

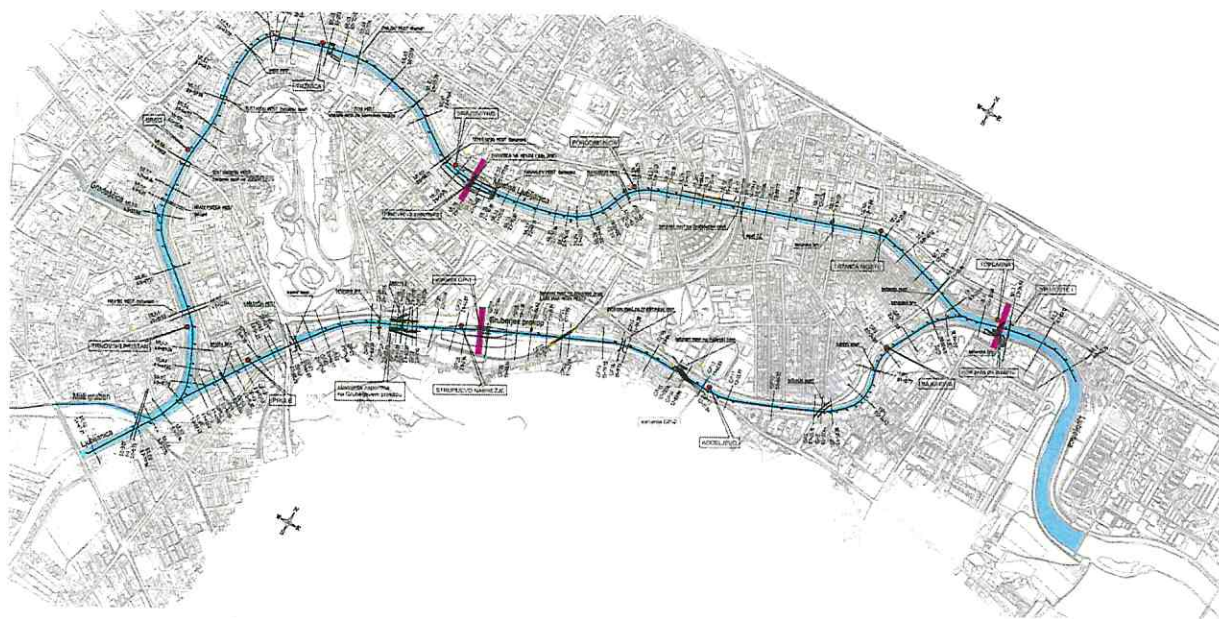
Hidrološko hidravlična študija

Projektna naloga za izdelavo strokovne podlage za potrebe izdelave OPPN plovnosti in energetske izrabe Ljubljanice

Večnamenski projekt Vzpostavitve krožne plovne poti, energetske izrabe in zagotovitve prehodnosti pregrad na Ljubljanici obravnava odsek Ljubljanice od cestnega mostu pri Livadi do peš mostu preko Ljubljanice gorvodno od Fužinskega jezua. Osnova zanj je dogovor Energetike Ljubljana in njenega lastnika MOL, Direkcije za vodo RS ter Elektro Ljubljana, da se zagotovi sklenjena plovna pot po Ljubljanici in Gruberjevem prekopu okrog Grajskega hriba, ustrezno uredi vodna infrastruktura ter sočasno izkoristi razpoložljiv energetski potencial. Vsi posegi in ureditve morajo zagotavljati čim manj vplivov na vodno okolje. S projektom se tudi izboljšuje funkcionalnost obeh obstoječih jezov na Ljubljanici z vidika zagotavljanja poplavne varnosti Barja in jugozahodnega dela Ljubljane ter z vidika prehodnosti za ribe. Prav tako se pričakuje, da se bodo z ureditvijo in rednim vzdrževanjem plovnih poti izboljšale tudi odtočne razmere ob visokih vodah. Navedene rešitve so bile obdelane v strokovni podlagi (1).

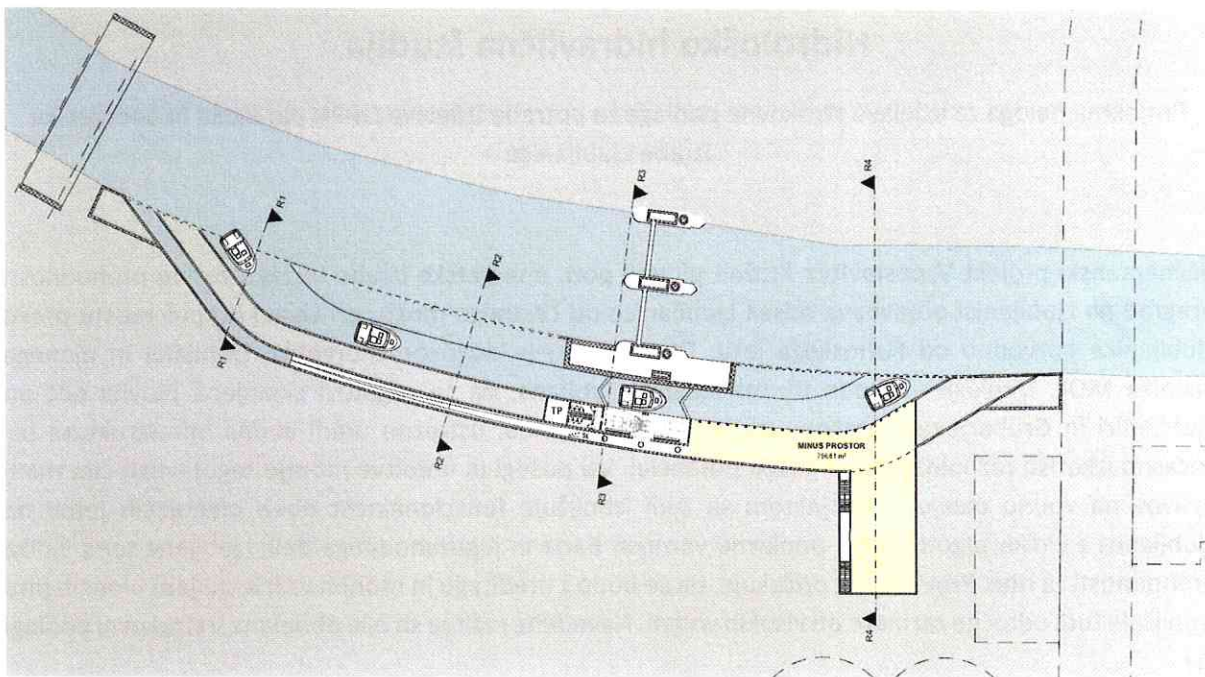
Opis projekta

Trije osnovni elementi večnamenskega projekta so zagotavljanje krožne plovne poti okrog Grajskega hriba na območju med Livado in Fužinami, energetska izraba ter izboljšanje vodne infrastrukture, vključno z zagotovitvijo prehodnosti pregrad za vodne organizme.



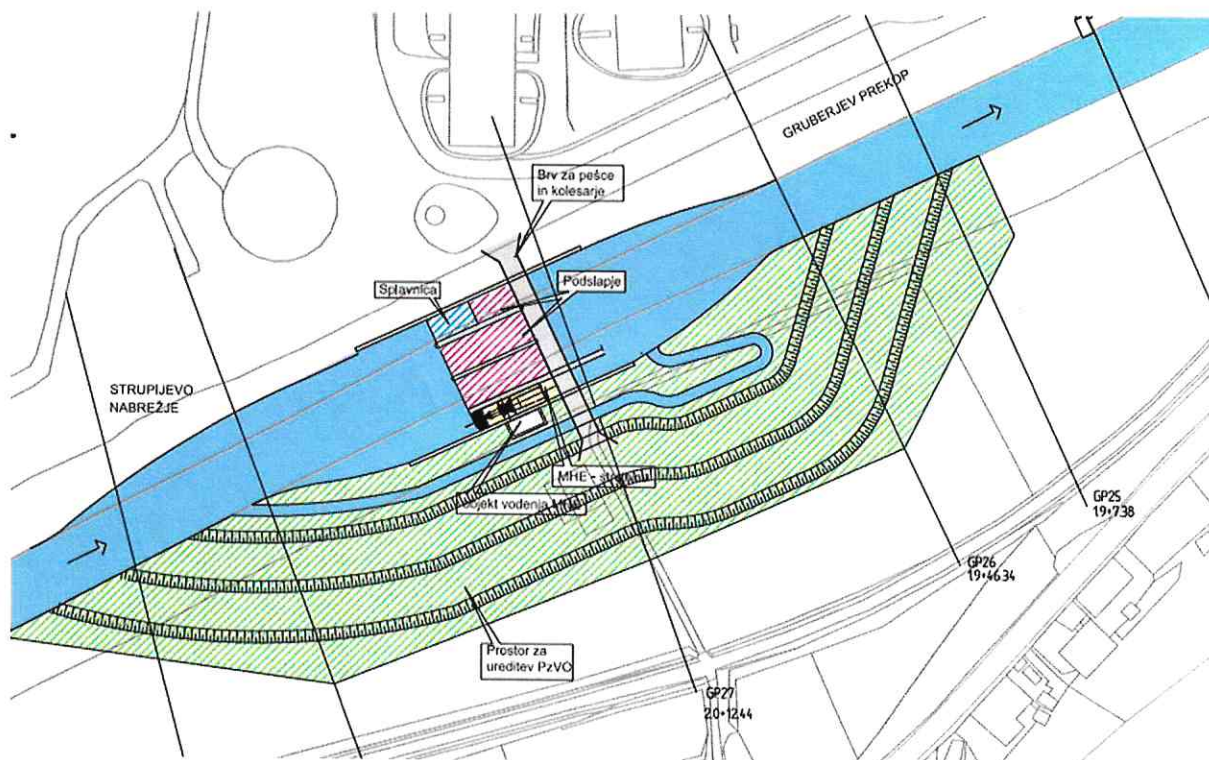
Slika 1: Območje projekta in posegov.

Pri **Plečnikovi zapornici** je na desnem bregu predlagana izgradnja male hidroelektrarne (MHE) z enim klasičnim agregatom inštaliranega pretoka $25 \text{ m}^3/\text{s}$, splavnice za plovila do 10 m dolžine in prehoda za ribe v tehnični obliki. Na pregradi je predvidena tudi zamenjava zapornic. Navedeni objekti in naprave se bodo vključili v predvideno ureditev Ambroževega trga in že obnovljene Cukrarne.



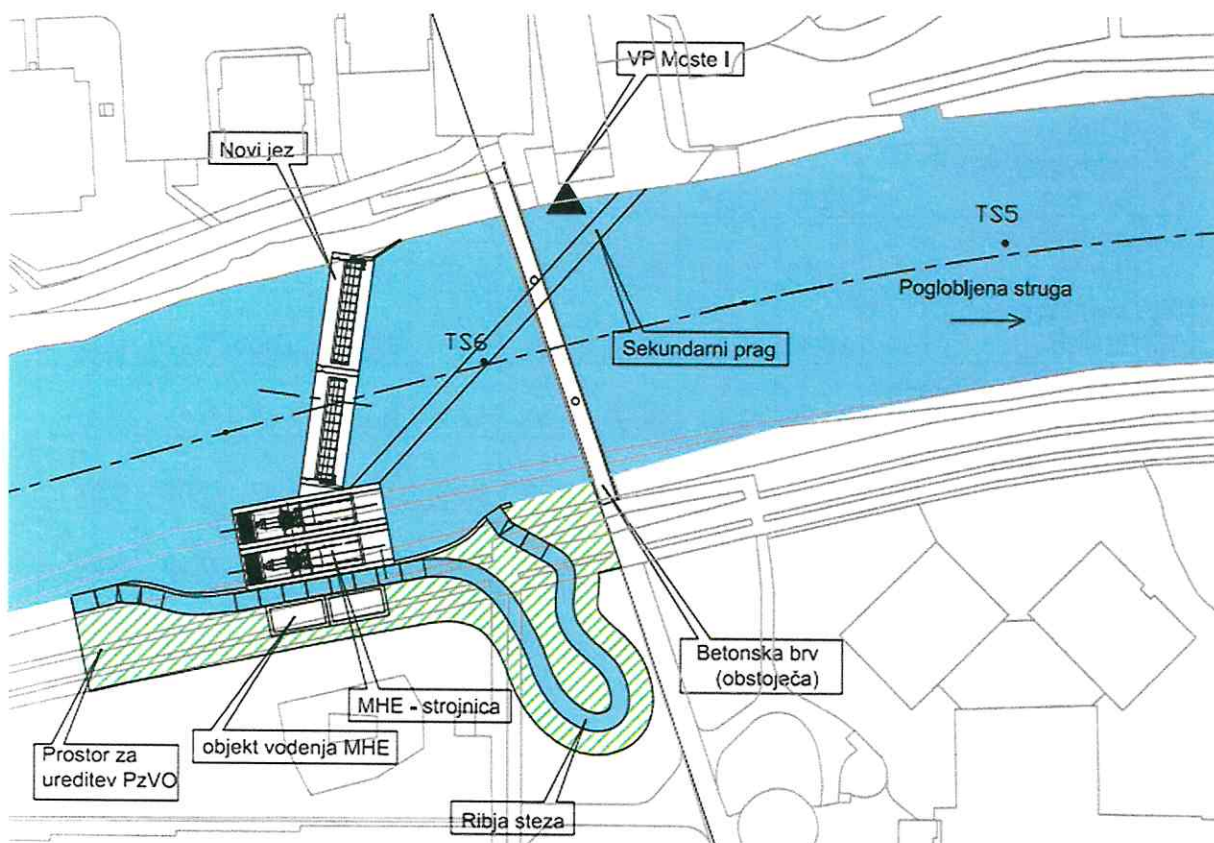
Slika 2: Situacija ureditev na Ambroževem trgu (Scapelab, 2023).

Na Gruberjevem prekopu je predlagana izgradnja jezusa z visokovodnim prelivom, sodobna MHE z gibljivo strojnico z inštaliranim pretokom $20 \text{ m}^3/\text{s}$, splavnica za plovila do 10 m dolžine, prehod za ribe v sonaravni izvedbi ter premostitev za peš in kolesarski promet. Širšo okolico tega večnamenskega objekta se uredi kot zeleno območje za rekreacijo z izobraževalnimi vsebinami.



Slika 3: Situacija ureditev pri novem jezusu v Gruberjevem prekopu.

Na lokaciji pri Toplarni je predvidena izgradnja nizkega jezusa za potrebe krožne plovbe in energetske izrabe, namestitve dveh gibljivih strojin s skupnim inštaliranim pretokom $41 \text{ m}^3/\text{s}$ ter poglabitev dolvodne struge v dolžini približno 1800 m (vzdolž celotne soseske Nove Fužine). Enako kot v Gruberjevem prekopu sta tudi tukaj predlagana sodobna pretočna agregata z velikimi izkoristki in majhnim vplivom na okolje, razvita v okviru programa LIFE06, projekt ENV/D/000485.



Slika 4: Situacija novega jezusa pri Toplarni.

Plovba

Glavni poseg za zagotovitev krožne plovne poti okrog Grajskega hriba bo izvedba z dodatnega jezusa pri Toplarni, ki bo zagotavljal plovnost spodnje (vzhodne) zanke tudi ob minimalnih pretokih Ljubljanice. Za prehodnost jezovnih zgradb v mestni Ljubljani in Gruberjevem prekopu bodo na teh lokacijah izvedene splavnice. Tako za plovno pot kot objekte splavnic je predpisano plovilo največje dolžine 10 m, širine 5 m in največjega ugreza trupa 0.6 m. Hitrost plovila ne sme presežati 8 km/h.

V študiji (1) so bili s hidravličnim matematičnim modelom določeni glavni parametri toka na predvidenem območju plovbe (preglednica 1). Preverjena je bila tudi prehodnost pod mostovi, kjer sta ugotovljeni najbolj kritični točki pri mostu na Kajuhovi in pri brvi za pešce od Kajuhove proti Štepanjskemu naselju. Ta dva mostova določata najvišjo možno koto zaježitve pod sotočjem, ki znaša 283,10 m n.m. Po drugi strani kota gladine ne sme biti nižja, ker v nasprotnem primeru nastopijo težave z nezadostno globino pod zapornicama v Gruberjevem prekopu in na Ambroževem trgu. V Preglednici 1 so določeni glavni parametri toka na območju predvidene krožne plovbe: B = širina proste gladine; H = globina vode; V = hitrost toka. Podane so najmanjše, srednje in največje vrednosti na posameznih odsekih za pričakovani razpon pretokov, pri katerih je plovba še mogoča.

Preglednica 1: Glavni hidravlični parametri plovbe.

		Bmin	Bmax]	Bpovp	Hmin	Hmax	Hpovp	Vmin	Vmax	Vpovp
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
Mestna Ljubljana	pod zapornico 3 m ³ /s	20,80	41,74	28,13	1,60	3,41	2,48	0,03	0,11	0,06
	pod zapornico 55 m ³ /s	25,55	41,72	29,39	2,40	3,52	2,87	0,56	1,14	0,86
	nad zapornico 3 m ³ /s	22,05	48,39	28,56	2,57	5,10	3,62	0,02	0,05	0,04
	nad zapornico 55 m ³ /s	22,11	49,26	28,77	2,86	5,10	3,74	0,38	0,77	0,63
Gruberjev prekop	pod zapornico 3 m ³ /s	17,19	23,25	19,07	0,52	4,49	2,00	0,05	0,37	0,15
	pod zapornico 55 m ³ /s	18,43	23,25	21,03	1,97	4,48	2,76	0,90	1,51	1,31
	nad NOVO zapornico, 3 m ³ /s	22,27	32,13	25,07	2,53	4,97	3,18	0,02	0,05	0,04
	nad NOVO zapornico, 55 m ³ /s	22,50	49,42	25,76	2,82	5,31	3,39	0,37	1,09	0,87
Skupna	pod sotočjem 10 m ³ /s	41,75	44,16	42,58	2,95	3,29	3,15	0,10	0,10	0,10
	pod sotočjem 90 m ³ /s	41,73	43,98	42,50	2,86	3,25	3,11	0,90	0,93	0,92

Energetika

Energetska izraba Ljubljane je predvidena na treh lokacijah.

V profilu obstoječe Plečnikove zapornice (lokacija ML) se na desnem bregu vgradi klasični agregat s Kaplan turbino in inštaliranim pretokom 25 m³/s. Nominalni padec znaša 2,37 m, najmanjši izkoristljiv pa 1,5 m. Moč agregata je 510 kW in srednja letna proizvodnja 2,228 GWh.

Na Gruberjevem prekopu se 300 m dolvodno od obstoječe zapornice zgradi nov večnamenski objekt, ki vključuje tudi MHE s t.im. *giblivo strojnico*, v kateri je nameščena Kaplanova turbina z generatorjem v hruški ter nazivnim pretokom 20,6 m³/s. Nominalni padec znaša 2,31 m, najmanjši izkoristljiv pa 1,5 m. Moč agregata je 410 kW in srednja letna proizvodnja 1,412 GWh.

Pod sotočjem mestne Ljubljane in Gruberjevega prekopa se v profilu 50 m gorvodno od obstoječe brvi za pešce izvede novo jezovno zgradbo, ki vključuje tudi dve gibljivi strojnici s Kaplanovima agregatoma in generatorjema v hruški in skupnim nazivnim pretokom 39,2 m³/s. Nazivni padec znaša 2,07 m, skupna največja moč obeh turbin 700 kW (2 x 350 kW) in srednja letna proizvodnja 3,056 GWh. V primeru obratovanja samo ene turbine je njena največja moč 440 kW.

Okoljski ukrepi

Izbrana varianta energetske izrabe predvideva obratovalno gladino Ljubljane 286,00 na obeh gorvodnih zapornicah, kar sočasno pomeni dodatno ekološko funkcijo, saj se s tem ohranja boljša in trajna omočenost barja na daljšem odseku. Ta gladina je nekoliko višja od sedanje konzervativne prakse, ko se obratuje okrog kote 285,60 m n.m.

Zapornica na Gruberjevem prekopu ni prehodna za ribe, na Ambroževem trgu pa je prehodnost zelo omejena oz. ni dokazana. Ob izvedbi predvidenih posegov so zato predlagani omilitveni ukrepi, kot so ureditev prehodov za ribe, ukrepi za vzpodbujanje gorvodnega in dolvodnega ter prečnega prehajanja vodnih organizmov, zasaditev tipične obrežne vegetacije in obogatitev vegetacije na obrežnem pasu, ki bo predstavljala tudi zaščito pred erozijo. Takšna ureditev zagotavlja habitat za različne razvojne stopnje in velikosti ter vrste rib, dopušča nihanje vode zaradi energetske izrabe in je hkrati prilagojena naravnemu sezonskemu pretočnemu režimu s spremenljivimi hitrostmi toka, pretoki in vodnimi količinami.

Vsebina projektne naloge in območje obdelave

V postopku priprave in sprejetja OPPN je treba izvesti postopek celovite presoje vplivov na okolje in presojo sprejemljivosti na varovana območja narave, v sklopu katerega je potrebno obravnavati tudi poplavno varnost in z njo povezano erozijo. Za te potrebe je treba med drugim izdelati karte poplavne in erozijske nevarnosti za reko Ljubljanico (mestni odsek in Gruberjev prekop) in njene pritoke na območju pobude za OPPN, kar je predmet te naloge. Ob tem je bistveno, da gorvodno od zapornic v Ljubljani (t.j. od Ambroževega trga) in v Gruberjevem kanalu (kjer se bo zapornica prestavila 300 m v dolvodni smeri) ni predvidene spremembe visokovodnega režima. Zaradi posodobljenih zapornic na Plečnikovem jezcu in novih v Gruberjevem kanalu bo obratovanje sistema bolj fleksibilno kot pred izvedbo projekta. Prav tako ne bo bistvenih sprememb obsega poplave na dolvodnih krakih Ljubljane in Gruberjevega pretoka, kar bo zagotovljeno s sodobnim objektom pri Toplarni.

Obseg dela

Izdelovalec mora za pripravo kart poplavne in erozijske nevarnosti za reko Ljubljanico in njene pritoke upoštevati določila Uredbe o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Ur.l. RS št. 89/2008; v nadaljevanju »**Uredba**«) in Pravilnika o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Ur.l. RS št. 60/07; v nadaljevanju »**Pravilnik**«).

Osnovna rezultata obdelav so KPN in KEN za obstoječe in bodoče stanje ureditev na Ljubljani na obravnavanem odseku med mostom na Livadi in Fužinskim jezom ter po potrebi na pritokih Gradaščici in Malem grabnu tudi izven tega obsega.

Dodatna specifična naloga je določitev potrebnih manevrov na jezovih na Ljubljani in Gruberjevem prekopu, ki bodo zagotavljali pravočasno evakuacijo poplavnih valov z gorvodnega dela porečja Ljubljane. Naročnik zagotovi izdelovalcu podatke o hidravličnih in drugih karakteristikah regulacijskih organov na jezovnih zgradbah ter opis osnovnega koncepta obratovanja jezovnih zgradb, ki ga mora izdelovalec z modelom preveriti in potrditi. Naročnik bo tudi zagotovil ustrezno projektno podlago za ureditve rečnih strug, kar vključuje poglobitve, morebitne razširitve, obnovo ali izvedbo zaščit, itd.

Naloga je zaradi sočasne izdelave projektne dokumentacije dvofazna:

- V prvi fazi se preveri in posodobi hidrološke podlage ter izvede izračune in obdelave za obstoječe stanje.
- V drugi fazi se izvede izračune in obdelave za bodoče (projektirano) stanje.

Vhodni podatki

Hidrologija in hidravlika Ljubljane s pritoki sta bili v preteklosti že večkrat obravnavani v študijah, ki pa so zastarele in jih je treba novelirati. Od preteklih podlag so na voljo:

- 1) Izdelava kart poplavne in erozijske nevarnosti ter kart razredov poplavne in erozijske nevarnosti za območja Rudnika, Ižanske ceste in Črne vasi; območje Ižanske ceste in Črne vasi; IZVO-R, december 2009, za naročnika Mestna občina Ljubljana.
- 2) Zagotavljanje poplavne varnosti JZ dela Ljubljane – Določitev vpliva načrtovanih ureditev Gradašnice na Barje, območje Rudnika in Vevč; Strokovne podlage za pripravo DPN. IZVO-R, februar 2012, za naročnika Ministrstvo za kmetijstvo (?) in okolje.
- 3) Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart razredov poplavne nevarnosti za območje ob Ižanski cesti med Mateno in Črno vasjo ter za širše območje Lip; IZVO-R, april 2014 (dopolnjena verzija iz oktobra 2012), za naročnika Mestna občina Ljubljana.
- 4) Izdelava kart poplavne nevarnosti za območje Rudnika in Ilovice; IZVO-R, 2017, za naročnika Mestna občina Ljubljana.

Za izdelavo naloge bodo uporabljeni vsi podatki, strokovne podlage in študije, ki so razpoložljivi v arhivih Direkcije za vode RS, Mestne občine Ljubljana in Energetike Ljubljana (kot soinvestitorjev projekta) ter ostalih razpoložljivih virov, npr. FGG UNI v Ljubljani, Inštitut za vode RS, Hidrotehnik in v javno dostopnih virih (MOP, ARSO, ...).

Potrebna je temeljita novelacija hidroloških podlag, ki mora upoštevati tudi zadnje podatke do vključno leta 2023 ter ustrezno adresirati morebitne pomembne vplive podnebnih sprememb.

Geodetske meritve Ljubljanice in pritokov ter objektov na Ljubljanici (mostov, oblog, pragov) niso predmet ponudbe. Izvedene bodo v ločenem postopku in predane izdelovalcu naloge po podpisu pogodbe. Izdelovalec naloge sodeluje pri morebitnih dopolnitvah geodetskih podlag ali jih po potrebi in posebnem dogovoru izvede sam, kar pa ni predmet tega naročila.

Viri

[1] Energetska izraba Ljubljanice ob istočasni vzpostavitvi krožne plovne poti. Študija št. HPLJ-B040/084, mapa 0X/M01. IBE in LUZ, september 2016.

Roki izdelave

	Obseg vsebin	Rok
1	Novelacija hidroloških podlag	T0 + 6 mesecev
2	Izdelava kart za obstoječe stanje	T0 + 9 mesecev
3	Analiza obratovanja in izdelava kart za projektirano stanje (pogoj za začetek dela je dostava projektnih rešitev na nivoju vsaj IDZ, ustrezneje IDP)	T0 + 10 mesecev (idealno), oziroma 4 mesece od prejema tehničnih podlag za jezovne zgradbe
4	Uskladitev z DRSV	2 meseca od prejema recenzijskega poročila DRSV
5	Priprava končnih kart za Ljubljanico in pritoke ter zaključnega poročila	1 mesec od prejema recenzije s strani DRSV

T0 = datum podpisa pogodbe