglašavanje određenog stepena uzbune, za osoblje brana i stanovništvo na nizvodnom području. U generalnim slučajevima prvo se daje znak za stanje pripravnosti, a zatim znak za opštu uzbunu. Po pravilu osoblje na brani u ovim situacijama pristupa akcijama za snižavanje vode u akumulacijama, da bi se potencijalna opasnost po bezbednost objekta smanjila, a stanovništvo pristupa unapred planiranim aktivnostima za evakuaciju. Stanovništvo se se po pravilu evakuiše najkraćim putem u zone koje su visinski locirane iznad obeleženih kota najvećih mogućih nivoa i tamo ostaju dok traje opasnost.

Mere za otklanjanje posledica udesa imaju za cilj praćenje postudesne situacije i sanacije, vraćanje u prvobitno stanje, kao i uklanjanje opasnosti od ponovnog udesa.

Mere koje su predviđene u cilju otklanjanja i sanacije posledica udesa su:

- Praćenje situacije posle udesa.

- Nakon udesa obaveza nosioca projekta je da sačiniti izveštaj o udesu koji će sadržati analizu uzroka i posledice udesa, razvoj, tok i odgovor na udes, procenu veličine udesa (mali, srednji ili veliki) kao i analizu trenutnog stanja i procenu štete izraženu u novčanim sredstvima.
- Izrađuje se operativni plan kojim se bliže određuju: ciljevi sanacije, snage i sredstva anagažovana na sanaciji, redosled njihovog korišćenja i rokovi, troškovi sanacije, krug subjekata, osnovni sadržaj i način njihovog obaveštavanja o proteklom udesu.
- Obaveza nosioca projekta je da ukloni posledice udesa. U tom cilju se izvodi sanacija, obnavljanje i vraćanje u prvobitno stanje (prostorije, prostora, objekta i sl).
- Uklanjanje opasnosti od ponovne pojave udesne situacije.

U okviru postudesnih mera potrebno je izvršiti:

- Procenu uticaja na život i zdravlje ljudi, koji uključuje proveru stanja zdravlja zaposlenih, kao i proveru stanja zdravlja drugih lica ugroženih udesnom situacijom.
- Procenu uticaja na životnu sredinu, koja obuhvata monitoring radne sredine i monitoring stanja životne sredine u okolini udesom zahvaćenih objekata.

Za ova ispitivanja potrebno je angažovati za to ovlašćene ustanove.

Realizacija plana i sprovođenje predviđenih mera uključuje:

- Definisanje nosioca obaveza po sanacionom planu: odgovorno lice, rukovodioci organizacionih jedinica, zaposleni osposobljeni kroz osnovnu obuku iz oblasti zaštite od požara i drugih udesnih situacija, zaposleni iz drugog (ovlašćenog) pravnog lica sa kojim je zaključen ugovor o angažovanju. Dodatno angažovanje je predviđeno u zavisnosti od toga u kojoj je kategoriji ugroženosti posmatrani objekat.
- Definisanje načina realizacije sanacionog plana, koji podrazumeva: interventne radnje na otklanjanju i ublažavanju direktnih posledica požara, tehničke mere na otklanjanju posledica i unapređenju mera zaštite, organizacione mere na otklanjanju posledica i unapređenju mera zaštite, radnje na pripremi tehničke dokumentacije za obnovu objekata (posle udesa većih razmera).
- Definisanje dinamike, kojim su obuhvaćeni: rokovi za realizaciju sanacionog plana, odnosno za sprovođenje mera, utvrđivanje procena i izvršenja drugih obaveza koje proizilaze iz sanacionog plana.
- Definisanje sredstava za realizaciju sanacionog plana čime se definišu izvori finansijskih sredstava, procena i proračun potrebnih finansijskih sredstava i detaljna specifikacija troškova.

Osim procedura u slučaju pojave požara, predviđene su i procedure u slučaju izlivanja ulja.

Ukoliko dođe do izlivanja ulja, treba ga bez odlaganja ukloniti pomoću materijala koji ga dobro upijaju i posebno ih odložiti u namensku posudu koja se nalazi u blizini. Obaveštava se referent za bezbednost i zdravlje na radu, protivpožarnu zaštitu i ekologiju, kao i nadležni rukovodioci. Vršiti se detaljno čišćenje mesta razlivanja ulja adekvatnim sredstvima i po potrebi se obaveštava nadležni inspeksijski organ. Posuda sa iskorišćenim sredstvima za upijanje ulja se privremeno odlaže u magacin opasnog otpada, do njegovog trajne evakuacije sa lokacije.

U slučaju da ulje dospe do reke u većim količinama, obavezno obavestiti nadležne organe u opštini i pozvati nadležne službe za uklanjanje ulja iz vode. ulja se sa vodenih površina sakupljaju adekvatnim (hidrofobnim) adsorpcionim sredstvom. Na licu mesta se procenjuje potrebna količina adsorpcionog sredstva, a sakupljanje se vrši iz čamca. Prikupljeni otpad se odlaže u namensku posudu, koja se zatvara i transportuje do mesta skladištenja otpada. Pri tome, lice koje sakuplja ulja mora biti obučeno za ovu vrstu posla i mora imati odgovarajuća lična zaštitna sredstva.

8. Opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja i, gde je to moguće, otklanjanja svakog značajnijeg štetnog uticaja na životnu sredinu

Sva tehnička dokumentacija mora da sadrži mere predviđene za sprečavanje i smanjivanje uticaja na životnu sredinu. U ovom poglavlju biće detaljno izložene mere i aktivnosti koje je potrebno sprovesti kako bi se minimizovao negativan uticaj planirane realizacije Projekta na životnu sredinu.

8.1 Mere koje su predviđene zakonom i drugim propisima, normativima i standardima sa rokovima za njihovo sprovođenje

Svi radovi se moraju odvijati u skladu sa *Zakon o planiranju i izgradnji* (Sl. glasnik RS br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014), *Zakonom o zaštiti životne sredine* ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US i 14/2016), *Zakonom o zaštiti prirode* (Sl. gl. RS 36/09, 88/10, 91/10 - ispr. i 14/16), *Zakonom o kulturnim dobrima* (Sl. gl. RS 71/94, 52/11 i 99/11), *Zakonom o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine* (Sl. glasnik RS broj 135/04 i 25/15), *Zakonom o zaštiti vazduha* (Sl. glasnik RS br. 36/09 i 10/13), *Zakonom o zaštiti od buke u životnoj sredini* (Sl. glasnik RS br. 36/09 i 88/10), *Zakonom o vodama* (Sl. glasnik RS br. 101/2016), *Zakonom o šumama* (Sl. gl. RS br. 30/2010, 93/2012 i 89/2015), *Zakonom o poljoprivrednom zemljištu* (Sl. glasnik RS, br. 62/06 i 41/09), *Zakonom o upravljanju otpadom* ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016), *Zakonom o ambalaži i ambalažnom otpadu* (Sl. glasnik RS br. 36/09), *Zakonom o zaštiti od požara* (Sl. glasnik RS broj 111/09 i 20/2015), *Zakonom o eksplozivnim materijama, zapaljivim tečnostima i gasovima* ("Sl. glasnik SRS", br. 44/77, 45/85 i 18/89 i "Sl. glasnik RS", br. 53/93, 67/93, 48/94, 101/2005 - dr. zakon i 54/2015 - dr. zakon), *Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu* (Sl. glasnik RS broj 101/05 i 91/2015), *Zakonom o hemikalijama* (Sl. gl. RS 36/09, 88/10, 92/11, 93/12 i 25/15), kao i svim ostalim važećim podzakonskim aktima koji su doneti na osnovu ovih zakona. Takođe, svi radovi moraju biti izvedeni u skladu sa projektnom dokumentacijom, uz primenu svih tehničkih mera koja su njome propisane.

Prema Zakonu o planiranju i izgradnji, tehnička dokumentacija sadrže obavezne mere zaštite životne sredine propisane procenom uticaja na životnu sredinu, odnosno utvrđene mere zaštite od strane nadležnog organa, u skladu sa posebnim zakonima.

Prema Zakonu o zaštiti životne sredine i Zakonu o zaštiti prirode, pravno i fizičko lice koje koristi prirodne resurse, odnosno dobra, dužno je da u toku izvođenja radova, kao i po njihovom prestanku, obavlja aktivnosti, planira i sprovodi mere kojima se sprečava ugrožavanje životne sredine. Onaj ko degradira životnu sredinu dužan je da izvrši rekultivaciju ili na drugi način sanira degradiranu životnu sredinu.

Zaštita prirodnih vrednosti ostvaruje se sprovođenjem mera za očuvanjem njihovog kvaliteta, količina i rezervi, kao i prirodnih procesa, odnosno međuzavisnosti i prirodne ravnoteže u celini, što propisuju pojedinačna zakonska akta.

Prema Zakonu o zaštiti vazduha, ukoliko projekat može uticati na kvalitet vazduha, nosioc projekta je dužan da obezbedi tehničke mere za sprečavanje ili smanjivanje emisija u vazduh, planira troškove zaštite vazduha od zagađivanja u okviru svojih investicionih i proizvodnih troškova, prati uticaj svoje delatnosti na kvalitet vazduha i obezbeđuje druge mere zaštite u skladu sa propisima.

Prema Zakonu o vodama, radi zaštite kvaliteta voda zabranjeno je unošenje u površinske i podzemne vode otpadnih voda koje sadrže hazardne i zagađujuće supstance iznad propisanih graničnih vrednosti. Na vodnom zemljištu zabranjeno je odlagati čvrst otpad i opasan i štetan materijal, skladištiti drvo i drugi čvrst materijal kojim se remete uslovi prolaska velikih voda, pranje vozila, mehanizacije i opreme i dr. Ako dođe do neposredne opasnosti od zagađenja ili do zagađenja površinskih ili podzemnih voda, nosioc projekta je dužan da preduzme potrebne mere za sprečavanje, odnosno za smanjenje i sanaciju zagađenja voda i da planira sredstva i rokove za njihovo ostvarivanje. Ukoliko se mere ne preduzmu, javno vodoprivredno preduzeće preduzeće mere o trošku investitora.

Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini propisuje da sve mašine, prevozna sredstva, uređaji i oprema moraju biti usklađeni sa tehničkim propisima koji se odnose na granični nivo buke pod određenim uslovima upotrebe, a podaci o buci u uslovima upotrebe moraju biti označeni u skladu sa propisom. Mere zaštite od buke vezane za izbor i upotrebu mašina, uređaja, sredstava za rad i prevozna sredstva sprovode se primenom najbolje dostupnih tehnika koje su tehnički i ekonomski isplative, u skladu sa zakonom.

Izvori buke koji se koriste za obavljanje delatnosti, a koji se privremeno koriste ili se trajno postavljaju u otvorenom prostoru na nivou tla, nepokretne i pokretne objekte moraju imati podatke o nivou zvučne snage koju emituju pri propisanim uslovima korišćenja i održavanja.

Nosioc projekta je dužan da na propisan način obezbedi merenje buke i snosi troškove merenja buke u zoni uticaja. Merenje buke u životnoj sredini obavlja ovlašćena stručna organizacija.

Pri projektovanju, građenju i rekonstrukciji industrijskih objekata, nosilac projekta je dužan da sprovede mere zvučne zaštite u skladu sa Zakonom o zaštiti od buke u životnoj sredini i drugim propisima.

Vibracije se mogu javiti pri radu agregata u toku normalne eksploatacije hidroelektrane. Norme za vibracije nisu propisane i primenjuje se preporuka Internacionalnog udruženja za standarde (ISO) br. 2631/1977 – Vodič za procenu izlaganja osoblja vibracijama. Za sve uređaje kod kojih može doći do vibracija potrebno je predvideti postolja sa antivibracionim podloškama.

Prema Zakonu o kulturnim dobrima, ako se u toku izvođenja građevinskih i drugih radova naiđe na arheološka nalazišta ili arheološke predmete, izvođač radova je dužan da odmah, bez odlaganja prekine radove i obavesti nadležni zavod za zaštitu spomenika i da preduzme mere da se nalaz ne uništi i ne ošteti i da se sačuva na mestu i u položaju u kome je otkriven. Investitor je dužan da obezbedi sredstva za istraživanje, zaštitu, čuvanje,

publikovanje i izlaganje dobra koje uživa prethodnu zaštitu, a koje je otkriveno prilikom izgradnje investicionog objekta – do predaje dobra na čuvanje ovlašćenoj ustanovi zaštite.

Zakon o hemikalijama propisuje da je snabdevač hemikalije dužan da dostavi bezbednosni list (*safety data sheet*) kada stavlja u promet opasnu hemikaliju, a na zahtev korisnika i za smeše koje nisu kvalifikovane kao štetne, a sadrže:

- najmanje jednu opasnu supstancu, na osnovu opasnosti koju ta supstanca predstavlja po zdravlje ljudi i životnu sredinu, u količini od najmanje 1% od mase smeše koja nije u gasovitom stanju, odnosno najmanje 0,2% od zapremine smeše u gasovitom stanju;
- najmanje jednu supstancu, u količini od najmanje 0,1% od mase smeše koja ispunjava kriterijume za identifikaciju kao PBT (perzistentna – bioakumulativna – toksična) ili vPvB (veoma perzistentna – veoma bioakumulativna) ili druge supstance koje imaju svojstva za koje je naučno utvrđeno da izazivaju posledice po zdravlje ljudi i životnu sredinu;
- supstancu za koju su propisane maksimalno dozvoljene koncentracije u radnim prostorijama.

Snabdevač hemikalijom je dužan da bezbednosni list korisniku dostavi bez naknade, na srpskom jeziku u štampanoj ili elektronskoj formi. Bezbednosni list sadrži naročito identifikaciju hemikalije, podatke o svojstvima hemikalije, načinu korišćenja, preventivne mere, mere za smanjenje rizika i podatke o snabdevaču hemikalije.

Za prethodno pomenute supstance, ukoliko su u koncentraciji većoj od 0,1%, proizvođač, uvoznik ili distributer je dužan da korisniku dostavi informacije dovoljne za bezbednu upotrebu tog proizvoda, a najmanje ime te supstance.

Lica koja koriste opasne hemikalije dužna su da njima rukuju na bezbedan način u skladu sa uputstvom o pravilnoj upotrebi, bezbednosti i zaštiti zdravlja prilikom upotrebe, uputstvom o postupanju sa ostacima neupotrebljenih opasnih hemikalija i praznom ambalažom, merama prve pomoći i merama za zaštitu životne sredine iz bezbednosnog lista kao i u skladu sa drugim dostupnim informacijama.

Proizvođač, uvoznik, distributer i dalji korisnik dužan je da skladišti opasne hemikalije na takav način da ne ugrožava život i zdravlje ljudi i životnu sredinu, tj. da sakuplja, skladišti i bezbedno odlaze ostatke opasnih hemikalija i praznu ambalažu u skladu sa propisima kojima se uređuje upravljanje otpadom.

Zakon o zaštiti od požara propisuje da se zaštita od požara organizuje i neprekidno sprovodi na svim mestima i u svim objektima koji su izloženi opasnosti od požara. Ministarstvo unutrašnjih poslova vrši kategorizaciju objekata, delatnosi i zemljišta prema ugroženosti od požara na osnovu koje se vrši organizovanje zaštite od požara. Kao deo tehničke dokumentacije za izgradnju objekata, neophodno je izraditi i Glavni projekat zaštite od požara, na koji saglasnost izdaje Ministarstvo unutrašnjih poslova. Ovaj projekat izrađuju pravna lica koja su upisana u odgovarajući registar i koja imaju ovlašćenje Ministarstva unutrašnjih poslova za izradu Glavnog projekta zaštite od požara. Pomenuto ministarstvo izdaje i saglasnost na objekat ukoliko je izgrađen u skladu sa prihvaćenim Glavnim projektom zaštite od požara.

Za izvođenje radova zavarivanja, rezanja i lemljenja, ukoliko se koristi otvoreni plamen ili alat koji prilikom korišćenja varniči u prostoriji koja nije posebno prilagođena za obavljanje tog posla ili na udaljenosti od 200 m od ruba šume, neophodno je organizovati protivpožarnu stražu, tj. prisustvo lica stručno osposobljenih za sprovođenje mera zaštite od požara, sa odgovarajućom protivpožarnom zaštitom.

Osnovna obuka iz oblasti zaštite od požara organizuje se za sve zaposlene, najkasnije u roku od jedne godine od dana stupanja na rad.

Zakon o upravljanju otpadom određuje, prema načelu „blizine i regionalnog pristupa upravljanju otpadom“, da se otpad tretira ili odlaže što je moguće bliže mestu njegovog nastanka kako bi se u toku transporta izbegle neželjene posledice na životnu sredinu. Zakonom se zahteva da otpad bude opisan na način koji omogućava sigurno rukovanje i upravljanje otpadom, kao i da bilo koja promena vlasništva otpada bude praćena odgovarajućom dokumentacijom (Dokument o kretanju otpada) koja obavezno uključuje indeksni broj (kod) otpada. Pored ovog koda i njemu odgovarajućeg opisa, otpad takođe treba da ima i opis karakteristika neophodnih u cilju identifikacije svih njegovih osobina značajnih za dalje pravilno rukovanje. Vlasnik otpada je odgovoran za sve troškove upravljanja otpadom. Vlasništvo na otpadom prestaje kada sledeći vlasnik preuzme otpad i preda Dokument o kretanju otpada. Otpad se skladišti na mestima koja su tehnički opremljena za privremeno čuvanje otpada na lokaciji proizvođača ili vlasnika otpada. Opasan otpad ne može biti privremeno skladišten na lokaciji proizvođača ili vlasnika otpada duže od 12 meseci. Kretanje opasnog otpada prati poseban Dokument o kretanju opasnog otpada, u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom. Proizvođač i vlasnik otpada dužan je da vodi i čuva dnevnu evidenciju o otpadu i dostavlja redovan godišnji izveštaj Agenciji za zaštitu životne sredine. Osnovna dokumenta se čuvaju najmanje 5 godina.

Vlasnik istrošenih baterija i akumulatora dužan je da ih preda radi tretmana licu koje za to ima dozvolu.

Iskorišćena ulja se moraju sakupljati i odlagati u zatvorenu metalnu burad koja će biti propisno obeležena (potrebno je da stoji i odgovarajući indeksni broj otpadnog ulja radi identifikacije, datum njegovog generisanja i bezbednosna upozorenja). Ova burad se može privremeno skladištiti na lokaciji, na natkrivenoj vodonepropusnoj (betonskoj) podlozi, a kada se sakupe odgovarajuće količine, preuzima ga ovlašćeno preduzeće. Prema pomenutom Zakonu, kao i *Pravilniku o uslovima, načinu i postupku upravljanja otpadnim uljima* (Sl. gl. RS br. 71/10), trgovac koji prodaje ulja i maziva dužan je da krajnjeg korisnika u pisanoj formi obavesti o mestima na kojima otpadno ulje može da se preda bez naknade. S obzirom na količine generisanog otpadnog ulja, nosioc projekta je dužan da obezbedi mesto za predaju otpadnih ulja koje mora biti opremljeno tako da se pri predaji i preuzimanju ne ugrozi zdravlje ljudi i životna sredina. O nastalim količinama, poreklu i predaji otpadnih ulja potrebno je voditi dnevnu evidenciju. Takođe, ukoliko se u restoranu na lokaciji hidroelektrane priprema više od 50 obroka dnevno, potrebno je da se i jestivo otpadno ulje odvađa i sakuplja, pri čemu se koriste odgovarajuće nepropusne zatvorene posude koje nose oznaku indeksnog broja otpadnog ulja u skladu sa Katalogom otpada. Transport otpadnih ulja (motornih ili jestivih) obavlja se u skladu sa dozvolom koju izdaje nadležni organ. Svako kretanje otpadnih ulja obavezno prati Dokument o kretanju opasnog otpada u skladu sa *Pravilnikom o obrascu Dokumenta o kretanju otpada, obrascu prethodnog obaveštenja, načinu njegovog dostavljanja i uputstvu za njegovo popunjavanje* (Sl. gl. RS br. 17/2017).

Zakonom je izričito zabranjeno:

- ispuštanje ili prosipanje otpadnog ulja u ili na zemljište, površinske i podzemne vode i kanalizaciju,
- odlaganje otpadnih ulja i nekontrolisano ispuštanje ostataka od prerade otpadnih ulja,
- mešanje otpadnih ulja tokom sakupljanja i skladištenja sa PCB ili halogenim materijama i sa materijama koje nisu otpadna ulja, ili mešanje sa opasnim otpadom,
- svaka vrsta prerade koja zagađuje vazduh u koncentracijama iznad propisanih graničnih vrednosti.

Otpad od električnih i elektronskih proizvoda ne može se mešati sa drugim vrstama otpada i zabranjeno je njegovo odlaganje bez prethodnog tretmana. Vlasnik ovog otpada dužan je da ga preda licu koje ima dozvolu za sakupljanje, tretman ili odlaganje ovog otpada. Isto važi i za otpadne fluorescentne cevi koje sadrže živu.

Prema *Pravilniku o uslovima, načinu i postupku upravljanja otpadnim gumama* (Sl. gl. RS br. 104/2009 i 81/2010) one se ne mogu odlagati na deponiju, već se bez naknade predaju licu koje vrši skladištenje ili tretman, pri čemu se popunjava Dokument o kretanju otpada. Otpadne gume se mogu skladištiti u zatvorenom ili otvorenom skladištu. Ukoliko je otvoreno, skladište mora imati betonsku podlogu i da bude ograđeno ogradom visine 2 m. Skladište mora da bude pod nadzorom kako bi se sprečio pristup neovlašćenim licima i mora da ima sistem za zaštitu od požara u skladu sa posebnim propisom.

Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu propisuje da je proizvođač, uvoznik, paker/punilac i isporučilac dužan da besplatno preuzme otpad od sekundarne ili tercijalne ambalaže na zahtev krajnjeg korisnika.

Osim pomenutih mera koje propisuju zakonski i niži pravni akti, u toku pribavljanja tehničke dokumentacije za realizaciju predmetnog projekta, dobijena su i rešenja, mišljenja i saglasnosti nadležnih institucija kojima su propisani uslovi koji moraju biti ispunjeni kako bi se minimizovao uticaj na osnovne parametre životne sredine.

Neophodno je da se poštuju sve opšte mere zaštite prirode i životne sredine, kao i sve tehničko - tehnološke mere i propisi utvrđeni drugim zakonima, koji se odnose na zaštitu životne sredine i to: prilikom izvođenja radova, tokom korišćenja hidroelektrane "Moravica", kao i u mogućim akcidentnim situacijama.

8.2 Mere koje su predviđene u toku pripreme i izvođenja projekata

8.2.1. Projekat rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć

Konkretno mere koje se moraju poštovati u toku pripreme i izvođenja projekta rekonstrukcije hidroelektrane „Potpeć” su:

1. Obaveza je nosioca projekta da pribavi sve uslove, dozvole i saglasnosti nadležnih institucija predviđene pozitivnim propisima;
2. Po izradi tehničke dokumentacije potrebno je obratiti se ministarstvu nadležnom za poslove vodoprivrede radi dobijanja vodne saglasnosti;
3. Zabranjeno je izvođenje bilo kakvih radova bez odobrenja nadležnih ministarstva i organa;
4. Izvođenje radova na rekonstrukciji objekata HE na vodnom zemljištu se može realizovati isključivo uz nadzor JVP "Srbijavode";
5. Pre početka izvođenja radova potrebno je izvršiti pripremne radove, obezbediti sve lokacije koje su planirane za potrebe izvođenja radova i izvesti druge radove kojima se obezbeđuje neposredno okruženje, život i zdravlje ljudi i bezbedno odvijanje saobraćaja;
6. Lokacija na kojoj se vrši rekonstrukcija mora da bude vidno obeležena;
7. Potrebno je ograditi i propisno obeležiti mesto izvođenja radova;
8. Obezbediti odgovarajuću HTZ zaštitnu opremu zaposlenima na gradilištu, propisanu Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS broj 101/05 i 91/2015);
9. Vršiti redovno, u skladu sa propisima, kontrolu protivpožarnih aparata, hidrantske mreže i sistema za dojavu požara;
10. Izvođenjem radova ne sme se ometati redovno odvijanje saobraćaja;
11. Za pristup lokaciji koristiti postojeće puteve;
12. Uspostaviti adekvatnu organizaciju izvođenja radova, kojom se maksimalno štiti životna sredina, sprovođenje projektovanog obima radova prema investiciono tehničkoj dokumentaciji revitalizacije uz poštovanje uslova nadležnih institucija;
13. Deponovati zamenjene mašinske i elektro opreme, koja nastaje tokom revitalizacije na utvrđene deponije, koje su uređene u skladu sa svojstvima otpada, a čije lokacije se određuju u dogovoru sa nadležnim službama;
14. Obavezno je prikupljanje čvrstog komunalnog otpada i odlaganje na gravitirajuće komunalne deponije,
15. Obavezna je revitalizacija okolnog zemljišta sa biološkom i mehaničkom konsolidacijom nakon završetka revitalizacije elektrane.
16. Na lokaciji HE "Potpeć" nije dozvoljeno servisiranje vozila, zamena ulja i dolivanje goriva.
17. Izvršiti pravilan izbor mašina i vozila u fazi izvođenja radova i održavati mehanizaciju u ispravnom stanju, u cilju maksimalnog smanjenja emisije gasova, nivoa buke i vibracija. Transport sprovoditi atestiranim prevoznim sredstvima.

18. Kontrolisati ispravnost motora i mašina, u cilju eliminisanja mogućnosti dospevanja nafte, derivata i mašinskog ulja u površinske i podzemne vode i zemljište i prekomerne emisije izduvnih gasova.
19. U skladu sa odgovarajućim pravilnicima vršiti sakupljanje i privremeno skladištenje otpadnih materijala koji uključuju: PET boce, otpadna ulja i ambalažu od ulja, otpadne gume, otpadnu električnu i elektronsku opremu i instalacije, akumulatore i baterije, fluorescentne cevi i drugi otpad koji sadrži živu itd. Privremena skladišta moraju biti natkrivena i sa betonskom podlogom.
20. Otpadne materije predavati zainteresovanim organizacijama ovlašćenim za sakupljanje odgovarajuće vrste otpada. Predaju otpada mora da prati Dokument o kretanju (opasnog) otpada, kojim se prenosi vlasništvo nad otpadom na sakupljača otpada.
21. Obezbediti dovoljan broj posebnih, mobilnih kontejnera, prema broju stalnih i privremenih radnika, za prikupljanje čvrstog komunalnog otpada sa lokacija izvođenja radova i deponovati prikupljeni komunalni otpad u dogovoru sa nadležnom komunalnom službom opštine Priboj. Otpad razvrstavati na izvoru nastanka, korišćenjem kontejnera za različite vrste otpada (papir, PET, metal i sl).
22. Otpad se ne sme odlagati van mesta koja su određena za tu namenu i ne sme se vršiti spaljivanje otpada na lokaciji HE "Potpeć".
23. Strogo voditi računa da se građevinski materijal i šut ne prosipa i deponuje u korito reke.
24. U slučaju prekida radova iz bilo kog razloga potrebno je obezbediti mehanizaciju i okolinu.
25. Obavezno je sanirati sve manipulativne i degradirane površine i ukloniti viškove građevinskog materijala, opreme i mašine po završetku radova.
26. Zabranjeno je ispuštanje zagađujućih materija u vodotok u toku izvođenja radova i u toku eksploatacije HE koje mogu negativno da utiču na ihtiofaunu.
27. Spečavati ispuštanje otpadnih voda, štetnih i opasnih materija u vodenu sredinu reke, u cilju zaštite kvaliteta vodotoka.
28. Otpad mora da klasifikuje i da se privremeno skladišti u skladu sa odgovarajućim propisima za tretman pojedinačnih vrsta otpada. Po predaji otpada ovlašćenim pravnim licima mora se čuvati kopija dokumenata o otpremi otpada, sve dok se ne dobije primerak popunjenog Dokumenta o kretanju otpada (ili opasnog otpada) od primaoca, kojim se potvrđuje da je otpad prihvaćen. Ovaj dokument se čuva najmanje 2 godine. Ukoliko se po predaji otpada ne dobije u roku od 15 dana primerak popunjenog Dokumenta o kretanju otpada od primaoca, pokreće se postupak provere kretanja otpada i o nalazu izveštava Ministarstvo nadležno za zaštitu životne sredine.
29. Otpad se razdvaja na mestu nastanka i u skladu sa potrebom budućeg tretmana i skladišti na način koji minimalno utiče na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Proizvođač otpada je dužan da vodi i čuva dnevnu evidenciju o otpadu i da godišnji izveštaj o otpadu dostavlja Agenciji za zaštitu životne sredine. U izveštaju treba da budu navedeni podaci o: vrsti, količini, poreklu, karakterizaciji i klasifikaciji, sastavu, skladištenju, transportu, odlaganju i sl.
30. Sav komunalni otpad koji nastaje tokom izvođenja radova i u kasnijoj eksploataciji hidroelektrane treba privremeno odlagati u za to namenjene kontejnere i redovno odvoziti sa lokacije. Za sakupljanje i odlaganje ovog otpada, zaduženi su svi radnici, kako izvođači radova na rekonstrukciji, tako i zaposleni u HE "Potpeć", dok se odvoženje otpada sa lokacije mora organizovati u dogovoru sa nadležnim javno-komunalnim preduzećem iz Priboja. Rasipanje ovog otpada bi, osim estetskog uticaja, predstavljalo i veliku potencijalnu opasnost usled mogućnosti izbijanja požara, kao i od pojave

prenosioca bolesti (insekata i glodara). Takođe, ovaj otpad bi imao veoma negativan, kumulativan efekat na okolno zemljište i površinske vode. Komunalni otpad koji nije pravilno deponovan bi raznosio vetar i na veće udaljenosti. Zabranjeno je mešati komunalni sa opasnim otpadom.

31. U slučaju nastanka otpada koji čine različiti istrošeni ili zamenjeni delovi opreme, ovaj otpad odvajati i privremeno skladištiti do predaje zainteresovanim ovlašćenim organizacijama. Deo opreme će biti zauljen i isprljan raznim uljima i mazivima koje mogu da izazovu veoma negativan dugotrajan uticaj ukoliko dospeju u vodu ili zemljište, pa se sa njim postupa kao sa opasnim otpadom. Zato se ovaj otpad skladišti na vodonepropusnoj podlozi, pre predaje ovlašćenim pravnim licima.
32. Zauljena ambalaža od ulja i maziva predstavlja potencijalno opasan otpad, tako da se treba pravilno skladištiti, na natkrivenoj, ograđenoj, betonskoj podlozi. Zauljenu ambalažu je obavezan da primi, bez naknade, proizvođač ili distributer ulja. Ova vrsta otpada povećava rizik od nastanka i širenja požara i može jako nepovoljno da utiče na kvalitet zemljišta i voda.
33. Otpad se ne sme odlagati van mesta koja su određena za tu namenu i ne sme se spaljivati na lokaciji hidroelektrane. Pre odlaganja otpada, izvršiti karakterizaciju otpada od strane ovlašćene ustanove, a zatim izdvojiti materije koje se mogu koristiti kao sekundarne sirovine, i za njihovo preuzimanje sačiniti ugovore sa ovlašćenim preduzećima.
34. Predviđenom rekonstrukcijom i drugim radovima ne smeju se izazvati inženjerskogeološki ili drugi degradacioni procesi uzvodno i nizvodno od HE „Potpeć”, odnosno duž obala i korita Lima;
35. Nizvodno od brane mora biti obezbeđen minimalni održivi protok potreban za opstanak i razvoj biocenoza i zadovoljavanje potreba korisnika, naročito tokom punjenja dodatnog akumulacionog prostora nastalog nadvišenjem KNU;
36. Voditi računa da se nadvišenjem KNU ne ugrozi stabilnost vodozahvatnog objekta;
37. Obezbediti da ne dođe do procurivanja transformatorskih ulja i drugih maziva u tlo ili vodotok;
38. Nije dozvoljeno kaptiranje izvora, na predmetnom području i okolini;
39. Obezbediti redovno čišćenje akumulacije, kako bi se sprečilo njeno zasipanje i izlivanje voda;
40. Zabranjeno je ugrožavanje opasnim i štetnim materijama i sredstvima, otpadom i građevinskim materijalom biodiverziteta, geodiverziteta i predeonog diverziteta na predmetnom području, a njihovo korišćenje, uklanjanje i deponovanje mora biti u skladu sa važećom zakonskom regulativom i normativnim aktima lokalne samouprave;
41. Preduzeti sve neophodne mere zaštite u akcidentnim situacijama uz obavezu obaveštavanja nadležnih inspeksijskih službi;
42. Obavezna je kontrola kvaliteta vode nizvodno od HE „Potpeć”, u slučaju da je kvalitet vode lošiji u odnosu na uzvodne delove, hidroelektrana mora prestati sa radom dok izvor kontaminacije ne bude otkriven i uklonjen;
43. Predvideti redovno praćenje kvaliteta nanosa u zoni akumulacije – rezultati moraju biti dostupni nadležnim institucijama;
44. Nakon okončanja svih radova obavezno je saniranje svih degradiranih i uništenih površina oko reke i u samom koritu i uklanjanje svih viškova građevinskog materijala, opreme i mašina; obavezno uspostaviti biljni pokrivač (kultivisani teren) na svim ugroženim mestima, primenom autohtonih vrsta, odnosno takvih vrsta koje su biološki postojeane u datim klimatskim uslovima – unošenje alohtonih vrsta je zabranjeno.

45. Da se, PD Drinsko-Limske hidroelektrane d.o.o Limske HE, Nova Varoš, pridržava režima koji je definisan kotama:
- Kota minimalnog uspora u akumulaciji 423,60 mnm
 - Kota normalnog uspora u akumulaciji 435,60 mnm
 - Kota maksimalnog uspora u akumulaciji 437,00 mnm
46. Da zahvatane vode koristi vodeći računa o sledećem:
- Proticaje do 165 m³/s treba propuštati kroz turbine.
 - Proticaj preko 165 m³/s mogu se ispuštati i kroz temeljne ispuste, tako da ne budu veći od proticaja kroz turbine.
47. Radi normalnog održavanja zahvatnih organa, može se vršiti pražnjenje akumulacije Potpeć do kote 420,00 mnm, dok za eventualne izmene kota minimalnog i maksimalnog nivoa treba pribaviti odgovarajuće dozvole nadležnih organa, koja će se izdati po posebnom zahtevu na osnovu zakonom utvrđenog postupka. Za pražnjenje i ispiranje akumulacije ispod kote 420,00 mnm potrebno je pribaviti posebne vodoprivredne uslove i vodoprivrednu saglasnost od nadležnog JVP u skladu s odredbama čl.15 st. 1 tač.12 Zakona o vodama.
48. Da se konstantno ispušta i održava garantovani minimalni proticaj u količini od 13,9 m³/s u vodotok reke Lim.
49. Da se svi izgrađeni objekti koriste u svemu prema postojećoj revidovanoj tehničkoj dokumentaciji i prema tehničkoj dokumentaciji o načinu korišćenja Limskih HE.
50. Tehničkom dokumentacijom prikazati uticaj povišenog nivoa kote normalnog uspora (za 0,5 m) i predvideti adekvatne mere kako bi se očuvao režim voda i neutralisali nepovoljni uticaji na okolinu i postojeće objekte;
51. Ako, nakon sprovedenih analiza ima indicija da su, moguće pojave dubinske i bočne erozije u zoni objekata, ili drugih objekata, predvideti rešenja kojima će se osigurati pomenuti objekti i stabilizovati rečno dno uzvodno i nizvodno od objekata na režim voda i leđa;
52. Predvideti da se rad HE uskladi sa načinom odbrane od poplava i to predvideti u Operativnom planu za odbranu od poplava za sve objekte u sastavu HE;
53. Tehničkom dokumentacijom predvideti uticaj zahvatanja voda na nizvodne korisnike i predložiti odgovarajuće mere ponašanja u ekstremnim slučajevima (sušni period, poplave...), opšte korišćenje voda ima prioritet nad posebnim korišćenjem, kao i uticaj na uzvodne objekte;
54. Predvideti obezbeđivanje minimalnog održivog protoka, u količini od 13,9 m³/s u rečnom toku nizvodno od HE;
55. U period nailaska velikih voda potrebno je da evakuacioni organi na brani obezbede propuštanje velikih voda bez dodatnog uspora;
56. Projektom uzeti u obzir i izgradnju dodatnog agregata HE, u slučaju usporavanja velikih voda i plavljenje inundacije, treba predvideti sisteme za zaštitu od poplava shodno uslovu iz mišljenja nadležnog javnog vodoprivrednog preduzeća ili izmeštanje objekata, uz rešavanje vlasničkih odnosa na ugroženim površinama;
57. Zbog izmenjenih uslova objekata neophodna je izradu projekta tehničkog osmatranja brane kojim se utvrđuju mere, metode i postupci osmatranja, zadatak, broj i vrsta uređaja, raspored mernih mesta, stanje u prostoru akumulacij i izvršiti tehničku kontrolu projekta;
58. Predvideti tehničko osmatranje i obaveštavanje koje će obezbediti kontinualno praćenje stanja akumulacije i brane u redovnim uslovima, a u period pojava velikih voda,

- mogućnost obaveštavanja i uzbunjivanja stanovništva na ugroženom području, duž akumulacije i nizvodno od brane, u zoni akumulacije, brane i nizvodno od brane;
59. Izraditi Elaborat za određivanje posledica usled iznenadnog rušenja brana i o obaveštavanju i uzbunjivanju stanovništva na području ugroženom poplavnim talasom. Na Elaborat pribaviti saglasnost;
 60. Neophodno je predvideti način i uslove upravljanja hidromehaničkom opremom i mere kontrole istih;
 61. Za zaštitu akumulacije i otklanjanje negativnih uticaja izmenjenog režima tečenja na transportne sposobnosti toka i stabilnost rečnog korita u skladu sa uslovom iz mišljenja nadležnog javnog vodoprivrednog preduzeća;
 62. Atmosferske vode se mogu upuštati u recipijent ako su prethodno tretirane radi otklanjanja nanosa, mulja, masti, uljanaftnih derivate, plivajućih materija...;
 63. Otpadne vode (sanitarne i druge) mogu se ispuštati u recipijent (reku ili javnu kanalizaciju), ukoliko se prethodno izvrši tretman pomenutih voda do stepena da zadovolje zahtevanu klasu vodotoka ili u vodonepropusnu septičku jamu koja bi se praznila vozilima nadležnog JKP;
 64. Obaveza je da se predvidi merenje i registrovanje količina zahvaćenih voda;
 65. Za sve druge aktivnosti, mora se predvideti adekvatno tehničko rešenje u cilju očuvanja režima voda i sprečavanja zagađenja površinskih i podzemnih voda;
 66. Da se, po završetku izrade tehničke dokumentacije obrati ovom Ministarstvu, sa zahtevom za izdavanje vodne saglasnosti, a posle izgradnje i sa zahtevom za izdavanje vodne dozvole u skladu sa propisima.

8.2.2 Projekat izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“

Tokom izgradnje dodatnog agregata, potrebno je uskladiti sprovođenje projektovanog obima radova sa odobrenom investiciono tehničkom dokumentacijom za izgradnju i svim neophodnim uslovima nadležnih institucija, uz uspostavljanje adekvatne organizacije građenja objekta, kojom se maksimalno štiti životna sredina.

Obzirom na potencijalno moguće štetne posledice po ljudstvo, postojeću opremu, objekte HE „Potpeć“ i životnu sredinu, izuzetnu pažnju neophodno je posvetiti probijanju otvora kroz telo postojeće brane i postavljanju dovodnog cevovoda. Pri tome potrebno je u najvećoj meri smanjiti moguće gubitke energetske proizvodnje HE „Potpeć“, što uslovljava izvođenje ovih radova pod normalnim radnim nivoom akumulacije. Vreme potrebno za rad na ulaznoj građevini u suvom, pri ispražnjenosti akumulaciji je 30 dana. Tokom izvođenja ulazne građevine i postavljanja cevovoda kroz branu neophodno je striktno praćenje dinamike i redosleda izvođenja radova, koji su ustanovljeni projektnom dokumentacijom.

Pražnjenje i punjenje akumulacije za potrebe izvođenja ulazne građevine dodatne elektrane potrebno je da se sprovodi planski u skladu sa utvrđenim programom pražnjenja i punjenja akumulacije „Potpeć“ (Program pražnjenja i punjenja akumulacije „Potpeć“, „Energoprojekt-Hidroinženjering“, oktobar 1999. godine). Na ovaj način bi se izbeglo ugrožavanje stabilnosti padina i aktiviranje klizišta, kojih ima priličan broj duž obale akumulacije, a takođe bi se zaštitio i riblji fond za vreme pražnjenja akumulacije Potpeć.

Programom je predviđeno pražnjenje gornjeg dela akumulacije do kote 423,60 mnm isključivo kroz hidroelektranu (turbine), pri čemu oba temeljna ispusta treba povremeno otvarati pri visokim kotama vode u akumulaciji, radi efikasnijeg ispiranja nanosa i ujednačavanja fizičko-hemijskog kvaliteta vode, kako bi u vreme rada samo temeljnih ispusta (od kote nivoa vode u akumulaciji 423,60 mnm naniže), u korito reke Lim nizvodno od brane, kroz temeljne ispuste isticala kvalitetnija voda po svim parametrima (koncentracija suspendovanog nanosa, temperatura vode i hemijske karakteristike vode). Za to vreme (8 dana) neće biti ugrožen riblji fond u vodotoku, kao ni u akumulaciji.

Prilikom rada temeljnih ispusta, potrebno je meriti kvalitet vode na izlazu iz istih i ukoliko se ustanovi da se povremenim otvaranjem temeljnih ispusta stalno poboljšava kvalitet vode, produžiti sa radom temeljnih ispusta sve do kote minimalnog radnog nivoa.

Pri pražnjenju donjeg dela akumulacije, koristiće se samo temeljni ispusti, a u ovom periodu se ne predviđa rad HE „Bistrica“, kojim bi se pogoršao kvalitet i povećala koncentracija suspendovanog nanosa u vodi koja se ispušta kroz temeljne ispuste u vodotok nizvodno.

Da bi se što više zaštitio riblji fond u vodotoku reke Lim nizvodno od brane, treba prethodno poboljšati kvalitet vode koja će se ispuštati kroz temeljne ispuste, tj. smanjiti količine nanosa koje će biti unete u vodotok. Ovo će se postići već pomenutom merom otvaranja temeljnih ispusta radi ispiranja nanosa iz akumulacije u zoni ulaza temeljnih ispusta, pri čemu operacijom otvaranja temeljnih ispusta neće biti u većoj meri pogoršan kvalitet vode u vodotoku, jer će se u isto vreme veće količine čiste vode ispuštati kroz turbine HE „Potpeć“.

Programom pražnjenja i punjenja akumulacije HE „Potpeć“, takođe je predviđeno da se iz kompenzacionog bazena akumulacije „Radoinja“, ispušta potrebna količina vode za razblaženje mulja, u cilju smanjenja zagađenja i ugrožavanja ribljeg fonda u reci Lim nizvodno od ušća reke Uvac u Lim.

U cilju smanjenja buke, vibracija, prekomerne emisije izduvnih gasova i eliminisanja mogućnosti dospevanja nafte, derivata i mašinskog ulja u životnu sredinu, potrebno je izvršiti pravilan izbor, održavati i kontrolisati ispravnost građevinske mehanizacije. Neophodno je strogo kontrolisati manipulisanje naftom i derivatima uz maksimalne mere zaštite, kontrolisati podizanja prašine na mestima izvođenja radova, a pristupne puteva redovno održavati i kvasiti radi redukovanja veće količine prašine.

Radi obezbeđenja ljudi i životne sredine od štetnog dejstva eksplozija, potrebno je tehnički i organizovano izvoditi minerske radove. Organizovati uklanjanje građevinskog otpada na odgovarajuće privremene i stalne deponije i sprovoditi antierozione i bioinženjerske radove u cilju sprečavanja pojave klizišta i nestabilnosti kosina. Potrebno je uspostaviti sistem adekvatnog upravljanja otpadnim vodama, kojim se onemogućuje njihovo slobodno ispuštanje u spoljnu sredinu i prikupljanje čvrstog komunalnog otpada sa lokacija gradilišta u skladu sa propisima nadležne komunalne službe.

Nakon završetka realizacije objekta dodatne hidroelektrane, područje na kome su sprovedeni građevinski radovi, kao i neplanski oštećeno zemljište u okolini, potrebno je revitalizovati biološkom i mehaničkom konsolidacijom i aktivnostima koje doprinose vizuelno estetskom poboljšanju vrednosti područja.

Konkretna mere koje se moraju poštovati u toku pripreme i izvođenja projekta dogradnje hidroelektrane "Potpeć" su:

1. Obaveza je nosioca projekta da pribavi sve uslove, dozvole i saglasnosti nadležnih institucija predviđene pozitivnim propisima;
2. Po izradi tehničke dokumentacije potrebno je obratiti se ministarstvu nadležnom za poslove vodoprivrede radi dobijanja vodne saglasnosti;
3. Zabranjeno je izvođenje bilo kakvih radova bez odobrenja nadležnih ministarstva i organa;
4. Izvođenje radova na dogradnji objekata HE na vodnom zemljištu se može realizovati isključivo uz nadzor JVP "Srbijavode";
5. Pre početka izvođenja radova potrebno je izvršiti pripremne radove, obezbediti sve lokacije koje su planirane za potrebe izvođenja radova i izvesti druge radove kojima se obezbeđuje neposredno okruženje, život i zdravlje ljudi i bezbedno odvijanje saobraćaja;
6. Lokacija na kojoj se vrši dogradnja mora da bude vidno obeležena;
7. Potrebno je ograditi i propisno obeležiti mesto izvođenja radova;
8. Obezbediti odgovarajuću HTZ zaštitnu opremu zaposlenima na gradilištu, propisanu Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS broj 101/05 i 91/2015);
9. Vršiti redovno, u skladu sa propisima, kontrolu protivpožarnih aparata, hidrantske mreže i sistema za dojavu požara;
10. Izvođenjem radova ne sme se ometati redovno odvijanje saobraćaja;
11. Za pristup lokaciji koristiti postojeće puteve;
12. Uspostaviti adekvatnu organizaciju izvođenja radova, kojom se maksimalno štiti životna sredina, sprovođenje projektovanog obima radova prema investiciono tehničkoj dokumentaciji revitalizacije uz poštovanje uslova nadležnih institucija;
13. Deponovati zamenjene mašinske i elektro opreme, koja nastaje tokom revitalizacije na utvrđene deponije, koje su uređene u skladu sa svojstvima otpada, a čije lokacije se određuju u dogovoru sa nadležnim službama;
14. Obavezno je prikupljanje čvrstog komunalnog otpada i odlaganje na gravitirajuće komunalne deponije,
15. Obavezna je revitalizacija okolnog zemljišta sa biološkom i mehaničkom konsolidacijom nakon završetka revitalizacije elektrane.
16. Na lokaciji HE "Potpeć" nije dozvoljeno servisiranje vozila, zamena ulja i dolivanje goriva.
17. Izvršiti pravilan izbor mašina i vozila u fazi izvođenja radova i održavati mehanizaciju u ispravnom stanju, u cilju maksimalnog smanjenja emisije gasova, nivoa buke i vibracija. Transport sprovoditi atestiranim prevoznim sredstvima.
18. Kontrolisati ispravnost motora i mašina, u cilju eliminisanja mogućnosti dospevanja nafte, derivata i mašinskog ulja u površinske i podzemne vode i zemljište i prekomerne emisije izduvnih gasova.
19. U skladu sa odgovarajućim pravilnicima vršiti sakupljanje i privremeno skladištenje otpadnih materijala koji uključuju: PET boce, otpadna ulja i ambalažu od ulja, otpadne gume, otpadnu električnu i elektronsku opremu i instalacije, akumulatore i baterije, fluorescentne cevi i drugi otpad koji sadrži živu itd. Privremena skladišta moraju biti natkrivena i sa betonskom podlogom.

20. Otpadne materije predavati zainteresovanim organizacijama ovlašćenim za sakupljanje odgovarajuće vrste otpada. Predaju otpada mora da prati Dokument o kretanju (opasnog) otpada, kojim se prenosi vlasništvo nad otpadom na sakupljača otpada.
21. Obezbediti dovoljan broj posebnih, mobilnih kontejnera, prema broju stalnih i privremenih radnika, za prikupljanje čvrstog komunalnog otpada sa lokacija izvođenja radova i deponovati prikupljeni komunalni otpad u dogovoru sa nadležnom komunalnom službom opštine Priboj. Otpad razvrstavati na izvoru nastanka, korišćenjem kontejnera za različite vrste otpada (papir, PET, metal i sl).
22. Otpad se ne sme odlagati van mesta koja su određena za tu namenu i ne sme se vršiti spaljivanje otpada na lokaciji HE "Potpeć".
23. Strogo voditi računa da se građevinski materijal i šut ne prosipa i deponuje u korito reke.
24. U slučaju prekida radova iz bilo kog razloga potrebno je obezbediti mehanizaciju i okolinu.
25. Obavezno je sanirati sve manipulativne i degradirane površine i ukloniti viškove građevinskog materijala, opreme i mašine po završetku radova.
26. Zabranjeno je ispuštanje zagađujućih materija u vodotok u toku izvođenja radova i u toku eksploatacije HE koje mogu negativno da utiču na ihtiofaunu.
27. Spečavati ispuštanje otpadnih voda, štetnih i opasnih materija u vodenu sredinu reke, u cilju zaštite kvaliteta vodotoka.
28. Otpad mora da klasifikuje i da se privremeno skladišti u skladu sa odgovarajućim propisima za tretman pojedinačnih vrsta otpada. Po predaji otpada ovlašćenim pravnim licima mora se čuvati kopija dokumenata o otpremi otpada, sve dok se ne dobije primerak popunjenog Dokumenta o kretanju otpada (ili opasnog otpada) od primaoca, kojim se potvrđuje da je otpad prihvaćen. Ovaj dokument se čuva najmanje 2 godine. Ukoliko se po predaji otpada ne dobije u roku od 15 dana primerak popunjenog Dokumenta o kretanju otpada od primaoca, pokreće se postupak provere kretanja otpada i o nalazu izveštava Ministarstvo nadležno za zaštitu životne sredine.
29. Otpad se razdvaja na mestu nastanka i u skladu sa potrebom budućeg tretmana i skladišti na način koji minimalno utiče na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Proizvođač otpada je dužan da vodi i čuva dnevnu evidenciju o otpadu i da godišnji izveštaj o otpadu dostavlja Agenciji za zaštitu životne sredine. U izveštaju treba da budu navedeni podaci o: vrsti, količini, poreklu, karakterizaciji i klasifikaciji, sastavu, skladištenju, transportu, odlaganju i sl.
30. Sav komunalni otpad koji nastaje tokom izvođenja radova i u kasnijoj eksploataciji hidroelektrane treba privremeno odlagati u za to namenjene kontejnere i redovno odvoziti sa lokacije. Za sakupljanje i odlaganje ovog otpada, zaduženi su svi radnici, kako izvođači radova na rekonstrukciji, tako i zaposleni u HE "Potpeć", dok se odvoženje otpada sa lokacije mora organizovati u dogovoru sa nadležnim javno-komunalnim preduzećem iz Priboja. Rasipanje ovog otpada bi, osim estetskog uticaja, predstavljalo i veliku potencijalnu opasnost usled mogućnosti izbijanja požara, kao i od pojave prenosioca bolesti (insekata i glodara). Takođe, ovaj otpad bi imao veoma negativan, kumulativan efekat na okolno zemljište i površinske vode. Komunalni otpad koji nije pravilno deponovan bi raznosio vetar i na veće udaljenosti. Zabranjeno je mešati komunalni sa opasnim otpadom.
31. U slučaju nastanka otpada koji čine različiti istrošeni ili zamenjeni delovi opreme, ovaj otpad odvajati i privremeno skladištiti do predaje zainteresovanim ovlašćenim organizacijama. Deo opreme će biti zauljen i isprljan raznim uljima i mazivima koje mogu da izazovu veoma negativan dugotrajan uticaj ukoliko dospeju u vodu ili zemljište, pa se

sa njim postupa kao sa opasnim otpadom. Zato se ovaj otpad skladišti na vodonepropusnoj podlozi, pre predaje ovlašćenim pravnim licima.

32. Zauljena ambalaža od ulja i maziva pretstavlja potencijalno opasan otpad, tako da se treba pravilno skladištiti, na natkrivenoj, ograđenoj, betonskoj podlozi. Zauljenu ambalažu je obavezan da primi, bez naknade, proizvođač ili distributer ulja. Ova vrsta otpada povećava rizik od nastanka i širenja požara i može jako nepovoljno da utiče na kvalitet zemljišta i voda.
33. Otpad se ne sme odlagati van mesta koja su određena za tu namenu i ne sme se spaljivati na lokaciji hidroelektrane. Pre odlaganja otpada, izvršiti karakterizaciju otpada od strane ovlašćene ustanove, a zatim izdvojiti materije koje se mogu koristiti kao sekundarne sirovine, i za njihovo preuzimanje sačiniti ugovore sa ovlašćenim preduzećima.
34. Predviđenom rekonstrukcijom i drugim radovima ne smeju se izazvati inženjerskogeološki ili drugi degradacioni procesi uzvodno i nizvodno od HE „Potpeć”, odnosno duž obala i korita Lima;
35. Nizvodno od brane mora biti obezbeđen minimalni održivi protok potreban za opstanak i razvoj biocenoza i zadovoljavanje potreba korisnika, naročito tokom punjenja dodatnog akumulacionog prostora nastalog nadvišenjem KNU;
36. Voditi računa da se nadvišenjem KNU ne ugrozi stabilnost vodozahvatnog objekta;
37. Obezbediti da ne dođe do procurivanja transformatorskih ulja i drugih maziva u tlo ili vodotok;
38. Nije dozvoljeno kaptiranje izvora, na predmetnom području i okolini;
39. Obezbediti redovno čišćenje akumulacije, kako bi se sprečilo njeno zasipanje i izlivanje voda;
40. Zabranjeno je ugrožavanje opasnim i štetnim materijama i sredstvima, otpadom i građevinskim materijalom biodiverziteta, geodiverziteta i predeonog diverziteta na predmetnom području, a njihovo korišćenje, uklanjanje i deponovanje mora biti u skladu sa važećom zakonskom regulativom i normativnim aktima lokalne samouprave;
41. Preduzeti sve neophodne mere zaštite u akcidentnim situacijama uz obavezu obaveštavanja nadležnih inspeksijskih službi;
42. Obavezna je kontrola kvaliteta vode nizvodno od HE „Potpeć”, u slučaju da je kvalitet vode lošiji u odnosu na uzvodne delove, hidroelektrana mora prestati sa radom dok izvor kontaminacije ne bude otkriven i uklonjen;
43. Predvideti redovno praćenje kvaliteta nanosa u zoni akumulacije – rezultati moraju biti dostupni nadležnim institucijama;
44. Nakon okončanja svih radova obavezno je saniranje svih degradiranih i uništenih površina oko reke i u samom koritu i uklanjanje svih viškova građevinskog materijala, opreme i mašina; obavezno uspostaviti biljni pokrivač (kultivisani teren) na svim ugroženim mestima, primenom autohtonih vrsta, odnosno takvih vrsta koje su biološki postojeane u datim klimatskim uslovima – unošenje alohtonih vrsta je zabranjeno.
45. Da se, PD Drinsko-Limske hidroelektrane d.o.o Limske HE, Nova Varoš, pridržava režima koji je definisan kotama:
 - Kota minimalnog uspora u akumulaciji 423,60 mnm
 - Kota normalnog uspora u akumulaciji 435,60 mnm
 - Kota maksimalnog uspora u akumulaciji 437,00 mnm
46. Da zahvatane vode koristi vodeći računa o sledećem:

- Proticaje do $165 \text{ m}^3/\text{s}$ treba propuštati kroz turbine.
 - Proticaj preko $165 \text{ m}^3/\text{s}$ mogu se ispuštati i kroz temeljne ispuste, tako da ne budu veći od proticaja kroz turbine.
47. Radi normalnog održavanja zahvatnih organa, može se vršiti pražnjenje akumulacije Potpeć do kote 420,00 mnm, dok za eventualne izmene kota minimalnog i maksimalnog nivoa treba pribaviti odgovarajuće dozvole nadležnih organa, koja će se izdati po posebnom zahtevu na osnovu zakonom utvrđenog postupka. Za pražnjenje i ispiranje akumulacije ispod kote 420,00 mnm potrebno je pribaviti posebne vodoprivredne uslove i vodoprivrednu saglasnost od nadležnog JVP u skladu s odredbama čl.15 st. 1 tač.12 Zakona o vodama.
 48. Da se konstantno ispušta i održava garantovani minimalni proticaj u količini od $13,9 \text{ m}^3/\text{s}$ u vodotok reke Lim.
 49. Da se svi izgrađeni objekti koriste u svemu prema postojećoj revidovanoj tehničkoj dokumentaciji i prema tehničkoj dokumentaciji o načinu korišćenja Limskih HE.
 50. Obavezno je, da se pre početka pražnjenja, u toku pražnjenja i nakon završetka punjenja akumulacije, izvrši pregled klizišta i objekata u neposrednoj okolini akumulacije na delu od Donje Bistrice do Potpeća. Osmatranjima za vreme pražnjenja i punjenja akumulacije treba obezbediti sigurnost ljudi, smanjiti rizik od naglog obrušavanja većih masa u akumulacioni prostor, eventualnog zaprečavanja evakuacionih organa i oštećenja stambenih i drugih objekata. Osmatranja obuhvataju praćenje eventualnog pomeranja padine i/ili objekat, registrovanje pukotina u tlu i na objektima, pojava zabarenja, izvora i sl.
 51. Na osnovu rezultata osmatranja odgovorno lice ili telo treba da donese odluke o eventualnom prekidu ili sporijem pražnjenju akumulacije, kao i o merama zaštite.
 52. Obavezno je praćenje uticaja pražnjenja i punjenja akumulacije Potpeć na riblji fond u akumulaciji i vodotoku reke Lim nizvodno od brane. U toku trajanja ove operacije, u stručnu komisiju koja treba da bude prisutna na terenu treba uključiti ihtiologa koji će svojim prisustvom i eventualnim dodatnim intervencijama doprineti da štete po riblji fond budu što manje
 53. Pored prethodno predviđenih osmatranja, u sklopu praćenja uticaja pražnjenja i punjenja akumulacije uvrstiti i postojeće deponije komunalnog otpada koje su locirane po obodu akumulacije;
 54. Izgradnju predmetnog četvrtog agregata koji je u sastavu mašinske zgrade, dovod vode i trafo postrojenje za navedeni agregat i privremeni objekat – zagat sa pratećom privremenom radno – pristupnom rampom izvesti prema dostavljenom Idejnom rešenju i unutar postojeće lokacije HE „Potpeć”;
 55. Uz minimalne izmene postojećeg okruženja mašinsku zgradu (dimenzija $20,7 \times 19,2 \text{ m}$) i trafo četvrtog agregata izgraditi na postojećem platou pristupnog puta, usecanjem terena koji se spušta do platoa razvodnog postrojenja lociranog uz magistralni put Priboj – Nova Varoš;
 56. Mašinsku zgradu četvrtog agregata adekvatno uklopiti u postojeći system objekata HE „Potpeć”, tako da predstavlja njegov sastavni deo;
 57. Zbog ograničenog prostora i blizine izlaza odvodne vade postojeće mašinske zgrade, a u cilju minimalnog zauzeća prostora i narušavanja rada HE, izgraditi zagat odvodne vade nestandardnog tipa (od gabona sa betonskom oblogom);
 58. Za pristup građevinskoj jami izlaznog dela odvodne vade, izgraditi u rečnom koritu, uz desnu obalu, radon – pristupnu rampu u dužini od oko 700 m, koja nizvodno završava na lokaciji sa koje se mehanizacijom može prići reci;

59. Za sve predmetne radove (u toku izgradnje, a i po puštanju u funkciju agregata) predvideti takva rešenja i mere kojima će se sprečiti, odnosno onemogućiti zagađenje vazduha, zemljišta i podzemnih voda;
60. Strogo se pridržavati lokacije planirane za izgradnju navedenog objekta, kako radovi ne bi ostavili posledice na širi proctor, odnosno onemogućiti zagađenje vazduha, zemljišta i podzemnih voda;
61. Nije dozvoljena bitnija promena morfologije ambijentalnih karakteristika izuzev na mikrolokaciji objekta mašinske zgrade;
62. Zabranjeno je formiranje pozajmišta i površinskih kopova, radi obezbeđivanja geološkog građevinskog materijala (kamena, peska, šljunka is i.), izuzev iz iskopa za objekat;
63. Zabranjena je eksploatacija mineralnih sirovina i korišćenje materijala iz korita is a obala vodotoka;
64. Objekat mašinskog objekta ne sme da izazove promene inženjerskogeoloških svojstava terena, odnosno poremećaj stabilnosti okolnog terena, niti procese erozije u zoni rečnog korita;
65. Predvideti maksimalno očuvanje i zaštitu okolnog zemljišta, kao i vrednijih primeraka dendroflora (pojedinačna stable i grupe stabala);
66. Nije dozvoljena seča krajrečne vegetacije (šume zaštitnog karaktera), čija je namena zaštita od erozije i bujica;
67. Na delovima trase gde je uklonjena vegetacija, a nagib terena veći, neophodno je preduzeti mere sprečavanja erozije (zatravljivanje, sadnja žbunaste vegetacije...);
68. Tokom izvođenja predmetnih radova preduzeti sve mere predostrožnosti kako bi se stabla u blizini planiranih radova na izgradnji četvrtog agregata maksimalno zaštitila i sačuvala od mogućeg oštećenja pri kretanju transportnih sredstava i građevinskih mašina, kao što je lomljenje grana i skidanje kore sa debla ili na bilo koji drugi način narušila njihova bitna svojstva;
69. Prostore za gradilišta (pomoćni, radni i sanitarni objekti gradilišta, parking proctor, mehanizacije i skladištenje sredstava rada i goriva, izrada pristupnih mesta radi dopreme materijala za izradu pregrada) obezbediti na lokacijama koje će biti određene;
70. Izvođač je dužan da preduzme sve potrebne zaštitne mere. Radne ekipe su dužne da se pridržavaju opštih mera zaštite (ne uništavaju ili oštećuju biljne i životinjske vrste ili njihova staništa), pravila o protivpožarnim merama, pravila o prikupljanju i odnošenju otpada, pravila o zaštiti na radu i dr.;
71. Izvođenjem građevinskih radova ne sme biti izazvano zamućenje vode u period dužem od 5 dana;
72. Nivo buke tokom radova ne sme preći dozvoljene granične vrednostiza radni prostor;
73. Zabranjuje se održavanje građevinskih mašina, sredstava za betoniranje i ostale mehanizacije na predmetnoj lokaciji tokom radova;
74. Na gradilištu je zabranjeno trajno formiranje deponija viška materijala, otpada, odlaganje derivate nafte ili drugih pogonskih goriva;
75. Odlaganje viškova materijala (geološki građevinski amterijal) treba da bude prema standardima za ovu vrstu objekata, uz poštovanje mera zaštite vodotoka i izvan neposredne zone izvora;
76. U potpunosti je zabranjeno ispuštanje opasnih i štetnih materija (pogonskih goriva, ulja, maziva) i otpadnih voda od redovnog održavanja alata i građevinskih amšina u zemljište ili vodotoke, tokom izvođenja predviđenih radova;

77. U cilju zaštite okolnog terena zabranjuje se korišćenje prostora van zone gradilišta za privremeno ili stalno parkiranje građevinske mehanizacije, transportnih sredstava i sl;
78. U slučaju da se desi havarijsko izlivanje goriva, ulja i sl. u priobalnom području ili vodotoku, obavezno je uklanjanje dela zagađenog zemljišta i njegova sanacija zamenom i zatravljivanjem. Takođe je neophodno preduzeti mere za zaštitu živog sveta vodotoka;
79. Objekti ove namene moraju biti obezbeđeni od ulaska neovlašćenih lica in a prilazu objektima neophodno je postaviti table sa upozorenjem o zabrani pristupa;
80. Za objekat četvrtog agregata mora biti obezbeđen odgovarajući prilaz za vozila – u slučaju akcidentne situacije;
81. Nakon okončanja svih radova obavezno treba sanirati sve degradirane površine i ukloniti sve viškove građevinskog materijala i opreme;
82. Za potrebe sanacije prostora obavezno je korišćenje autohtonih biljnih vrsta. Unošenje alohtonih vrsta je zabranjeno;
83. Ukoliko se tokom radova naiđe na geološko – paleontološke ili mineraloško – petrološke objekte, za koje se pretpostavlja da imaju svojstvo prirodnog dobra, izvođač je dužan da u roku od osam dana obavesti Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, odnosno preduzme sve mere kako se prirodno dobro ne bi oštetilo do dolaska ovlašćenog lica;
84. Tehničkom dokumentacijom prikazati uticaj izgradnje četvrtog agregata i predvideti adekvatne mere kako bi se očuvao režim voda i neutralisali nepovoljni uticaji na okolinu i postojeće objekte;
85. Ako, nakon sprovedenih analiza ima indicija da su moguće pojave: dubinske i bočne erozije u zoni objekata za dovod vode i ispus u vodotok, ili drugih objekata, predvideti rešenja kojima će se osigurati pomenuti objekti i stabilizovati rečno dno uzvodno i nizvodno od objekata na režim voda i leđa;
86. Ako postoje mesta ukrštanja cevovoda sa vodotocima, cevovod mora biti ukopan na dubini od min. 1,5 m ispod rečnog dna korita, uz potrebno osiguranje mesta ukrštanja. Vođenje trase cevovoda nije dozvoljeno u koritu za vodu;
87. Predvideti da se rad HE uskladi sa načinom odbrane od poplava i donese Operativni plan za odbranu od poplava za sve objekte u sastavu HE;
88. Tehničkom dokumentacijom predvideti uticaj zahvatanja voda na nizvodne korisnike i predložiti odgovarajuće mere ponašanja u ekstremnim slučajevima (sušni period, poplave...), opšte korišćenje voda ima prioritet nad posebnim korišćenjem, kao i uticaj na uzvodne objekte;
89. Predvideti obezbeđivanje minimalnog održivog protoka, u količini od 13,9 m³/s u rečnom toku nizvodno od HE i isti ne sme biti ugrožen ni u jednom momentu zahvatanjem za potrebe rada MHE, shodno mišljenju nadležnog javnog vodoprivrednog preduzeća;
90. Projektom predvideti način izgradnje i eksploatacije objekata da ne bi došlo do uticaja na vodne objekte u funkciji snabdevanja vodom naselja, kao i da ne bi došlo do zagađenja vodotoka opasnim i štetnim materijama, naftom i njenim derivatima;
91. U period nailaska velikih voda potrebno je da evakuacioni organi nab rani obezbede propuštanje velikih voda bez dodatnog uspora, odnosno da se nivoi velikih voda ne povišavaju iznad anvelope koju određuju kota normalnog uspora i nivo velike vode, odgovarajuće verovatnoće pojave, u prirodnim uslovima;
92. Projektom za izgradnju dodatnog agregata HE, u slučaju usporavanja velikih voda i plavljenja inundacije, treba predvideti sisteme za zaštitu od poplava shodno uslovu iz

- mišljenja nadležnog javnog vodoprivrednog preduzeća ili izmeštanje objekata, uz rešavanje vlasničkih odnosa na ugroženim površinama;
93. Zbog izmenjenih uslova objekata predvideti dokumentacijom izradu projekta tehničkog osmatranja brane kojim se utvrđuju mere, metode i postupci osmatranja, zadatak, broj i vrsta uređaja, raspored mernih mesta, stanje u prostoru akumulacije... i izvršiti tehničku kontrolu projekta;
 94. Takođe, dokumentacijom predvideti tehničko osmatranje i obaveštavanje koje će obezbediti kontinualno praćenje stanja akumulacije i brane u redovnim uslovima, a u period pojava velikih voda, mogućnost obaveštavanja i uzbunjivanja stanovništva na ugroženom području, duž akumulacije i nizvodno od brane, u zoni akumulacije, brane i nizvodno od brane;
 95. Izraditi Elaborat za određivanje posledica usled iznenadnog rušenja brana i o obaveštavanju i uzbunjivanju stanovništva na području ugroženom poplavnim talasom. Na Elaborat pribaviti saglasnost;
 96. Predvideti način i uslove upravljanja hidromehaničkom opremom i mere kontrole istih;
 97. Za zaštitu akumulacije i otklanjanje negativnih uticaja izmenjenog režima tečenja na transportne sposobnosti toka i stabilnost rečnog korita u skladu sa uslovom iz mišljenja nadležnog javnog vodoprivrednog preduzeća;
 98. Atmosferske vode se mogu upuštati u recipijent ako su prethodno tretirane radi otklanjanja nanosa, mulja, masti, uljanaftnih derivate, plivajućih materija...;
 99. Otpadne vode (sanitarne i druge) mogu se ispuštati u recipijent (reku ili javnu kanalizaciju), ukoliko se prethodno izvrši tretman pomenutih voda do stepena da zadovolje zahtevanu klasu vodotoka ili u vodonepropusnu septičku jamu koja bi se praznila vozilima nadležnog JKP;
 100. Da se predvidi merenje i registrovanje količina zahvaćenih voda;
 101. Za sve druge aktivnosti, mora se predvideti adekvatno tehničko rešenje u cilju očuvanja režima voda i sprečavanja zagađenja površinskih i podzemnih voda;
 102. Da se, po završetku izrade tehničke dokumentacije obrati najpre nadležnom javnom vodoprivrednom preduzeću sa tehničkom dokumentacijom, radi dobijanja izveštaja o izrađenoj tehničkoj dokumentaciji, a zatim ovom Ministarstvu, sa zahtevom za izdavanje vodne saglasnosti, u skladu sa propisima.

8.3 Mere koje će se preduzeti u slučaju udesa

Udesne situacije su obrađene u poglavlju 7 ove Studije. Potrebno je preduzeti sve mere da do udesa ne dođe ili ukoliko dođe, da posledice budu svedene na minimum. Preduzeti sve neophodne mere zaštite prirode i njeno saniranje u akcidentnim situacijama uz obavezu obaveštavanja nadležnih inspeksijskih službi.

Preduzeti sve neophodne mere predostrožnosti, kako tokom izvođenja radova ne bi došlo do havarijskog izlivanja goriva, maziva i drugih štetnih materija iz građevinske mehanizacije i vozila. Poštovati zakonske propise o rukovanju zapaljivim materijama. Na predmetnoj lokaciji je zabranjeno odlaganje bilo kakvih derivata nafte ili drugih pogonskih goriva koja se koriste.

Moguće udesne situacije vezane su za pojavu požara i za iscurivanje ulja i maziva u zemljište i vode. Za predviđene udesne situacije usvojeni su planovi za reagovanje koji su istaknuti na vidnim mestima i moraju u slučaju udesa sprovoditi. Mere koje će se preduzeti u slučaju udesa su:

1. Preduzeti sve neophodne mere zaštite prirode i njeno saniranje u akcidentnim situacijama uz obavezu obaveštavanja nadležnih inspeksijskih službi;
2. Korisnik HE mora poštovati Operativni plan odbrane od poplava i da u slučaju naulaska poplavnog talasa uskladi rad HE sa Odlukama i savetima Opštinskog štaba za elementarne nepogode;
3. U slučaju izbijanja požara, lice koje je primetilo požar pristupa njegovom gašenju protivpožarnim aparatom koji se nalazi u blizini ili aktivira automatski uređaj za gašenje požara, ukoliko već nije aktiviran i obaveštava komandu HE "Potpeć". Potom isključuje, ukoliko je to moguće, dovod električne energije do mesta ugroženog požarom, pre dolaska vatrogasne jedinice. Zatim se vrši obaveštavanje referenta za pitanja protivpožarne zaštite i ostalih nadležnih lica. Ukoliko je potrebno izvršava se evakuacija ljudstva;
4. Strogo voditi računa da ne dolazi do procurivanja ulja za podmazivanje zatvarača, na rešetki, čistilici, kao i svim drugim elementima hidromehaničke opreme na dovodnim i odvodnim organima, kao i u mašinskoj sali;
5. Strogo voditi računa o pravovremenoj analizi i sticanju uslova za zamenu ulja; Generalno, potrebna je češća zamena;
6. Za slučajeve većih procurivanja ili havarije, upotrebiti pumpe za evakuaciju;
7. Za slučajeve manjih procurivanja ili izlivanja ulja na čvrstu površinu preporučuje se upotreba savremenih polimernih jedinjenja i materijala za sakupljanje otpadnog ulja sa čvrstih površina (jastuci, pucle, praškasta materija za sakupljanje prosutih uljanih materija i dr.). Naročito se preporučuje upotreba vlakana od celuloze za sakupljanje procurelog ulja na čvrstim površinama, koja ima visok kapacitet adsorpcije, dobru sposobnost upijanja i jako kapilarno dejstvo (dobro raspoređivanje upijene tečnosti), a koja je testirana i nije zapaljiva;
8. Takođe, preporučuje se upotreba granulastog koncentrata za sakupljanje prosutog ulja ili procurelog ulja u mašinskoj sali, koje su izuzeno efikasne. Ove granule se koriste kada je potrebno adsorbovati sve guste i pastaste smeše ili tečnosti velikom snagom upijanja. Moć upijanja ovakvih granula je oko 8 kg ulja za 1 min, što predstavlja izuzetne rezultate. Prednosti ovih sakupljača su što nisu toksični, pH neutralni su, površina je brzo spremna za ponovno korišćenje nakon njih, imaju malu specifičnu težinu, niski su troškovi zbrinjavanja otpada. Mogu se posipati na otvorenom, ali treba izbegavati vetrovite ili kišne dane jer dolazi do gubitka granula.
9. Prilikom prosipanja opasnih materija značajna je svaka sekunda, a ove granule deluju veoma brzo i nakon prosipanja ulja ili maziva;
10. Jednostavno je potrebno posuti uljnu mrlju granulama i nakon kratkog vremena počistiti i odložiti upotrebljene granule u burad za sakupljanje opasnog otpada;
11. Uljni adsorberi, kao i zemljište na kojem se prosulo ulje se tretira kao opasan otpad. Sakupljanje uljnih adsorbera se vrši u odgovarajućoj buradi i dalje se predaje ovlašćenom licu;
12. Za indirektno izvore zagađenja i difuzne zagađivače, preporučuje se podizanje svesti stanovništva u okolnim domaćinstvima.

13. Ako ulje dospe do vodene površine u većim količinama, obavezno treba obavestiti referenta za bezbednost i zdravlje na radu, protivpožarnu zaštitu i ekologiju koji dalje obaveštava nadležnu inspekciju zaštite životne sredine i poziva nadležne službe za uklanjanje ulja iz vode. Telefon referenta je jasno istaknut na svim mestima gde se nalaze ulja i druge opasne materije. Sakupljanje ulja obavljaju lica obučena za ovu vrstu posla, koja poseduju odgovarajuća lična zaštitna sredstva. Sakupljanje se vrši iz čamca, a potrebna količina adsorbacionog sredstva se procenjuje na licu mesta;
14. U slučaju akcidentnih situacija vezanih za prevrtanje vozila ili prosipanja ulja u zemljište ili vodu, u što kraćem roku po izbijanju akcidenta se mora skinuti gornji sloj zemljišta ili vode. Neizostavno je potrebno obavestiti nadležni inspekcijski organ za zaštitu životne sredine i uklonjeni kontaminirani materijal, uz dozvolu inspekcijskog organa, odvesti na predviđenu deponiju opasnog otpada. Ukoliko nije moguće svo zagađeno zemljište iskopati i transportovati, potrebno je pristupiti njegovoj remedijaciji;

Nakon udesne situacije potrebno je preduzeti mere koje imaju za cilj sanaciju, ali i praćenje situacije posle udesa i uklanjanje opasnosti od ponovnog udesa:

1. Nakon udesa sačinjava se izveštaj o udesu sa analizom trenutnog stanja i procenom štete;
2. Zatim se izrađuje operativni plan kojim se određuju ciljevi i potrebna sredstva za sanaciju, kao i redosled radnji koji će se preduzeti;
3. Nakon otklanjanja neposrednih posledica udesa, pristupa se sanaciji, obnavljanju i vraćanju objekta ili zemljišta u prvobitno stanje, pri čemu se mora ukloniti opasnost od ponovne pojave udesne situacije;

8.4 Planovi i tehnička rešenja zaštite životne sredine

U narednom delu Studije date su mere koje se moraju poštovati radi zaštite i unapređenja životne sredine :

1. Spečavati ispuštanje otpadnih voda, štetnih i opasnih materija u vodenu sredinu reke Lim, u cilju zaštite kvaliteta vodotoka.
2. Zahvatanje vode vršiti tako da nizvodno od objekta bude obezbeđen minimalni održivi protok potreban za opstanak i razvoj biocenoza i zadovoljenje potreba korisnika.
3. Obezbediti veću količinu vode od minimalno održivog proticaja u zimskom periodu neophodnu za mrest riba.
4. Osigurati da kvalitet vode nizvodno od hidroelektrane "Lim" mora biti bar jednak kvalitetu recipijenta uzvodno od hidroenergetskog kompleksa.
5. Obavezna je kontrola kvaliteta vode nizvodno od mašinske zgrade; U slučaju da je kvalitet vode lošiji u odnosu na vodozahvat, hidroelektrana mora prestat sa radom dok izvor kontaminacije ne bude otkriven i uklonjen.

Postupanje sa otpadom vršiti u skladu Zakonom o upravljanju otpadom i Zakonom o ambalaži i ambalažnom otpadu. Ovi zakoni, kao i svi ostali propisi se primenjuju u cilju: upravljanja otpadom na način kojim se ne ugrožava zdravlje ljudi i životna sredina, prevencije nastajanja otpada razvojem čistijih tehnologija i racionalnim korišćenjem prirodnih bogatstava, ponovnog korišćenja i reciklaže otpada itd.

U skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom, sačinjava se plan upravljanja otpadom, pribavlja izveštaj o ispitivanju otpada i po potrebi obnavlja u slučaju promene tehnologije (ovaj izveštaj čuva se najmanje 5 godina).

Mere koje se odnose na upravljanje otpadom su:

1. Otpad mora da klasifikuje i da se privremeno skladišti u skladu sa odgovarajućim propisima za tretman pojedinačnih vrsta otpada. Po predaji otpada ovlašćenim pravnim licima mora se čuvati kopija dokumenata o otpremi otpada, sve dok se ne dobije primerak popunjenog Dokumenta o kretanju otpada (ili opasnog otpada) od primaoca, kojim se potvrđuje da je otpad prihvaćen. Ovaj dokument se čuva najmanje 2 godine. Ukoliko se po predaji otpada ne dobije u roku od 15 dana primerak popunjenog Dokumenta o kretanju otpada od primaoca, pokreće se postupak provere kretanja otpada i o nalazu izveštava Ministarstvo nadležno za zaštitu životne sredine.
2. Otpad se razdvaja na mestu nastanka i u skladu sa potrebom budućeg tretmana i skladišti na način koji minimalno utiče na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Proizvođač otpada je dužan da vodi i čuva dnevnu evidenciju o otpadu i da godišnji izveštaj o otpadu dostavlja Agenciji za zaštitu životne sredine. U izveštaju treba da budu navedeni podaci o: vrsti, količini, poreklu, karakterizaciji i klasifikaciji, sastavu, skladištenju, transportu, odlaganju i sl.
3. Sav komunalni otpad koji nastaje tokom izvođenja radova i u kasnijoj eksploataciji hidroelektrane treba privremeno odlagati u za to namenjene kontejnere i redovno odvoziti sa lokacije. Za sakupljanje i odlaganje ovog otpada, zaduženi su svi radnici, kako izvođači radova na rekonstrukciji, tako i zaposleni u HE "Potpeć", dok se odvoženje otpada sa lokacije mora organizovati u dogovoru sa nadležnim javno-komunalnim preduzećem iz opštine Ivanjica. Rasipanje ovog otpada bi, osim estetskog uticaja, predstavljalo i veliku potencijalnu opasnost usled mogućnosti izbijanja požara, kao i od pojave prenosioca bolesti (insekata i glodara). Takođe, ovaj otpad bi imao veoma negativan, kumulativan efekat na okolno zemljište i površinske vode. Komunalni otpad koji nije pravilno deponovan bi raznosio vetar i na veće udaljenosti. Zabranjeno je mešati komunalni sa opasnim otpadom.
4. U slučaju nastanka otpada koji čine različiti istrošeni ili zamenjeni delovi opreme, ovaj otpad odvajati i privremeno skladištiti do predaje zainteresovanim ovlašćenim organizacijama. Deo opreme će biti zauljen i isprljan raznim uljima i mazivima koje mogu da izazovu veoma negativan dugotrajan uticaj ukoliko dospeju u vodu ili zemljište, pa se sa njim postupa kao sa opasnim otpadom. Zato se ovaj otpad skladišti na vodonepropusnoj podlozi, pre predaje ovlašćenim pravnim licima.
5. Zauljena ambalaža od ulja i maziva pretstavlja potencijalno opasan otpad, tako da se treba pravilno skladištiti, na natkrivenoj, ograđenoj, betonskoj podlozi. Zauljenu ambalažu je obavezan da primi, bez naknade, proizvođač ili distributer ulja. Ova vrsta otpada povećava rizik od nastanka i širenja požara i može jako nepovoljno da utiče na kvalitet zemljišta i voda.
6. Uklanjati iz vode nanose koji stižu do brane i iz njih izdvajati materijale koji mogu da se recikliraju i privremeno ih skladištiti do predaje ovlašćenim organizacijama. Otpad koji se

ne može reciklirati evakuisati sa lokacije u dogovoru sa nadležnom komunalnom službom i deponovati ga na trajnu sanitarnu deponiju koju odredi nadležni inspektor zaštite životne sredine ili nadležno komunalno preduzeće.

7. Otpad se ne sme odlagati van mesta koja su određena za tu namenu i ne sme se spaljivati na lokaciji hidroelektrane. Pre odlaganja otpada, izvršiti karakterizaciju otpada od strane ovlašćene ustanove, a zatim izdvojiti materije koje se mogu koristiti kao sekundarne sirovine, i za njihovo preuzimanje sačiniti ugovore sa ovlašćenim preduzećima.

8.5 Druge mere zaštite životne sredine

Zone u kojoj će se izvoditi radovi na rekonstrukciji i dogradnji HE "Potpeć" moraju biti uređene tako da je omogućeno nesmetano i sigurno izvođenje svih radova, obezbeđeno od pristupa lica koja nisu zaposlena na njemu. O uređenju gradilišta i radu na njemu Izvođač sastavlja poseban elaborat koji u pogledu zaštite na radu treba da obuhvati sledeće mere: obezbeđenje granice gradilišta prema okolini; uređenje i održavanje saobraćajnica; određivanje mesta, prostora i načina razmeštaja i uskladištenja građevinskog materijala; izgradnju i uređenje prostora za čuvanje opasnog materijala; način transportovanja, utovara, istovara i deponovanja raznih vrsta građevinskog materijala i teških predmeta; način obeležavanja i obezbeđivanja opasnih mesta i ugroženih prostora na gradilištu; način obeležavanja i obezbeđivanja bezbednog kretanja na gradilištu; način rada na mestima gde se pojavljuju štetni gasovi, prašina, para, odnosno gde može nastati vatra i drugo; uređenje električnih instalacija za pogon i osvetljenje na pojedinim mestima na gradilištu; određivanje vrste i smeštaja građevinskih mašina i postrojenja i odgovarajuća obezbeđenja s obzirom na lokaciju gradilišta; određivanje vrste i načina izvođenja građevinskih skela; način zaštite od pada sa visine ili u dubinu; određivanje radnih mesta na kojima postoji povećana opasnost po život i zdravlje radnika, kao i vrste i količine potrebnih ličnih zaštitnih sredstava odnosno zaštite opreme; mere i sredstva protivpožarne zaštite na gradilištu; izgradnju, uređenje i održavanje sanitarnih čvorova na gradilištu; organizacija prve pomoći na gradilištu i druge neophodne mere za zaštitu lica na radu. Izvođenje radova na gradilištu sme otpočeti tek kad je gradilište uređeno u skladu sa ovde navedenim odredbama.

Primenjene mere zaštite na radu moraju biti u skladu sa važećim Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu, pratećim pravilnicima i svim pravilima, ograničenjima i merama bezbednosti koja važe za rad u zoni objekata HE "Potpeć". Mere koje će biti primenjene na gradilištu su:

1. Sav materijal, uređaji, postrojenja i oprema, potrebni za rekonstrukciju objekta odnosno za izvođenje određenog rada na gradilištu moraju, kad se ne koriste, biti složeni tako da je moguć lak pregled i nesmetano njihovo ručno ili mehanizovano uzimanje bez opasnosti od rušenja i sl. Ukoliko ne postoji mogućnost za uskladištenje građevinskog materijala u potrebnim količinama, dozvoljeno je dopremanje materijala samo u količinama koje se mogu složiti bez zakrčavanja prilaza i prolaza i bez opasnosti od rušenja.
2. Pomoćne pogone na gradilištu, kao tesarske, stolarske, bravarske i druge radionice, po pravilu treba smeštati van opasnih zona na gradilištu. Ako to nije moguće, moraju se predvideti i obezbediti odgovarajuće mere zaštite na radu radnika koji rade u tim pogonima. Ako su pomoćni pogoni na gradilištu izrađeni u celini ili delimično od zapaljivog materijala, moraju se na gradilištu preduzeti potrebne mere za zaštitu od požara, shodno važećim propisima.

3. Da bi bili obezbeđeni odgovarajući radni uslovi u zatvorenim radnim prostorijama, moraju se preduzeti zaštitne mere radi smanjenja štetnog dejstva: gasova i pare, visoke ili niske temperature, vlage, prašine, otrova, atmosferskog pritiska, buke i vibracije, eksplozije gasova, svih vrsta zračenja, kao i ostalih štetnosti i njihovog svođenja na granice dopuštene važećim propisima o zaštiti na radu odnosno standardima. Za radove koji se vrše napolju, pod nepovoljnim klimatskim, atmosferskim ili drugim uticajima, Izvođač svojim opštim aktom, određuje mere zaštite na radu za obezbeđenje potrebnih radnih uslova i predviđa korišćenje odgovarajućih ličnih zaštitnih sredstava odnosno opreme pri vršenju tih radova.
4. Gradilište će se električnom energijom i vodom snabdevati preko postojećih linija snabdevanja u okviru mašinske zgrade i okolnog prostora hidroelektrane. Stalna kontrola elektro instalacija u saradnji sa odgovornim licima hidroelektrane je obaveza Izvođača radova.
5. Za rad sa hemijskim materijalima, kao i skladištenje i uklanjanje otpada obavezno je pridržavati se fizičkih, sigurnosno-tehničkih, toksičnih i ekoloških podataka prema važećoj specifikaciji sigurnosnih propisa, odnosno sigurnosnih podataka sa etikete proizvoda ili u pratećim brošurama.
6. Ukoliko se iz bilo kog razloga ne mogu koristiti odgovarajuće prostorije na HE "Potpeć", na samom gradilištu moraju se još pre početka radova obezbediti higijensko sanitarni uređaji: WC, umivaonici, instalacije za pijaću vodu, prostorije za boravak radnika za vreme vremenskih nepogoda u toku rada, za sušenje mokre odeće i drugo, u skladu sa propisima o zaštiti na radu.
7. Za vreme izvođenja radova pri kojima postoji opasnost od pada sa visine, odnosno u dubinu, radnici moraju biti obezbeđeni sigurnosnim opasacima i užadima.
8. Na ivice preko kojih se može pasti u prostor dublji od 1,0 m, na delovima objekta na kojima se vrše radovi, zatim na prilazima objektu, na pomoćnim konstrukcijama ili uređajima, na delovima objekta koji se koriste za kretanje radnika ili u čijoj se neposrednoj blizini nalaze prolazi, postavlja se zaštitna ograda visine najmanje 100 cm. Ova ograda treba da ispuni sledeće uslove:
 - zaštitna ograda treba da bude izgradjena od cevaste skele, zdravog i neoštećenog drveta ili drugog podesnog materijala
 - dimenzije, rastojanja i veze elemenata ograde moraju da odgovaraju horizontalnom opterećenju na rukohvat ograde od najmanje 300 N po dužnom metru,
 - ispunu ograde postavlja se sa unutrašnje strane stubova;
 - u ispuni ograde jedna dimenzija čistog otvora ne sme da bude veća od 35 cm;
 - pri dnu ograde mora se postaviti puna ivicna zaštita (daska) visine najmanje 20 cm od površine poda;
 - kad se za ispunu ograde upotrebljava žičana mreža otvori kvadratnih okaca ne smeju imati dužu ivicu od 4 cm, a kod kružnih prečnik ne sme prelaziti 4,5 cm;
 - za zaštitne ograde većih dužina i sa većim opterećenjima i za ograde sa većim visinama moraju se uraditi nacrti i statički proračuni.
9. Zaštita od požara je dužnost i obaveza izvođača i angažovanih radnika. U skladu sa odredbama protivpožarne zaštite izvođač je obavezan da poseduje na gradilištu svu neophodnu opremu za zaštitu od požara. Izvođač ima obavezu da sve radnike obučava da rukuju protivpožarnim aparatom da bi oni bili u stanju ukoliko dođe do požara da ga lokalizuju.
10. Odgovorni rukovodilac, ako zatekne ili utvrdi da se radnik ne pridržava propisanih mera zaštite na radu i zaštite od požara, a naročito ako ne koristi sredstva lične zaštite na radu

koja su mu stavljena na raspolaganje, ima pravo i dužnost da tog radnika privremeno udalji s posla dok ovaj nedostatak ne otkloni.

11. Gradilište treba obeležiti propisnim znacima zabrane pristupa nezaposlenim licima. Nezaposlenim licima se smatraju ona lica koja nisu angažovana od strane izvođača, dok se predstavnicima investitora, nadzora i projektanta mora omogućiti bezbedan pristup. Lica koja su u poseti gradilištu moraju biti na takav način opremljena da se obezbedi njihova sigurnost (šlem, zaštitna obuća, zaštitne naočare i dr).
12. U slučaju noćnog rada, kao i rada u posebnim uslovima (radovi unutar mašinske zgrade) radni prostor mora imati obezbeđeno odgovarajuće osvetljenje.
13. Izvođač je obavezan da obavesti sve radnike o zabrani unošenja alkoholnih pića, oružja i eksplozivnih i zapaljivih sredstava na gradilište i da kontroliše poštovanje te zabrane. U slučaju kršenja zabrane izvođač ima pravo i obavezu da radnika koji je prekršio zabranu privremeno ili trajno udalji sa gradilišta i da ukloni sve zabranjene predmete sa gradilišta.
14. Zavisno od stepena opasnosti, broja radnika, udaljenosti gradilišta od zdravstvenih ustanova, uslova za smeštaj povređenih radnika i drugo, na gradilištu se moraju obezbediti potrebna sanitarna sredstva i odgovarajuće stručno osoblje za pružanje prve pomoći. Za slučaj kompleksnije povrede koristiće se usluge najbliže zdravstvene ustanove u Ivanjici. Za takve slučajeve na gradilištu se obezbeđuje automobil sa pratećim sredstvima za ukazivanje prve pomoći i transport do najblize zdravstvene ustanove.
15. Građevinske mašine i uređaji koja se upotrebljavaju u građevinarstvu, u pogledu zaštite na radu moraju odgovarati specifičnim uslovima građevinarstva. Zaštitne naprave ugrađene na građevinskim mašinama i uređajima moraju odgovarati uslovima rada i stepenu ugroženosti radnika koji njima rukuju, vremenskim uslovima, vrsti i osobinama materijala koji se obrađuju (drvo, kamen i slično), kao i stepenu obučenosti radnika.
16. Građevinske mašine i uređaji, pre postavljanja na mesto rada, moraju biti pregledani i provereni u pogledu njihove ispravnosti za rad, tj moraju imati stručni nalaz o ispravnosti i primeni mera zaštite na radu izdat od strane ovlašćene ustanove.
17. Radnici koji rade sa građevinskim mašinama i uređajima sa povećanim stepenom ugrožavanja (cirkular, mešalica i slično) moraju biti upoznati sa uputstvom o rukovanju.
18. Radna mesta kod građevinskih mašina, postavljenih na otvorenom prostoru i izloženih vremenskim neprilikama (kiša, sneg, mraz i slično) moraju biti na podesan način zaštićena od uticaja tih neprilika.
19. Rukovaoc građevinskom mašinom ili uređajem koji pokreće motor sa unutrašnjim sagorevanjem, mora biti zaštićen od štetnog dejstva izduvnih gasova motora.
20. Buka građevinskih mašina odnosno uređaja ne treba da prelazi granicu 85 db(A). Radnici zaposleni kod uređaja sa jakim vibracijama (separacije, vibrator i slično), moraju biti zaštićeni na podesan način (posebni temelji za mašine, platforme na elastičnim podmetačima i drugo).
21. Građevinske mašine i uređaji sa elektromotorom ili električnom instalacijom, moraju biti zaštićeni od udara električne struje prema važećim tehničkim propisima.
22. Svi lako dostupni rotirajući i pokretni delovi mašina i uređaja za obrađivanje raznog građevinskog materijala moraju biti na podesan način opremljeni zaštitnim napravama radi zaštite radnika od mogućeg povređivanja. Zaštitne naprave na mašinama i uređajima moraju biti po potrebi ugrađene tako da se bez njih mašina odnosno uređaj ne može staviti u pogon. Otvori za ubacivanje odnosno dodavanje materijala na mašinama sa valjcima, noževima i drugim oštrim alatima, moraju biti osigurani od zavlačenja ruku radnika u opasnu zonu noževa ili drugih oštih alata. Komandne poluge i dugmad sklopki

moraju na mašini biti smešteni tako da je nekontrolisano uključivanje mašine onemogućeno.

23. Delovi samohodnih građevinskih mašina moraju biti lako i bez opasnosti zamenljivi. Mesto za rukovanje mora biti na mašini smešteno tako da je rukovaocu mašinom omogućena laka preglednost terena na kome se kreće. Ramovi pokretnih delova mašine (raonik, korpa utovarnih uređaja i slično), moraju biti obojeni žutim ili belim trakama pod uglom od 45° prema horizontali, radi upozorenja na opasnost. Samohodne građevinske mašine moraju imati uređaj za davanje zvučnih signala.
24. Sredstva za nošenje ili vezivanje tereta (čelična užad-sajle, kuke) smeju da se upotrebljavaju samo kada je kvalitet materijala od kog su izrađeni kao i način izrade takvi da ispunjavaju uslove utvrđene važećim standardom, što se dokazuje posedovanjem važećeg stručnog nalaza-atesta koji je izdat od strane proizvođača ili ovlašćene ustanove. Čelična užad-sajle i kuke koje se upotrebljavaju moraju imati dokaz o kvalitetu i o maksimalnoj dozvoljenoj nosivosti. Dotrajala ili oštećena čelična užad ne smeju se koristiti niti zameniti čeličnom užadi manjih mera ili slabijih karakteristika.
25. Ostale mašine i uređaji koji se koriste u građevinskoj operativi (mašine za obrađivanje drveta i metala, razvijači acetilena i drugo) u pogledu zaštite na radu moraju odgovarati važećim propisima.
26. Pre početka radova kod kojih pretila ili povremena opasnost od povređivanja tela ili oštećenja zdravlja radnika, Izvođač radova mora staviti ugroženim radnicima na lično raspolaganje odgovarajuća lična zaštitna sredstva i ličnu zaštitnu opremu, zavisno od vrste opasnosti odnosno štetnosti.
27. Za radove u vodi ili u vlažnim uslovima, radnici moraju imati nepropustljivu obuću, a po potrebi i odeću koja ne propušta vodu.
28. Za radove na otvorenom prostoru i pod atmosferskim neprilikama, radnicima se moraju staviti na raspolaganje lična sredstva odnosno oprema za zaštitu od štetnih posledica (kišna kabanica, bunda, rukavice).
29. Za obavljanje radova na gradilištu, zavisno od prirode posla, opasnosti, štetnosti radnih uslova i drugih elemenata štetnosti treba da se obezbede sledeća sredstva lične zaštitne opreme:
 - Za zaštitu glave: šlem (rudarski odnosno građevinski).
 - Za zaštitu očiju i lica: štitnik za oči i lice ili štitnik za oči.
 - Za zaštitu sluha: ušni čep za zaštitu sluha od buke jačine do 85 dB(A).
 - Za zaštitu organa za disanje: respirator za zaštitu disajnih organa od neagresivne i neotporne prašine.
 - Za zaštitu ruku: kožne rukavice – obične.
 - Za zaštitu nogu: cipele, odnosno čizme sa neklizajućim đonom, gumene, nepromoćive čizme za rad unutar sifona.
 - Za zaštitu od vlage i hladnoće: kišna kabanica, bunda.
 - Za zaštitu od pada: opasač (sa ili bez uprtača) sa najmanje jednom „D“ karikom, užad od jute ili manile sa karabinjerima na krajevima (dužine prema potrebi).
 - Za zaštitu od udara električne struje: elektroizolaciona obuća, rukavice od elektroizolacionog materijala (rukavice za električare, klase I za rad u postrojenjima ili sa uređajima napona do 650 V ili klase II za postrojenja ili sa uređajima preko 650 V), elektroizolaciona klješta, elektroizolaciona motka, užad za uzemljenje i kratko spajanje i druga potrebna oprema.

30. U slučaju potrebe (zavisno od prirode posla, opasnosti, štetnosti radnih uslova i drugih elemenata štetnosti), obezbediti i druga sredstva lične zaštitne opreme.
31. Radnici moraju da se pridržavaju mera zaštite na radu, zaštite od požara i zaštite životne sredine u procesu transporta opreme, formiranja gradilišta, u procesu rada i demobilizacije gradilišta.
32. Radnici moraju da poštuju radnu i tehnološku disciplinu, propisano radno vreme, uključujući i potrebu za prekovremenim radom i radom subotom i nedeljom.
33. Radnici su obavezni da primenjuju propisane mere zaštite na radu za bezbedan i zdrav rad i da namenski koriste sredstva za rad i opremu za ličnu zaštitu na radu.
34. Radnik je obavezan da, obavljajući svoj posao, pazi na svoj život i zdravlje i na život i zdravlje ostalih članova ekipe, odnosno, da postupa na takav način da sebe i njih ne ugrožava.
35. Radnik je dužan da pre početka rada pregleda svoje radno mesto, uključujući i sredstva za rad koja koristi, kao i sredstva i opremu za ličnu zaštitu na radu i da u slučaju uočenih nedostataka izvesti nadređene ili drugo ovlašćeno lice o istim.
36. Radnik je obavezan da se pridržava svih propisanih mera i normativa o zaštiti na radu.
37. Radnik koji je zadužen za rukovanje nekom građevinskom mašinom ili uređajem dužan je da neposrednog rukovodioca odmah izvesti o zapaženim nedostacima, kvarovima ili nekim drugim pojavama na mašini odnosno uređaju koji bi mogli da ugroze sigurnost radnika i opreme tokom rada.
38. Radnik je obavezan da odmah pristupi gašenju vatre čim primeti požar, sam ili uz pomoć drugih, a ukoliko nije u stanju da to sam uradi, hitno mora da pozove pomoć i da o tome izvesti nadređene. U slučaju požara većih razmera pomoć tražiti od najbližeg vatrogasnog društva.
39. Radnik ima pravo da odbije da radi na radnom mestu ukoliko mu pretila neposredna opasnost po život ili ukoliko nisu obezbeđene propisane mere zaštite na radu sve dotle dok se iste ne obezbede.
40. Radnik ima pravo da traži zamenu ranije upropašćenih sredstava i opreme lične zaštite, ako su ista upropašćena pre isteka normativa zbog posebnih uslova rada, lošeg kvaliteta ili (na svoj račun) zbog slabijeg održavanja.
41. Mere zaštite životne sredine u fazi izvođenja radova, ogledaju se kroz odgovarajuću organizaciju gradilišta, da bi se maksimalno smanjila buka i vibracije i da bi se saobraćaj minimizirao na nivo neophodnog za optimalno odvijanje radova izvođenja objekata.

9. Program praćenja uticaja na životnu sredinu

Praćenje stanja životne sredine (monitoring) se obavlja radi kontrole uticaja Projekta na životnu sredinu, kao i provere efikasnosti mera koje se sprovode u cilju sprečavanja i smanjenja štetnih uticaja koji nastaju njegovom realizacijom.

Prema *Zakonu o zaštiti životne sredine* (Sl. glasnik RS br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US i 14/2016), praćenje stanja životne sredine (monitoring) se vrši sistematskim merenjem, ispitivanjem i ocenjivanjem indikatora stanja i zagađenja životne sredine koje obuhvata praćenje prirodnih faktora, odnosno, promena stanja i karakteristika životne sredine, uključujući i prekogranični monitoring, i to: vazduha, vode, zemljišta, šuma, biodiverziteta, flore i faune, elemenata klime, jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja, buke, otpada, ranu najavu udesa sa praćenjem i procenom razvoja zagađenja životne sredine itd.

Nosioc projekta je dužan da angažuje ovlašćene organizacije za obavljanje stručnih poslova monitoringa.

Program praćenja uticaja na životnu sredinu se izrađuje shodno vrsti projekta, lokaciji (udaljenost naselja, javnih i osetljivih objekata, vodotokova i dr) i karakteristika sirovina i gotovih proizvoda.

Monitoring činilaca životne sredine je potrebno sprovoditi u periodima:

- Monitoring tokom izvođenja radova
- Monitoring tokom eksploatacije MHE

Ova dva tipa aktivnosti su prilično različita, iako se pojedina merenja mogu uočiti i u jednom i u drugom periodu.

Tokom perioda izvođenja, merenja su učestalija, prati se veći broj činilaca i analizira se veći broj parametara. Potrebno je ažurno obrađivati podatke. Takođe, potrebno je nadgledati sve aktivnosti koje su posledica rekonstrukcije ili vršenja radova (na primer kontrola i sprečavanje izlivanja, prosipanja, procurivanja zagađujućih materija, kontrola zauzeća prostora, kontrola saobraćaja građevinske mehanizacije i omogućavanje pristupa hitnim službama svim lokacijama gde se vrše radovi ili koje su u neposrednoj blizini, nadzor nad ugradnjom opreme i puštanjem u rad).

Ovaj period započinje prvog dana otpočinjanja radova, nastavlja se tokom ugradnje opreme, a završava se nakon njenog puštanja u rad. Dugoročno gledano, obzirom na vek eksploatacije opreme, ovaj period traje veoma kratko, odnosno samo dok traju radovi.

Monitoring tokom eksploatacije se vrši tokom dugog niza godina nakon završetka radova, monitiranja opreme i puštanja u rad. Prati se manji broj parametara, ali je cilj ovog monitoringa kontinuitet. Sve promene u budućem vremenu, do kojih će neminovno doći, će biti moguće registrovati na vreme. Takođe, ovaj monitoring ima višestruku prednost u cilju prevencije akcidentnih stanja.

Monitoring tokom izvođenja radova na rekonstrukciji HE “Potpeć”

U konkretnom slučaju, monitoringom je potrebno obuhvatiti, pre svega, merenja kvaliteta voda, sedimenta i kvaliteta vazduha. Sva merenja treba da obavljaju ovlašćene i akreditovane laboratorije. Merenja parametara životne sredine se vrše na reprezentativnim mestima.

Kontrola kvaliteta vode i reke Lim uzvodno i nizvodno od akumulacije Potpeć se već odvija 4 puta godišnje. Za kontrolu površinske vode iz vodotoka i akumulacija, JP Elektroprivreda Srbije ima potpisan ugovor sa Institutom za zaštitu na radu a.d. Novi Sad koji vrši kvartalno uzorkovanje površinskih voda iz svih elektroenergetskih objekata u sastavu PD „Drinsko – Limske HE“ d.o.o. Bajina Bašta.

Pre radova na rekonstrukciji i u toku izvođenja radova potrebno je izvršiti ispitivanje kvaliteta sedimenta u akumulaciji Potpeć. Spisak parametara koje treba ispitati sadržani su u *Uredbi o o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje* (Sl. gl. RS br. 50/12).

Uticađ realizacije projekta na zagađena vazduha može se pratiti preko merenja parametara kvaliteta vazduha – analizom uzoraka vazduha u okolini predmetnih objekata, a u skladu sa . *Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha* (Sl. glasnik RS br. 11/2010 i 75/2010 i 63/2013)

Osnovni polutanti u vazduhu koji se mogu očekivati pri planiranim radovima su čvrste čestice (prašina). Koncentracija prašine može se pratiti preko taložnih materija ili preko suspendovanih čestica. U slučaju potrebe, tokom izvođenja radova, ukoliko bi mehanizacija i transportna sredstva bila značajnije zastupljena, nadležni organ (Ministarstvo ili nadležni organ lokalne samouprave) može naložiti i praćenje drugih parametara. Parametri koji se uobičajeno prate su sumpor dioksid (SO_2), azotovi oksidi (NO_x) i čađ.

S obzirom na proizvodne procese i lokacijske uslove, najsvrstishodnije bi bilo organizovati praćenje ukupnih suspendovanih čestica ili frakcija PM_{10} .

Za vreme izvođenja radova mesta uzorkovanja su:

- Na samoj lokaciji HE i
- U blizini najbližih stambenih objekata

Monitoring tokom izvođenja radova na dogradnji dodatnog agregata HE “Potpeć”

Kao i tokom izvođenja radova na rekonstrukciji HE “Potpeć”, monitoringom je potrebno obuhvatiti, merenja kvaliteta voda, sedimenta i kvaliteta vazduha.

U toku pražnjenja akumulacije, prilikom rada temeljnih ispusta, potrebno je meriti kvalitet vode (koncentracija suspendovanih čestica, temperatura vode i osnovne hemijske karakteristike vode) na izlazu iz istih i ukoliko se ustanovi da se povremenim otvaranjem temeljnih ispusta stalno poboljšava kvalitet vode, produžiti sa radom temeljnih ispusta sve do kote minimalnog radnog nivoa.

Takođe, obavezno je, da se pre početka pražnjenja, u toku pražnjenja i nakon završetka punjenja akumulacije, izvrši pregled klizišta i objekata u neposrednoj okolini akumulacije na delu od Donje Bistrice do Potpeća. Osmatranjima za vreme pražnjenja i punjenja akumulacije treba obezbediti sigurnost ljudi, smanjiti rizik od naglog obrušavanja većih masa u akumulacioni prostor, eventualnog zaprečavanja evakuacionih organa i oštećenja stambenih i drugih objekata.

Osmatranja obuhvataju praćenje eventualnog pomeranja padine i/ili objekat, registrovanje pukotina u tlu i na objektima, pojava zabarenja, izvora i sl.

Na osnovu rezultata osmatranja odgovorno lice ili telo treba da donese odluke o eventualnom prekidu ili sporijem pražnjenju akumulacije, kao i o merama zaštite.

Obavezno je praćenje uticaja pražnjenja i punjenja akumulacije Potpeć na riblji fond u akumulaciji i vodotoku reke Lim nizvodno od brane. U toku trajanja ove operacije, u stručnu komisiju koja treba da bude prisutna na terenu treba uključiti ihtiologa koji će svojim prisustvom i eventualnim dodatnim intervencijama doprineti da štete po riblji fond budu što manje.

Pored prethodno predviđenih osmatranja, u sklopu praćenja uticaja pražnjenja i punjenja akumulacije uvrstiti i postojeće deponije komunalnog otpada koje su locirane po obodu akumulacije.

Monitoring tokom eksploatacije

U toku redovne eksploatacije HE Potpeć, potrebno je nastaviti sa sistematskim ispitivanjem kvaliteta vode reke Lim uzvodno i nizvodno od akumulacije Potpeć.

Takođe, potrebno je bar jednom godišnje vršiti analizu kvaliteta sedimenta akumulacije Potpeć.

U toku redovnog rada elektrane nema potrebe za merenjem kvaliteta vazduha.

Merenja kvaliteta radne sredine vršiće se u skladu sa *Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu* (Sl. glasnik RS broj 101/05 i 91/2015). Periodični pregledi ispitivanja uslova radne sredine vršiće se u zimskom i letnjem periodu: fizičke i hemijske štetnosti, mikroklima, buka, vibracije, elektromagnetna zračenja.

10. Netehnički kraći prikaz podataka navedenih u tačkama 2. do 9.

Netehnički rezime pripremljen je kao zaseban dokument u prilogu ove Studije.

11. Podaci o tehničkim nedostacima ili nepostojanju određenih stručnih znanja i veština

Može se konstatovati da tehnički nedostaci pri izradi predmetne Studije nisu uočeni i da je stručnost i organizacija rukovodstva i zaposlenih u HE “Potpeć” i PD “Limskim elektranama” na veoma visokom nivou.

U izradi tehničke dokumentacije kao i ove Studije primenjeni su svi relevantni standardi, tehnički i drugi propisi.

12. Prilog

Uslovi i saglasnosti nadležnih organa i institucija:

Projekat rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć

1. Republika Srbija, Ministarstvo zaštite životne sredine, Rešenje o određivanju obima i sadržaja studije Srbije, broj 353-02-01488/2017-16 od 04.08.2017. god.;
2. Republika Srbija, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, Lokacijski uslovi za rekonstrukciju proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE Potpeć, broj:350-02-00025/2017-14, od 26.04.2017.godine;
3. Republika Srbija, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, Informacija o lokaciji, broj : 350-02-00025/2017-14, od 20.03.2017.godine;
4. Republika Srbija, Republički geodetski zavod, Služba za katastar nepokretnosti Priboj, Kopija katastarskog plana R 1:4000, Katastarske parcele br. 4026, 4027, 4028, 4029, 4030 i 4032 KO Banja broj 953-2/201-37 od 20.03.2017. godine;
5. Republika Srbija, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Rešenje o uslovima zaštite prirode, 03 broj 020-744/2 od 13.04.2017. godine;
6. Republika Srbija, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Republička direkcija za vode, Rešenje o izdavanju vodnih uslova, broj 325-05-00298/2017-07 od 18.04.2017. godine;
7. Republika Srbija, Ministarstvo unutrašnjih poslova, Sektor za vanredne situacije, Sektor za vanredne situacije. Uslovi u pogledu mera zaštite od požara, 09/4 broj 217-401/17 od 20.04.2017.god.;
8. Republika Srbija, Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za infrastrukturu,. Uslovi, broj 1133-2 od 03.04.2017.god.

Projekat izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć

1. Republika Srbija, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, Lokacijski uslovi za dogradnju postojećeg objekta HE Potpeć izgradnjom četvrtog agregata, broj:350-02-02185/2016-14, od 26.09.2016.godine;
2. Republika Srbija, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, Informacija o lokaciji, broj : 350-02-02185/2016-14, od 01.09.2016.godine;
3. Republika Srbija, Republički geodetski zavod, Služba za katastar nepokretnosti Priboj, Kopija plana sa prikazom podzemnih instalacija R 1:5000, Katastarske parcele br., 4027, 4028, 4029, i 4042 KO Banja broj 953-1/16-107 od 26.07.2016. godine;
4. Republika Srbija, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Rešenje o uslovima zaštite prirode, 03 broj 020-1497/2 od 23.08.2016. godine;
5. Republika Srbija, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republička direkcija za vode, Rešenje o izdavanju vodoprivredne dozvole, broj 325-04-66/2007-07 od 13.02.2017. godine;
6. Republika Srbija, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Republička direkcija za vode, Rešenje o izdavanju vodne dozvole, broj 325-04-00290/2017-07 od 19.04.2017. godine;

7. Republika Srbija, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Republička direkcija za vode, Rešenje o izmenama Rešenja o izdavanju vodne dozvole , broj 325-04-00290/2017-07 od 19.06.2017. godine;
8. Republika Srbija, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Republička direkcija za vode, Rešenje o izdavanju vodnih uslova, broj 325-05-00917/2016-07 od 21.09.2017. godine;
9. Javno vodoprivredno preduzeće Srbijavode- Beograd, Vodoprivredni centar Sava-Dunav – Beograd, Mišljenje u postupku izdavanja vodnih uslova za izradu tehničke dokumentacije i izgradnju dodatnog agregata, broj 1-3709 od 20.09.2016.godine;
10. Republika Srbija, Ministarstvo unutrašnjih poslova, Sektor za vanredne situacije, Sektor za vanredne situacije. Uslovi u pogledu mera zaštite od požara, 09/4 broj 217-913/16 od 18.08.2016.god.;
11. Republika Srbija, Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za infrastrukturu,. Uslovi, broj 2393-4 od 10.08.2016.god.;
12. Republika Srbija, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, Javno preduzeće Elektromreže Srbije, Uslovi za potrebe izrade lokacijskih uslova za izgradnju četvrtog agregata u HE Potpeć, broj: 0—1-2-271/1 od 08.08.2016.god.;
13. Opretaror distributivnog sistema EPS DISTRIBUCIJA d.d.d Beograd, ogranak Užice, ED Užice pogon Priboj, Uslovi za priključenje na distributivni sistem električne energije.

Analize kvaliteta vode

1. Gradski zavod za javno zdravlje, Beograd, Izveštaj o ispitivanju kvaliteta vode februar 2018. Godine;
2. Institut za zaštitu na radu a.d. Laboratorija za ispitivanje, Izveštaji o ispitivanju kvaliteta vode u 2016. I 2017.godini.

Grafička dokumentacija:

Projekat rekonstrukcije proizvodnih agregata i pripadajuće opreme HE „Potpeć

1. Situaciono rešenje HE Potpeć-postojeće stanje,: R:1:1000
2. Situacija sa dodatnim agregatom,: R:1:400
3. Presek kroz preliv i presek kroz ulaznu građevinu I agregat – postojeće stanje R:1:250
4. Presek kroz preliv i temeljni ispust i presek kroz ulaznu građevinu i agregat sa nadvišenom kotom uspora za 05, R:1:250
5. Mašinska zgrada – poprečni presek kroz agregat „A/B“
6. Mašinska zgrada – poprečni presek kroz agregat „C“ M07
7. Mašinska zgrada – osnova na koti 394,30
8. Mašinska zgrada, agregat „A/B“ – osnova na koti 397,90
9. Mašinska zgrada, agregat „C“ – osnova na koti 397,90
10. Mašinska i komandna zgrada – osnova na koti, 401,10
11. Agregat „A/B“ – osnova na koti 401,10 - detalji
12. Agregat „C“ – osnova na koti 401,10 - detalji

13. Mašinska i komandna zgrada – osnova na koti 403,95/404,565
14. Segmentni zatvarač – stanje nakon rekonstrukcije
15. Geometrija radnog prostora protočnog trakta turbine „A/B“ pre i posle rekonstrukcije
16. Geometrija radnog prostora protočnog trakta turbine „C“ pre i posle rekonstrukcije
17. Jednopolna šema elektrane- novoprojektovano stanje

Projekat izgradnje dodatnog agregata na HE „Potpeć“

18. Pregledna situacija lokacije HE „Potpeć“ – Postojeće stanje
19. Pregledna situacija lokacije HE „Potpeć“ – Projektovano stanje
20. Pregledna situacija lokacije HE „Potpeć“ – Faza izgradnje dodatnog agregata
21. Situacija lokacije dodatnog agregata HE „Potpeć“ – Postojeće stanje
22. Situacija lokacije dodatnog agregata HE „Potpeć“ – Dispozicija objekata
23. Situacija lokacije dodatnog agregata HE „Potpeć“ – Plan iskopa
24. Zahvatna građevina dodatnog agregata – Preseci
25. Dovodni cevovod dodatnog agregata – Preseci
26. Mašinska zgrada dodatnog agregata – Preseci
27. Mašinska zgrada dodatnog agregata – Osnove