

PRILOGA

območje izvajanja koncesije in pogoji, pod katerimi se izvaja koncesija za rabo vode za proizvodnjo električne energije na delih vodnega telesa srednje Save

UVOD

Priloga h koncesijskemu aktu za izkoriščanje vodnega energetskega potenciala srednje Save določa pogoje za način rabe vode za proizvodnjo električne energije v hidroelektrarnah na srednji Savi. Območje srednje Save po tem dokumentu obsega odsek Save od pregrade hidroelektrarne Medvode do načrtovane pregrade hidroelektrarne Suhadol.

Na srednji Savi je predvidena izgradnja sklenjene verige pretočnih hidroelektrarn, ki bodo povezale hidroelektrarno Mavčiče in Medvode ter verigo hidroelektrarn na spodnji Savi v sklenjeno savsko verigo.

V zgornjem delu Save obratuje hidroelektrarna Moste, v srednjem obratujeta hidroelektrarni Mavčiče in Medvode. V gradnji je veriga hidroelektrarn na spodnji Savi, kjer obratuje hidroelektrarna Vrhovo, gradi se hidroelektrarna Boštanj, za hidroelektrarne Blanca, Krško, Brežice in Mokrice pa tečejo lokacijski postopki, ki so v različnih stopnjah obdelave.

Gradnja hidroelektrarn na Savi omogoča večnamensko rabo reke in obrečnega prostora, zato bo njihova obravnava interdisciplinarna, z upoštevanjem in uravnoteženjem posameznih ključnih interesov na predmetnem območju.

Energetske rešitve bodo usklajene z zagotavljanjem ustrezne kvalitete in količine pitne vode na vplivnem območju Ljubljanskega polja, z ohranjanjem narave in okolja in omogočanjem rekreativne rabe savskega prostora.

Načrtovan način izrabe energetskega potenciala srednje Save med hidroelektrarno Medvode in hidroelektrarno Vrhovo bo v sklenjeni verigi hidroelektrarn na reki Savi do hidroelektrarne Mokrice, omogočal obratovanje celotne verige po principu pretočne akumulacije z dnevno izravnavo pretoka. S sklenitvijo vseh stopenj bo možno optimalno izkoriščanje razpoložljivega vodnega potenciala za proizvodnjo električne energije.

Poleg energetskih so pričakovani še drugi koristni učinki izgradnje hidroelektrarn na srednji Savi: povečana zaščita pred škodljivim delovanjem voda, izboljšanja vodooskrbe, čiščenja odpadnih voda, prometnega, energetskega omrežja, družbeno razvojni gospodarski učinki, povečanje možnosti razvoja rekreacijskih potencialov in možnosti prostočasnih dejavnosti in območij ter drugo.

Z zgrajeno celotno verigo hidroelektrarn na reki Savi bo elektroenergetski sistem Slovenije, poleg verige hidroelektrarn na reki Dravi, dobil drugo močno proizvodno hrbtenico obnovljive energije. Načrtovana veriga hidroelektrarn na Savi bo glavni obnovljivi vir energije iz domačih virov, ki ga je mogoče še izkoristiti za proizvodnjo energije.

1. OPREDELITEV NARAVNE DOBRINE IN OBMOČJA KONCESIJE

Reka Sava s podzemno vodo je po svoji naravi obnovljivi vir vodnega in energetskega potenciala.

Predmet koncesije je izkoriščanje energetskega potenciala srednje Save za proizvodnjo električne energije, na območju vodnega telesa med HE Medvode in HE Vrhovo ter območja vseh objektov in naprav posameznih predvidenih hidroelektrarn na srednji Savi, ki bodo z lokacijskimi načrti določena kot vplivna območja hidroelektrarn, na 117,0 m bruto padca srednje Save med:

- spodnjo vodo hidroelektrarne Medvode, predvidoma na koti 308,0 m n.m. pri pretoku $Q=0,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (gorvodni nivo koncesije) in
- spodnjo vodo predvidene hidroelektrarne Suhadol, na koti 191,0 m n.m., ki je nominalna kota zajezitve hidroelektrarne Vrhovo pri pretoku $Q = 0,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (dolvodni nivo koncesije), v ustreznem številu in vrsti hidroenergetskih stopenj.

Predvidenih je devet stopenj. Splošen opis je podan v poglavju »Prikaz možnega načina energetske izrabe vodnega potenciala srednje Save«.

V obravnavanem odseku Save se je v območju raziskovalo tudi več možnih lokacij črpalnih hidroelektrarn, od katerih se je kot najugodnejša izkazala črpalna hidroelektrarna Požarje.

Hidroelektrarne bodo proizvajale variabilno energijo in/ali regulacijsko moč. Koncesionar mora zagotavljati tak obratovalni režim hidroelektrarn, da bo potencialna energija reke Save optimalno izkoriščena ob upoštevanju zahtev varstva okolja.

Hidroelektrarne na srednji Savi morajo temeljiti na načrtovanem vodnem režimu porečja reke Save in na ekološki sprejemljivosti.

1.1 Bruto energetski potencial

Bruto energetski potencial srednje Save E_b , med gorvodnim in dolvodnim nivojem koncesije (nivoja sta opredeljena v predhodni točki) je izračunan ob upoštevanju 40-letnega hidrološkega obdobja 1961-1990 iz povprečnih letnih pretokov reke Save v , iz hidrološkega vidika, težiščnih profilih dveh zaporednih odsekov Save (profila vodomernih postaj Šentjakob in Litija), po obrazcu:

$$E_b = E_{b1} + E_{b2} = h \cdot g \cdot r \cdot Q_{s1} \cdot H_{b1} \cdot T + h \cdot g \cdot r \cdot Q_{s2} \cdot H_{b2} \cdot T \quad (\text{GWh/leto})$$

in znaša:

$$E_b = E_{b1} + E_{b2} = 1185 = 309 + 876 \text{ GWh/leto}$$

$$\mathbf{E_b = 1185 \text{ GWh/leto}}$$

(upoštevano je hidrološko obdobje 1961–1990)

kjer pomeni:

E_{b1}	bruto energetski potencial območja srednje Save med spodnjo vodo hidroelektrarne Medvode in zgornjo vodo hidroelektrarne Jevnica pri pretoku $Q=0 \text{ m}^3/\text{s}$,
E_{b2}	bruto energetski potencial območja srednje Save med zgornjo vodo hidroelektrarne Jevnica in zgornjo vodo hidroelektrarne Vrhovo pri pretoku $Q=0 \text{ m}^3/\text{s}$,
$h = 0.8$	faktor možnega energetskega izkoriščenja vodnega padca,
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	gravitacijski pospešek,
$r = 1000 \text{ kg/m}^3$	gostota vode,
$Q_{s1} = 100 \text{ m}^3/\text{s}$	srednji letni pretok VP Šentjakob - hidrološko obdobje 1961–1990,
$Q_{s2} = 177 \text{ m}^3/\text{s}$	srednji letni pretok VP Litija - hidrološko obdobje 1961–1990,
$H_{b1} = 45 \text{ m}$	bruto padec (= 308,0 – 263,0 m n. m.),
$H_{b2} = 72 \text{ m}$	bruto padec (= 263,0 – 191,0 m n. m.),
$T = 8760 \text{ h/leto}$	število ur / leto.

1.2 Instalirani pretok verige HE na srednji Savi

Glede na predvideno vlogo verige hidroelektrarn na srednji Savi za proizvodnjo variabilne energije in sodelovanje v regulaciji sistema, so bile določene v dosedanjih strokovnih podlogah vrednosti instaliranih pretokov za gorvodne stopnje do hidroelektrarne Zalog na $Q_i=250/260 \text{ m}^3/\text{s}$, za dolvodne stopnje od hidroelektrarne Jevnica do hidroelektrarne Suhadol pa $Q_i = 400 \text{ m}^3/\text{s}$. Vrednosti instaliranih pretokov bodo izbrane na osnovi bodočih aktualnih tehničnih kriterijev in noveliranih hidroloških in obratovalnih izhodišč.

1.3 Možna proizvodnja moči in energije na srednji Savi

Možna proizvodnja moči in energije verige hidroelektrarn na srednji Savi (neto energetski potencial) je bila za obravnavano varianto stopenj izračunana s simulacijo obratovanja elektrarn ob upoštevanju izkoristkov pri pretvorbi vodne v električno energijo (hidravlične izgube, tehnični izkoristki naprav in postrojev) in dejanskih padcev (upoštevajoč nihanje obratovalnih nivojev zgornje in spodnje vode hidroelektrarn).

Največja skupna možna moč sklenjene verige hidroelektrarn na srednji Savi na pragu elektrarn (neto moč na pragu P_m), je določena v preglednici 1. Ob upoštevanju predpostavljenih obratovalnih razmer znaša $\Sigma P_{m_i} = P_m = 295,4$ MW:

Preglednica 1:

Hidroelektrarne na srednji Savi - tehnični in energetski parametri za obravnavano varianto	Izkoristljiva prostornina akumulacije [10 ⁶ m ³]	Kota zgornje vode, Kzg [m n.m.]	Kota spodnje vode, Ksp pri Q_i [m n.m.]	Neto padec pri Q_i [m]	Največja moč P_m pri Q_i [MW]
JEŽICA, $Q_i = 250$ m ³ /s	0,4	308,0	279,4	26,0	54,5
ŠENTJAKOB, $Q_i = 260$ m ³ /s	1,9	279,0	271,7	7,3	15,9
ZALOG, $Q_i = 260$ m ³ /s	1,1	271,0	263,8	7,2	15,7
JEVNICA, $Q_i = 400$ m ³ /s	2,4	263,0	256,15	6,85	22,9
KRESNICE, $Q_i = 400$ m ³ /s	1,5	254,0	245,75	8,25	27,7
PONOVIČE, $Q_i = 400$ m ³ /s	1,4	245,5	226,0	18,8	63,0
RENKE, $Q_i = 400$ m ³ /s	0,4	225,5	217,0	8,5	28,6
TRBOVLJE, $Q_i = 400$ m ³ /s	0,3	214,6	206,3	8,3	27,8
SUHADOL, $Q_i = 400$ m ³ /s	0,7	204,0	192,3	11,7	39,3
$\Sigma P_{m_i} = P_m = 295,4$ MW					

Opomba: podatki v preglednici so informativni in se bodo z nadaljnjim projektiranjem lahko tudi spremenili!

V preglednici 2 je informativno prikazana višina povprečne letna proizvodnja električne energije, ki je izračunana iz večletnega obdobja kot povprečni letni neto potencial verige devetih hidroelektrarn na srednji Savi. Določena je z vsoto mesečnih vrednosti proizvodnje, ki so izračunane iz povprečja srednjih mesečnih pretokov reke Save v profilih hidroelektrarn za hidrološko obdobje 1961–1990 in znaša 994 GWh/leto:

Preglednica 2: Informativen prikaz srednje letne proizvodnje električne energije verige hidroelektrarn na srednji Savi:

Hidroelektrarna	H _{zg.v.} [m n.m.]	H _{sp.v.} [m n.m.]	ΔH [m]	E _{sr} [GWh/leto]
JEŽICA	308,0	279,4	28,6	151,4
ŠENTJAKOB	279,0	271,7	7,3	52,4
ZALOG	271,0	263,8	7,2	52,8
JEVNICA	263,0	256,15	6,85	101,4
KRESNICE	254,0	245,75	8,25	96,4
PONOVIČE	245,5	226,0	19,5	190,7
RENKE	225,5	217,0	8,5	97,9
TRBOVLJE	214,6	206,3	8,3	97,6
SUHADOL	204,0	192,3	11,7	153,4
$\Sigma = 994,0$ GWh/leto				

Opomba: podatki v preglednici so informativni in se bodo z nadaljnjim projektiranjem lahko tudi spremenili!

Možna povprečna letna proizvodnja električne energije elektrarn na srednji Savi znaša:
E_{sr} = 994 GWh/leto.

1.4 Izraba energetskega potenciala hidroelektrarn na srednji Savi

Veriga hidroelektrarn na srednji Savi bo glede na predvideno vlogo v elektro energetskem sistemu (EES) obratovala v dnevnem režimu po principu pretočne akumulacije, pri čemer bosta že zgrajeni hidroelektrarni Mavčiče in Medvode predvidoma prevzeli vlogo čelnega akumulacijskega bazena, predvidene hidroelektrarne Jevnica, Kresnice, Ponoviče in zgrajena hidroelektrarna Vrholovo pa vlogo vmesnih akumulacijskih in kompenzacijskih bazenov.

Možnost obratovanja po principu pretočne akumulacije se bo povečevala s stopnjo zgrajenosti verige. V začetku bodo elektrarne obratovale pretežno pretočno. S povečanjem števila stopenj se bo povečala sposobnost verige za proizvodnjo variabilne in vršne energije ter regulacijske moči. Obratovanje bo odvisno tudi od predpisanih pogojev in omejitev obratovanja, ki jih narekujejo ostali koristniki vodotoka.

Pri obratovanju verige je treba upoštevati možne omejitve in pogoje obratovanja, ki so povezane z zniževanjem nivoja (deniveliranjem) gladine v akumulacijskih bazenih pri pregradnem objektu ob normalnem obratovanju, ob visokih vodah in v različnih fazah izgrajenosti verige.

Pri načrtovanju in dimenzioniranju objektov in njihovih bazenov je treba upoštevati možnost nastanka obratovalnih valov, ob hitrih spremembah pretoka skozi turbine ali v pretočnih poljih jezov.

2. PODLAGE

2.1 Geomorfološke, hidrogeološke in hidrografske značilnosti porečja Save

2.1.1 Splošno

Razvoj hidrografske mreže Save sega v zgornji terciar, ko se je dinarsko-alpsko kopno v ozki progi dvignilo iz morja. Postopno dviganje severnega in ugrezanje južnega dela širše Panonske kotline je nekdanji neposredni odtok proti vzhodu preusmerjalo proti jugu in jugovzhodu. Poznejše lokalne udorine, med njimi Ljubljanska, so vplivale na zasnovo sekundarnih hidrografskih središč, kamor se je koncentriral vodni odtok s širšega območja. V celoti se je izoblikoval hidrografski sistem sedanje Save v sredini pleistocena, ko je nastala fluvialna doba tudi v najnižjih predelih Panonske nižine.

Sava vzdolž svojega toka prečka geološko, geomorfološko, orografsko, klimatsko in vegetacijsko razgibano območje, ki ga sestavljajo naslednje hidrogeološke enote: alpsko, predalpsko hribovje, porečje Savinje, ravninska dela Ljubljanske in Krške kotline ter porečji Ljubljanice in Krke. Značilnosti, ki bolj ali manj izrazito nastopajo na posameznih območjih, povzročajo različne rečne režime odtoka, od snežnodežnega (nivalpluvialnega) do dežnosnežnega (pluvionivalnega).

Pomembnejši pritoki Save v Sloveniji so Tržiška Bistrica, Kokra, Sora, Kamniška Bistrica, Ljubljanica, Savinja, Mirna, Krka in Sotla.

Posavje je največje porečje v Sloveniji. Obsega 10.746 km², kar je 53% deleža ozemlja Slovenije. Dolžina rečnega omrežja znaša 13.950 km oziroma 1.3 km/km². Z dolžino toka 221 km je Sava tudi najdaljša slovenska reka.

Območje zgornje Save nad pregrado HE Medvode obsega 1513 km² (14% porečja), območje srednje Save od pregrade HE Medvode do pregrade HE Suhadol obsega 3.716 km² (35% porečja). Zgornja in srednja Sava obsegata skupaj 5.229 km² ali 49% porečja, območje spodnje Save pa obsega 5517 km² ali 51% porečja.

2.1.2 Zgornja Sava

Razvoj zgornje Save in njenega vodnega omrežja se je zasnovo po gorotvornem obdobju že v oligocenu in miocenu, ko so nastali ozki zatoki in je nekdanje Panonsko morje prodiralo v planinske predele. Dolgi in ozki oligocenski morski zaliv, ki je segal do Bohinja in Mojstrane, je bil osnova za razvoj povirnega območja porečja Save.

Povirje Save, ki ga tvorita Sava Dolinka in Sava Bohinjka s pritoki, je bogato s padavinami. Količine vod tega dela porečja zgornje Save so nadpovprečno velike. V nekaterih delih Julijskih Alp znaša letni odtok v povprečju tudi preko 3500 l/m². Ozke doline z velikimi vzdolžnimi padci dajejo rekam hudourniški značaj. Padavine hitro odtečejo in vodno stanje zelo niha. Prepustnost in močna zakraselost karbonatnih kamnin v območju Julijskih Alp, kamor segata porečji Dolinke in Bohinjke, so vzrok, da je gostota rečne mreže tega območja nizka; okrog 0,7 km/km². Porečje Save Dolinke meri 521 km², Save Bohinjke pa 381 km² do njenega sotočja. Navkljub manjšemu povodju, je Bohinjka mnogo bolj vodnata od Dolinke.

Sava Dolinka izvira na dnu planega sveta, ki se razteza od Zelencev do belopeškega zaselka Pod klancem in predstavlja razvodnico med porečjem Save Dolinke in porečjem Jezernice /Rio del Lago/. Voda iz Tamarja teče v prodovju pod površino in odteka na obe strani, proti Savi in proti Jezernici (Trbižu). Kot Sava Dolinka prihaja na dan v obsežnih tolmunih v Zelencih, med Podkorenem in Ratečami na višini 837 m. Površinski dotok v Zelence je le ob deževju, zlasti pa na pomlad, ko se topi sneg.

Od izvirov teče Dolinka proti vzhodu po sorazmerno prostrani dolini, ki je zasuta z morenskimi drobci, gruščem in prodom. Dolina se zoži pri kraju Gozd Martuljek in vodi Savo do Žirovnice, kjer je zajezena v akumulacijskem jezeru hidroelektrarne Moste. Pod pregrado zavije proti jugu na Radovljiško kotlino, ki je zgornji del Ljubljanske kotline in je bila čelna kotanja ledenikov Julijskih Alp in Karavank iz podkorenske, radovljiške in bohinjske doline. Kotlina je debelo zasuta s fluvioglacialnim materialom, v katerem je struga Save vrezana 70 – 90 m globoko, prav do miocenske ilovice.

Pritoki Dolinke z leve strani iz Karavank so krajši in izrazito hudourniškega značaja. Pritoki z desne strani segajo v osrčje Julijskih Alp in tečejo deloma podzemno v globoko vrezanih dolinah napolnjenih z drobci, gruščem. Največji desni pritok Save Dolinke je Radovna, ki se do Save prebije skozi tesen Vintgar.

Sava Bohinjka izvira v pobočju Komarče kot Slap Savica in se kot Savica izliva v ledeniško Bohinjsko jezero (523 m n.m.). Iz jezera teče proti Bohinjski Bistrici po sorazmerno široki dolini. V tem odseku dobi manjše pritoke, z leve Mostnico, z desne pa Bistrico in Belco. Pri Nomnju se dolina zoži v tesno Sotesko do Bohinjske Bele, ki so jo vode reke vrezale med zakraseli planoti Pokljuko in Jelovico. Pod Bohinjsko Belo se dolina prične širiti v Blejsko – Radovljiško kotlino, ki je prekrita s kvartarnim zasipom. Na tem odseku si je Bohinjka izdolbla globoko strugo, ki doseže pri Bodeščah globino 80 m. V dolino Save Bohinjske priteka velik del vode po podzemlju skozi zakraselo notranjost visokih planot in ima le nekaj površinskih pritokov.

Pri Radovljici se Sava Bohinjka (380 km²) in Sava Dolinka (521 km²) združeni v Savo prebijeta iz ledeniških dolin v širok svet. Po sotočju teče Sava po zgornjem delu Ljubljanske kotline, do Podnarta vijugavo, naprej pa v sorazmerno ravnem toku proti jugovzhodu. Na tem odseku večino podzemnih voda z Jelovice zbira z desne Lipnica (44 km²).

Pri Naklem se z leve strani v Savo izliva Tržiška Bistrica (146 km²), ki se s 27 km dolgim tokom izpod Karavank prebije prek Kamniško-Savinjskih Alp proti izlivu v Savo. V bližini Kranja dobi dolina obliko tesne debri vrezane v debele sklade labore, ki prekrivajo celotno Sorško-kranjsko ravan.

V Kranju se z leve strani, v območju akumulacijskega bazena hidroelektrarne Mavčiče, izliva v Savo Kokra (221 km²). S povirjem sega v vznožje Karavank, nato se prebije skozi Kamniško-Savinjske Alpe do Preddvora, kjer se vreže v nanose lastnega vršaja.

Vse padavine na Sorško-kranjsko polje med Kranjem in Smlednikom tu pronicajo v tla ter prehajajo v podzemno vodo. Struge Save pod Kranjem do Smlednika ne doseže noben površinski vodotok.

Gorvodno od Medvod se je Sava po epigenezi vrezala v konglomerat in se je njena struga v tem odseku zožila. Povečan padec je bil izkoriščen do izliva Sore, ki je desni pritok Save, s hidroenergetskima stopnjama HE Mavčiče in HE Medvode.

2.1.3 Srednja Sava

Območje srednje Save po hidro vidikih je osrednji del Ljubljanske kotline in Zasavje.

Ljubljanska kotlina je na debelo zasuta s prodom, ki ga je Sava s svojimi pritoki nanese v mlajši pliocenski in zlasti kvartarni dobi.

Sora se izliva v Savo z desne strani dolvodno od Zbiljskega jezera, ki je akumulacijski bazen hidroelektrarne Medvode. Od nekdaj je Sora pritekala iz neledeniškega predela, zato se je morala umikati pred prodno poplavo Save in se držati tesno južnega roba kotline. Sora s Poljansko in Selško Soro odvaja vode iz Škofjeloškega hribovja, na katerem je zaradi geološke sestave tal bogato razvita mreža površinskih voda. Povirje Sore se nahaja v predalpskem hribovju, ki tu zajema Škofjeloško-polhograjsko, Idrijsko-cerkljansko hribovje. Pobočja so zelo strma in zelo razgibana. Geološka zgradba je neenotna iz pretežno neprepustnih kamnin, med katere so stisnjene ali narinjene manj prepustne karbonatne kamnine, apnenec in dolomit. Na stikih kamnin prihaja na dan podzemna voda v številnih izvirih. Sora je hudourniška in pogosto visoka. Površina porečja je 636 km², njena rečna mreža pa je dolga 1285 km.

Sava teče od izliva Sore do izliva Ljubljanice po Ljubljanskem polju. Tu ni več vrezana v konglomerat, temveč pretežno v prodnate zasipe kvartarnih sedimentov. Ljubljansko polje je obsežen savski vršaj, nasut v dobi würmske poledenitve. Tu teče Sava danes po severni strani, na robu ravnine vršaja, kjer je zašla na škrljevece obrobja pri Mednem, v Tacnu in Črnučah.

V območju Ljubljanskega polja dobiva Sava do Kamniške Bistrice in Ljubljanice le manjše pritoke, pri Mednem z desne strani Marelščico (21 km²), nad Ježico pa z leve Gameljščico (78 km²).

Največja pritoka Save na Ljubljanskem polju sta oba na spodnjem delu. To sta Kamniška Bistrica in Ljubljanica, ki je sploh največji pritok Save. Pritoka se izlivata v Savo, po toku le malo vsaksebi, Bistrica z leve, Ljubljanica z desne strani.

Kamniška Bistrica je 33 km dolga reka s 540 km² velikim porečjem (5% porečja Save). Izvira v tipični kraški kropi ob vznožju Kamniških Alp, kjer prihaja na dan iz votlikave notranjosti karavanškega masiva kot kraški odtok, vendar z gorskim značajem. Pod Kamnikom se dolina Kamniške Bistrice močno razširi. Med Mengštem Trzinom in Lukovico je najobsežnejša. Kamniška Bistrica je s fluvio-glacialnim prodromom v preteklosti na debelo prekrila svojo dolino, najbolj pa jo je zasipala v času diluvialne poledenitve.

Ljubljanica, tipično kraška reka ponikalnica, sodi med tri največje pritoke Save, ob Savinji in Krki. Zbira vode s Cerkniskega kraka, ki sega od izvira Trbuhovica na Hrvaškem in s pivškega izpod Knežaka. Ponikle vode pridejo ponovno na dan na Loškem polju v izvirih Obrha, ki ponikne v Golobji jami in prihaja na dan na Cerknisko polje pri Gornjem jezeru kot Stržen. Vode s Cerkniskega jezera, ki ob povprečni ojezeritvi pokriva 25 km² s 76 milijoni m³ vode (največji 40 km²) poniknejo v skraselo Rakovsko-Javorniško podzemlje, tečejo proti Vrhniku in izvirajo v izvirih Ljubije in Bistre.

V Malograjski jami se Rakovsko-Javorniškem toku pridruži Postojnsko-Javorniški podzemni tok in reka Pivka, ki je drugo povirno območje Ljubljanice. Pivka ponika v Postojnsko jamo in izvira v Planinski jami kot Unica. V nadzemnem toku se vije po Planinskem polju, kjer sprejme mrzlo Malenščico. Tudi Unica ponikne, v podzemlju se združi s poniklima Hotenjko in Logaščico, vse skupaj pa privrejo kot Ljubljanica na dan v izvirih Močilnika in Retovja na Vrhniku.

Od izvirov na jugozahodu Ljubljanskega barja teče Ljubljanica sklenjeno do izliva v Savo. Preko Barja (površina Barja je 167 km²) teče že od časa Rimljanov regulirana z minimalnim padcem. Od pritoka hudourniške Gradaščice v Ljubljani se njen značaj spremeni. Vreže se v prodni nasip Ljubljanskega polja. Zasipavanje Ljubljanske kotline s prodromom Save je strugo Ljubljanice odmikal na njen južni rob in se izliva v Savo šele v zožitvi kotline.

Velikost porečja Ljubljanice je po do sedaj opravljenih raziskavah 1890 km², kar pomeni slabo desetino površja Slovenije. Njeno porečje obsega velikost 18% porečja Save, kar jo uvršča na 2. mesto po velikosti. Ljubljanica je po obsegu porečja enakega velikostnega razreda kot Sava do trosotočja, in meri 2300 km². Po sotočju pripada Savi kar 40% deleža iz porečja Ljubljanice od skupno 4714 km² porečja Save.

Med Zalogom in Dolskim zdrkne Sava v dolino Savskega hribovja Zasavje. Dolina se s tokom Save postopoma zožuje. Na začetnem delu je še sorazmerno široka, in na debelo terasasto prekrita s kvartarnim prodromom. Do Ponovič dobi Sava z obeh strani krajše in manjše pritoke. Desni so Gradolski potok, Gostinca (11 km²), Lučna, Slapnica, Jevnica (11 km²), Slatnarjev, Cvarjev in Presenčev potok, Potoški graben, Drnik, Berečanov in Bedenov graben ter največji pritok Reka (96 km²). Levi pritoki so Mlinščica (27 km²), Grabnarjev in Tamackov graben, Stajski potok, Močilnik, Zaloški, Lovšetov, Dešenski in Loki potok, Prihudnik, Ravbarjev in Rafelnov graben.

Med Ponovičami in Spodnjim Logom prestopi Sava iz karbonskega ozemlja v apniško-dolomitno območje. Značaj njene doline se takoj spremeni. Od tu dalje teče Sava po tipični debri, večinoma v tesni soteski, kjer ni več prodne in ilovnate nasipine. Pobočja se vzpenjajo zelo strmo. Na mnogih strminah so obširne goljave.

Številni povečini kratki hudourniki pritekajo neposredno v Savo. Omembe vredni desni pritoki so Maljek, Pasjek (14 km²), Šumnik, Smeškovec, Šklendrovec (16 km²), Mitovski slap, Ribnik in Koritnikov graben. Z leve strani so večji pritoki Konjski potok, Vidrnica, Savski potok (10 km²), Mošjak, Mošenik (12 km²), Medija (98 km²), Trboveljščica (25 km²), Boben (31 km²) in Suhadolski graben. S širšega območja odvodnjavajo teren le trije največji od naštetih potokov: Medija, Trboveljščica in Boben oziroma Bobnarica.

Meja med spodnjim in zgornjim Zasavjem poteka med Hrastnikom in Radečami na območju, kjer je Sava prerezala apniško-dolomitno triado, ter načela v njihovi osnovi würfenske škrljevice. Do Zidanega mosta teče Sava večinoma po živoskalni strugi dna doline.

2.1.4 Spodnja Sava

Savinja se v Savo izliva pri Zidanem mostu. Porečje Savinje zajema v povirnem zgornjem toku, v Logarski dolini, območje vzhodnih Karavank in Savinjskih Alp grajenih iz karbonatnih kamnin, zakraselega apnenca in iz dolomita. Pod Lučami do Celja in Zidanega mosta gradijo ozemlje manj prepustni skrilavci, tufi ter peščenjaki in gline. Le delno se med njimi pojavljajo prepustni apnenci in dolomiti. Neprepustne terciarne, mezozojske in paleozojske kamnine sestavljajo pretežni del ozemlja porečja Voglajne, ki zbira vode z najbolj vzhodnega dela porečja Savinje. Neprepustni terciarni sedimenti, ki obdajajo Celjsko kotlino, sestavljajo tudi njeno dno, prekrito s prodno plastjo, ki je pomemben vodni vir podzemne vode.

Savinja je od pritokov Save tretja po velikosti porečja, njena dolžina pa presega 100 km. Na porečje Savinje odpade 17 % ozemlja porečja Save ali 1848 km². Zaradi odtočnih značilnosti ima Savinja največji vpliv na visoke vode Save, večji od pritokov kraške Ljubljane in Krke, pri katerih so visoke vode zadrževane.

Dolvodno od pritoka Savinje teče Sava proti Radečam po še odpornejših kamninah, apnencih in dolomitih. Pri izlivu Sopote prestopi v karbonsko jedro Litijske antiklinale. Dolina se razširi in ostane taka do Sevnice, kjer se zoži v kratko deber, ki se ob izlivu Mirne nekoliko razširi. Dolvodno od izliva Mirne (295 km²) in Sevnične (44 km²) preide ponovno v triadni apnenec, najprej v školjkovitega, proti Brestanici pa je vrezana v dachsteinski apnenec in dolomit.

Med Sevnico in Krškim se izteka v Savo nekaj predvsem hudourniških pritokov, večji od njih so Blanščica (28 km²) in Brestanica (76 km²). Dolina Save je strma vse do Vidma, ki je zadnja prava soteska v Savskem toku. Od Vidma dalje teče Sava samo še po ravnini (do izliva v Donavo!). Sava se najprej umiri v prostrani Krško-Brežiški ravnini, kjer teče v plitvi strugi po svoji nasipini. Krška kotlina je prekrita z debelo plastjo kvartarnega proda in konglomerata. Vmes se nahajajo večji ali manjši vložki gline. Dno kotline sestavljajo neprepustne terciarne plasti. Na Krškem polju vse padavine poniknejo in napajajo zaloge podzemne vode, ki so pomembne predvsem za vodooskrbo. Z leve strani se le izteka v Savo več potokov, med njimi je največji Močnik (42 km²).

Krka se izteka v Savo pri Čatežu in je po velikosti porečja največji pritok Save z 21 % porečja Save ali 2315 km² površine (ob upoštevanju večjega kraškega dela Ljubljane, ki obsega okrog 1100 km², je Ljubljana večja od Krke, kateri podzemni del je velikosti okrog 800 km²). Porečji Krke zajema ozemlje visokega krasa. Grajeno je pretežno iz močno razpokanih, zakraselih in prepustnih karbonatnih kamnin apnenca in dolomita. Vode hitro poniknejo in pritekajo na dan v številnih izvirih na obrobju dolin. Na porečju Krke je iz manj prepustnih kamnin grajeno le ozemlje, ki pripada pretežno pripadajočemu Krškemu hribovju.

Prostrana Krško-Brežiška ravnina prehaja ob spodnji Sotli v hrvaško Posavino. Evropska meja Slovenije sega tu na levi strani Save do izliva Sotle, na desni strani Save pa nekoliko dolvodneje, do izliva potoka Bregana.

2.2 Topografske podlage

Za podlago izdelavi strokovne dokumentacije energetskih in spremljajočih objektov bodo služili temeljni topografski načrti TTN-5, TTN-10 in TTN-25 za celotno območje verige hidroelektrarn na srednji Savi.

Poleg kartnih podlag bo treba izvršiti ustrezne posnetke terena, saj do sedaj še ni bilo izvršenih sistematičnih geodetskih meritev prečnih in podolžnih profilov Save, kar bo treba storiti pri nadaljnjih obdelavah v zadostnem obsegu, ki bo ustrezen posameznim fazam izdelave strokovnih podlag.

Za potrebe gradbenih del na posameznih objektih in zaščitnih del v bazenu bo treba izvršiti sistematične geodetske meritve gladin Save pri različnih pretokih, v območjih gradenj objektov pa posneti zgoščene posnetke in izdelati karte ožjih območij pogonskih zgradb in kritičnih mest v merilu 1:1000 in 1:500.

Za ugotavljanje stopnje prizadetosti posameznih objektov in komunalnih naprav bo treba upoštevati karte podzemnega katastra in izdelati posnetke kritičnih mest v ustrezno večjem merilu.

2.3 Geološko – geomehanske in geotehnične podlage

1. Odsek Save od Tacna do Črnuč: Na tem odseku je (varianta zgolj s pretočnimi hidroelektrarnami, ki v končnem izboru modela ni bila izbrana) »možna izraba celotnega padca Save 9-11,5 m z eno ali dvema stopnjama (HE Gameljne in HE Ježica). Geotehnični pogoji temeljenja in gradnje sta pri obeh variantah ugodni (plitvo pod prodnimi naplavinami ležeči glinasti skrilavec), v kolikor bodo jezovi postavljeni na območju med železniškim mostom v Črnučah in izlivom Gameljščice. Tudi v hidrogeološkem pogledu sta obe varianti enakovredni, kolikor bo zajezeitev na območju Roj na koti 292 m. Gladina zajezeene Save bo v tem primeru na območju Roj le 1-2 m višja od obeh bregov in bodo zato zadostovali le nizki obrežni nasipi in plitvi drenažni kanali. Zaradi ozkih zajezeitvenih bazenov in majhnega dviga gladine bo hitrost premikanja vode dovolj velika, da se bregovi verjetno ne bodo zablatili in s tem onemogočili napajanje podtalnice na območju Roj. Kljub temu je treba zaradi zagotovitve polne zmogljivosti vodarn v Klečah in Šentvidu predvideti umetno bogatenje podzemne vode v Rojah. Ta poseg je predviden v dolgoročnem načrtu tudi v primeru, da elektrarne ne bodo zgrajene«.

2. Odsek Save od Črnuč do Šentjakoba: Na tem odseku, točneje »na območju med šentjakobskim in črnuškim mostom, je možna izraba celotnega padca 7–10 m le z 1 stopnjo (HE Šentjakob). Geotehnični pogoji temeljenja in gradnje jezu so namreč primerni le v neposredni bližini šentjakobskega mostu, kjer leže glinasti skrilavci povečini le do 10 m globoko pod prodnimi naplavinami. Vzvodno od šentjakobskega mostu podlaga skrilavca strmo tone v globino 70-80 m pod površino. Gradnja jezu pri takšni globini neprepustne podlage je zaradi izredno zahtevnih in tehnološko nezanesljivih tesnilnih del za sedaj praktično neizvedljiva in verjetno tudi predraga.

V hidrogeološkem pogledu je vsekakor ugodnejša varianta z nižjo zajezeitvijo na koti 279,0 m, kot varianta z višjo zajezeitvijo na koti 282,3 m. V prvem primeru bo zajezeena Sava ostala skoraj v celoti v sedanji strugi, razen manjšega območja na levem bregu med vodarnama Jarški Brod in Belinka. Zato bo treba zgraditi le nizke visokovodne obrambne nasipe, drenažne objekte pa v skrajnem nizvodnem delu. Zaradi majhnega dviga gladine in ozkega bazena, bo hitrost premikanja vode dovolj velika, da se bregovi verjetno ne bodo zablatili in s tem onemogočili napajanje podtalnice na območju Tomačevega, Jarškega Broda in vodarne Belinka. Kljub temu je treba zaradi zagotovitve polne zmogljivosti vodarn v Hrastju, Jarškem Brodu in Belinki predvideti umetno bogatenje podtalnice na območju vseh 3 vodarn«.

3. Odsek Save od Šentjakoba do Zaloga: »Na območju med šentjakobskim mostom in Zalogom je možna izraba celotnega padca 7-10 m le z 1 stopnjo (HE Zalog). Geotehnični pogoji temeljenja in gradnje jezu so namreč primerni le v bližini sotočja Kamniške Bistrice in Save. Tod leže glinasti skrilavci le do 10 m globoko pod prodnimi naplavinami. V hidrogeološkem pogledu je nekoliko ugodnejša varianta z nižjo zajezeitvijo na koti 270,0 m, vendar je izvedljiva tudi varianta z zajezeitvijo na koti 272,7 m, le, da bodo pri tej zajezeitvi potrebni višji obrežni nasipi in obsežnejše drenaže vzdolž nasipov. Dodatne drenaže na nizko ležečih delih naselij v Sneberjah, Zadobrovi in Zalogu pri tej zajezeitvi ne bodo potrebne, pač pa bo to verjetno potrebno na območju načrtovane čistilne naprave. Delovanje celotnega drenažnega sistema na tem območje pa bo možno le, če zajezeitvena kota HE Jevnica ne bo višja od 263,0 m.«

Seizmične razmere: Poleg geoloških in hidrogeoloških značilnosti proučevanega območja so bile obravnavane tudi seizmične razmere. Ugotovljeno je, da izgradnja energetskih objektov ne bo vplivala na povečanje seizmične aktivnosti na tem območju.

To so osnovne geološke, hidrogeološke in seizmične značilnosti proučevanega območja. Bolj poglobljene informacije je moč dobiti iz citiranih izvirnih gradiv.

2.4 Hidrološki podatki

Posavje je naše največje porečje. Obsega 10.746 km², to je 53% deleža ozemlja Slovenije. Dolžina rečnega omrežja znaša 13.950 km oziroma 1.3 km/km². Z dolžino toka 221 km je Sava najdaljša slovenska reka. Na območje Posavja pade letno v povprečju 1567 mm padavin, od tega izhlapi 641 mm, kar predstavlja 41%, torej znaša odtočni količnik 59%. Srednji letni odtok Save iz Slovenije v obdobju 1961-1990 je znašal 301 m³/s.

2.4.1 Hidrološke podlage

Do sedaj so bili za srednjo Savo izdelani naslednji elaborati s hidrološko vsebino:

- 1959, Hidrološki elaborat Save na področju Slovenije, Hidrometeorološki zavod (HMZ),
- 1959, Pomožni vodomeri na Savi, IB Elektroprojekt,
- 1978, Zajezne krivulje od HE Renke do HE Krško, Vodogradbeni laboratorij (VL),
- 1978, Hidrološka obdelava podatkov VP Sv. Jakob, Vodogradbeni laboratorij (VL),
- 1979, Visoka voda Save v januarju 1979, Vodnogospodarski inštitut (VGI),
- 1983, Hidrološka študija Save, knjiga št 1: Poročilo, knjiga št. 4: VP Sv. Jakob, knjiga št. 5: VP Litija, VGI: Nekateri karakteristični hidrološki podatki, kot so srednji pretok, stoletna in tisočletna visoka voda, površina ter stacionaža porečja Save v karakterističnih profilih vodomernih postaj in predvidenih energetskih stopenj, so zbrani iz Hidrološke študije iz leta 1983 in prikazani v Preglednici 3. Podatki zajemajo hidrološko obdobje 1926-1975. Hidrološka študija kompleksno obravnava tudi energetsko izrabo srednje Save. Zaradi časovne odmaknjenosti študije, so danes lahko nekateri podatki že drugačni in bo treba hidrološke razmere dopolniti z novim nizom podatkov in jih na novo ovrednotiti. Pričakovane so spremembe v vrednostih karakterističnih hidroloških spremenljivk.

Preglednica 3: Površine porečja srednje Save v karakterističnih profilih in površine porečij večjih pritokov, ter nekateri značilni hidrološki parametri [Vir: Hidrološka študija Save, VGI 1983]:

Profil Save	Površina porečja Save $F [km^2]$	Stacionaža $[km]$	Srednji letni pretok $sQs [m^3/s]$	Visoke vode $Q_{3^{100}} [m^3/s]$	Visoke vode $Q_{1000} [m^3/s]$
HE Medvode		864.080			
nad Soro	1.513				
pod Soro	2.162	863.440			
HE Ježica-pregrada Vikrče	2.197	859.660	98	1.747	2.086
HE Ježica-strojnica	2.265	852.570	100	1.769	2.101
HE Šentjakob	2.291	847.130	100	1.781	2.116
VP Šentjakob	2.293	847.100	100	1.781	2.116
HE Zalog	2.298	842.920	100	1.783	2.119
nad Kamniško Bistrico	2.299		100		
pod Kamniško Bistrico	2.843	842.300	115		
nad Ljubljano	2.843		115		
pod Ljubljano	4.713	842.100	176		
HE Jevnica	4.757	834.860	176	2.410	2.931
HE Kresnice	4.796	829.140	176	2.422	2.945
HE Ponoviče-jez Pogonik	4.816	823.500	177	2.431	2.954
VP Litija	4.829	818.650	177		
HE Ponoviče-strojnica		814.900	177		
HE Renke	5.000	805.940	178	2.474	2.993
HE Trbovlje	5.135	799.500	181	2.500	3.023
do VP Hrastnik	5.176	793.500	182		
HE Suhadol	5.229	788.800	183	2.527	3.055

Opomba: Na osnovi raziskav porečja so danes lahko nekateri podatki v preglednici že nekoliko spremenjeni

2.5 dokumentacija za energetsko izrabo srednje Save

V naslednjih točkah je podan spisek in nekaj komentarjev izdelanih poročil projektov in študij, ki se nanašajo na energetsko izrabo posameznih odsekov srednje Save.

2.5.1 Projektna dokumentacija in tehnično tehnološke strokovne podlage

Za hidroelektrarne na Savi je bil že leta 1959 izdelan Osnovni energetski projekt Save za celotno porečje v Sloveniji (IBE). Časovna odmaknjenost izdelanih strokovnih podlog zahteva novelacijo in dopolnitev dokumentacije, ob upoštevanju dejstev, da so se spremenile razmere v rečnem koridorju in tehnične možnosti gradnje, prav tako se je spremenilo tudi vrednotenje prostora in okolja. Po drugi strani so nekatere danosti ostale enake, kot na primer tektonika in geomorfološke razmere.

Leta 1970 sta bili izdelani Idejni študiji za HE Renke in črpalno HE Požarje na srednji Savi (IBE).

V letih 1977-80 so bile izdelane nekatere strokovne podlage, in sicer:

- Idejna študija za čelni bazen Litija (IBE),
- Priprava elementov za investicijsko tehnično dokumentacijo za savski odsek Renke – Krško (IBE),
- Zajezne krivulje od Renk do Krškega (Vodogradbeni laboratorij),
- Idejne osnove za vodnogospodarsko in energetske izrabo Save od Radovljice do Bregane (V. Šlebing),
- Savska veriga, študija energetske izrabe Save od Medvod do Mokric – I.-IV., IBE,
- Zaključno poročilo komisije za pregled študije IBE: energetska izraba Save od Medvod do Mokric, Elektrogospodarstvo Slovenije (EGS).

Po letu 1980:

- 1987, Variante hidroenergetske izrabe Save od Zaloge do Tacna, FAGG-LMT,
- 1987, Sava – Ljubljana: energetika/ kriteriji izbire variant energetske stopnje, IBE,
- 1988, Analiza vpliva hidroelektrarn na Savi na podtalnico, FGG-LMT - komisija,
- 1988, Študija o možnostih in pogojih izgradnje hidroenergetskih in vodnogospodarskih objektov na Savi v Ljubljani, I. faza, zaključno poročilo (sinteza), Urbanistični inštitut Slovenije s spremljajočimi organizacijami.

2.5.2 Vodnogospodarske podlage, rečna dinamika, razni vplivi

Vodnogospodarske podlage, rečna dinamika, vplivi na: kakovost Save, podzemne vode, rabo tal, ribištvo, naravno in kulturno dediščino, PVO, kmetijstvo, klimo, ekologijo, gozd, rekreacijo in turizem, infrastrukturo, demografijo, poselitev, gospodarske dejavnosti, vključitev HE v prostor, so bili obravnavani v naslednjih poročilih:

- 1959, Hidrološki elaborat Save na področju Slovenije, Hidrometeorološki zavod (HMZ),
- 1985, Vloga Save v elektroenergetskem sistemu Slovenije in izgradnja objektov za proizvodnjo električne energije v obdobju 1986 – 1995, Savske elektrarne (SEL),
- 1985, Ovrednotenje vpliva hidroelektrarn na kakovost Save s predlogom prioritetenih sanacijskih ukrepov, Inštitut Boris Kidrič (IBK),
- Preveritev vplivov zajezitve zaradi gradnje hidroelektrarn na Savi na obstoječo progo Ljubljana-Dobova odsek Ljubljana - Zidani Most, SŽ - projektivno podjetje Ljubljana d.d., št. proj. 3483,
- Študija poteka hitre proge na odseku Ljubljana - Zidani Most - državna meja, SŽ projektivno podjetje Ljubljana d.d., št. proj. 3475,
- 1987, Ocena vpliva predvidenih posegov na reki Savi na klimo mesta Ljubljana, HMZ SRS,
- 1987, Ekološke posledice predvidenih hidroelektrarn na savskem odseku Medvode – Zalog, BTF - oddelek za biologijo,
- 1987, Narava in kulturna dediščina Save in njenega zaledja, ZVRNKD,
- 1987, Vplivi gradenj hidroelektrarn na gozdne površine in vrednotenje, Inštitut za lesno in gozdno gospodarstvo,
- 1988, Ribištvo, vrednotenje variant hidroelektrarn na Ljubljanski Savi, Zveza ribiških družin Slovenije,
- 1988, Kriteriji za ekološko vrednotenje variant hidroelektrarn na savskem odseku Medvode-Zalog, BTF - oddelek za biologijo,
- 2001, Ocena ogrožanja varnosti oskrbe s pitno vodo iz vodarne Jarški Brod, JP VO-KA,
- 2002, SP, umestitev hidroelektrarn na srednji Savi kopensko in vodno okolje, LIMNOS,
- 2003, Študija umestitve hidroelektrarn na srednji Savi v prostor (od HE Ponoviče do HE Suhadol), Savaprojekt, Imos Geateh, VGI, Limnos.

3 NAČELA IN SMERNICE ZA OBLIKOVANJE OBJEKTOV ENERGETSKE IZRABE VODNEGA POTENCIALA SREDNJE SAVE

3.1 splošno

Energetska izraba vodnega potenciala na srednji Savi bo zasnovana tako, da bodo hidroelektrarne prilagojene terenskim, hidrološkim in hidrogeološkim pogojem ter hidravličnim in obratovalnim zahtevam sistema. Glede na zasnovo sta v obravnavanem območju dva tipa hidro energetskega objekta, rečne in derivacijske hidroelektrarne. V območju je možnost izgradnje tudi črpalne hidroelektrarne.

3.2 Pregradni objekt

Pregradni objekt je, tako na rečnih kot na derivacijskih stopnjah podobne zasnove. Obsega:

- jezovno zgradbo s pretočnimi polji,
- strojnico pri rečnih, oziroma zajetje vode (vtočni objekt) v dovodni del derivacije pri derivacijskih hidroelektrarnah in
- spremljajoče objekte.

Lokalne prostorske, terenske, hidrološke, hidravlične in druge razmere pogojujejo velikost objektov in konstrukcij na posameznih lokacijah, kar bo treba ustrezno raziskati.

Pregradni in energetski objekti morajo biti zgrajeni za predvideno življenjsko dobo, tako da je zagotovljen njihov namen ob upoštevanju veljavnih zakonodaje, tehničnih predpisov in standardov. Objekti morajo biti prilagojeni hidrološkim razmeram in nemotenemu obratovanju pri normalnih obratovalnih razmerah. Kjer bo to upravičeno se energetski objekti in oprema poenoti.

Rešitve bo treba za vsako elektrarno preveriti in prilagoditi specifičnim razmeram na posamezni lokaciji (hidravličnim padcem, geološkim, prostorskim, hidravličnim in drugim odločilnim razmeram).

3.2.1 Jezovna zgradba s pretočnimi polji

Prevajanju visokih vod je namenjena jezovna zgradba z ustreznimi pretočnimi polji, v katerih so prelivni prag, podslapje in zapornice. Z zapornicami je omogočena regulacija pretoka in nivoja zgornje vode.

Pretočna polja morajo omogočati prevod visokih vod tako, da:

- pri stoletni visoki vodi Q_{100} niso povišane gladine v gorvodni polovici akumulacijskega bazena, glede na naravno stanje struge pred zaježitvijo in
- pri tisočletni visoki vodi Q_{1000} ni presežena nominalna zaježitvena gladina zgornje vode v pregradnem profilu.

Zaradi različnih hidravličnih razmer v bazenih pri obratovanju, je na posameznih hidroelektrarnah različno število in velikost pretočnih polj, različna so podslapja in različne so utrditve struge, gorvodno in dolvodno od pregradnega objekta. Z raziskavami bo treba določiti ustrezno obliko, dolžino in globino podslapij in disipacijskih konstrukcij. Glede na erozijsko odpornost struge je treba določiti način in obseg zaščite struge dolvodno od jezov.

3.2.2 Pogonski objekt

Pri rečnih hidroelektrarnah je pogonski objekt strojnica oziroma turbinska zgradba, ki je sestavni del pregradnega objekta. Turbinska zgradba obsega ustrezno število in tip agregatov, natočno dotočni del, centralni del turbinskega trakta, kjer sta turbina in generator s pomožnimi napravami in odvodni del zgradbe.

Pri derivacijskih hidroelektrarnah je strojnica med dovodnim in odvodnim sistemom. Dovodni sistem obsega v splošnem vodno zajetje na pregradnem objektu, dovodni rov, vodostan in tlačni rov. Odvodni sistem zajema odvodni rov/kanal in priključek na savsko strugo. Glede na specifične razmere, je od primera do primera lahko derivacijski sistem sestavljen tudi drugače.

3.2.3 Sistem vodenja hidroelektrarn

Elektrarne morajo biti opremljene z napravami vodenja in zaščite, ki bodo omogočale avtomatizirano obratovanje brez stalne posadke. Avtomatika elektrarne bo omogočala optimizacijo obratovanja. Daljinsko vodenje bo zagotovljeno iz centra vodenja, ki bo izvajal optimizacijo obratovanja verige hidroelektrarn na srednji Savi, v sklopu obratovanja celotne verige hidroelektrarn na reki Savi.

3.2.4 Vzdrževanje hidroelektrarn

Iz vseh vidikov mora biti poskrbljeno za redno in investicijsko vzdrževanje celotne verige hidroelektrarn za zagotavljanje nemotene obratovalne sposobnosti in kontrole vplivov na okolje.

3.3 Akumulacijski bazeni

3.3.1 Vodnogospodarski elementi

3.3.1.1 Energetski in visokovodni nasipi

Vzdolž posameznih bazenov bo treba zgraditi energetske in visokovodne nasipe, z utrditvijo in zatesnitvijo, kot zaščitni ukrep pred poplavami na vplivnem območju hidroelektrarn za varovanje zaledja pred 100-letnimi visokimi vodami reke Save.

Situativni potek nasipov

Potek trase nasipov je treba predvideti tako, da:

- ne omejujejo energetske rabe,
- omogočajo pretok visokih pretokov Save (na posameznih odsekih je energetski nasip istočasno tudi protipoplavni nasip),
- ne ovirajo in ne omejujejo odtoka pritokov Save,
- so po možnosti prilagojene krajini, kar bo opredeljeno v krajinski ureditvi.

Višina nasipov

Upoštevati je treba varnostno višino nasipov nad nivojem zajezne gladine, in sicer:

- v energetskem odseku gorvodno od pregradnega objekta hidroelektrarne 1,5 m nad koto zajezitve in
- v vodnogospodarskih odsekih upoštevaje varnostno višino nad gladino stoletne vode Q_{100} .

Tehnična izvedba nasipov

Nasipi morajo biti izvedeni tako, da so:

- stabilni,
- dostopni za vzdrževanje,
- ustrezno zavarovani v območju nihanja gladine:
 - o pri obratovalnih pretokih elektrarne in
 - o pri visokih pretokih reke Save,
- oblikovani na krajini sprejemljiv način in ustrezno sonaravno urejeni,
- vodotesni v obsegu, ki zagotavlja stabilnost nasipa in še sprejemljivo izgubo vode,
- v območju vodonosnikov vodotesni v obsegu, da bo zagotovljen ustrezen režim podzemne vode, kar je treba v bodočih strokovnih študijah še proučiti.

3.3.1.2 Ureditev pritokov Save

Zajezitev reke Save lahko vpliva na odtočne razmere pritokov. Vpliv je od primera do primera različen, kar bo treba proučiti za vse stopnje. Evidentirati je treba pritoke, kjer:

- je z izgradnjo nasipa ob Savi preprečen izliv pritoka v Savo,
- zajezna gladina Save zajezuje iztočni del korita pritoka,
- so gladine zajezitve nižje od dna obstoječega korita pritoka na izlivu v Savo in tako zajezitev nima vpliva na odtočne razmere pritoka.

Pri vplivu zajezitve na odtočne razmere je treba z izgradnjo objektov vodne infrastrukture zagotoviti neoviran odvod voda pritokov, zalednih voda in notranjih voda z območij, kjer bi bil z izgradnjo nasipov in ostalih ureditev oviran odtok voda.

Ureditve morajo:

- zagotoviti odvod voda pritokov na način, da ni poslabšana varnost pred poplavami,
- zagotoviti izvedbo takšne tehnične rešitve, da se obseg poplav zmanjša na odsekih kjer je to interes vodnega gospodarstva,
- upoštevati dotoke rinjenih plavin oziroma prodonosnost pritokov. Z ustreznim oblikovanjem iztočnega dela pritoka, z zadrževanjem voda v nezajezenem odseku ali/in z zadrževanjem voda v ustreznem odseku v zaledju je treba preprečiti zmanjšanje ustrezne poplavne varnosti pritokov. Pritoke pri katerih sega zajezna gladina iz bazena v obstoječe korito pritoka, je treba ta del pritoka urediti po vodnogospodarskih kriterijih,
- pri izvedbi ureditvenih del je treba upoštevati naravovarstvene in urbanistične zahteve.

3.3.1.3 Vpliv na podzemno vodo

Z izgradnjo stopenj se bo, v bolj ali manj širokem pasu zemljišča ob koritu, dvignila podzemna voda. Spremembo nivoja podzemne vode je treba upoštevati pri analizi stabilnosti brežin, pri vplivu na kmetijske, urbanizirane površine in na komunalno infrastrukturo ter na posamezne stanovanjske in gospodarske objekte v vplivnem območju. S tehničnimi ukrepi je treba preprečiti vse negativne vplive dviga podzemne vode.

Če je v vplivnem območju energetskih objektov oskrba z vodo, ima vpliv na podzemno vodo prioritetni pomen. Predvsem to velja za podzemno vodo Ljubljanskega polja, brez katere mesto Ljubljana nima nobene možnosti razvoja. Pred dokončno odločitvijo o načinu energetske izrabe Save na območju Ljubljane bodo izvedene še obširne raziskave, ki bodo morale iz vidika vpliva energetske izrabe Save, dokazati trajnost nemotene vodooskrbo Ljubljane.

Zaradi sorazmerno dobro propustnih tal pod nasipi, bo treba na daljših odsekih izvesti tesnitev temeljnih tal pod nasipom in sicer v obsegu in na način da:

- ni ogrožena stabilnost temeljnih tal pod nasipom,
- je izguba vode v tla v sprejemljivi količini in, da
- spremembe podzemnih razmer, ob uporabljenih tehničnih ukrepih, v zaledju ne povzročajo škode.

Na celotnem ravninskem zalednem delu akumulacijskih bazenov je zaradi oskrbe z vodo (črpališča in vodnjaki) treba najmanj ohraniti današnje dobro stanje, skupno s koristniki vode pa razmere v splošno dobro poboljšati.

3.3.1.4 Prodonosnost in transport rinjenih plavin

Transport rinjenih plavin v gorvodnem koncu srednje Save je bil v glavnem prekinjen po izgradnji HE Medvode. Zaradi tega je prišlo do poglobljanja struge dolvodno. Za dolvodne stopnje je predvideno (transport rinjenih plavin na pritokih je obdelan v poglavju o ureditvi pritokov):

- registracija stanja pred obratovanjem,
- spremljanje stanja v času obratovanja.

3.3.1.5 Plovnost Save

Globina vode v koritu Save se bo z zaježitvami hidroelektrarn povečala in s tem se bodo povečale tudi možnosti za plovbo manjših rečnih ladij (omejitve plovbi so naravni radiji rečnih zavojev). Visoke vode, glede na prisotnosti infrastrukture zahtevajo praktično celoten pretočni profil reke Save, zato bo moral koncesionar omogočiti izvedbo in izgradnjo objektov ki omogočajo plovnost. Hidroenergetska raba Save praviloma poboljšuje pogoje za rečno plovnost.

3.3.1.6 Zavarovanje korita Save

Obstoječa zavarovanja korita Save

V poglavju »Spisek objektov med Zidanim mostom in Medvodami iz Katastra vodnogospodarskih objektov«, je priložen izveček najosnovnejših elementov zavarovanj, premostitev ter drugih vodnogospodarskih ureditev iz »Katastra...«, ki ga je leta 2002 izdelalo podjetje VGP Hidrotehnik, Ljubljana. Spisek podaja osnovne podatke o 197 vzdolžnih, prečnih in premostitvenih objektih, ki se nahajajo v odseku Save med Zidanim mostom in Medvodami.

Bodoča zavarovanja korita Save

Zaradi spremenjenih odtočnih razmer po zaježitvi bo na določenih odsekih treba izvesti zavarovanja korita oz. brežin reke Save predvsem na odsekih, kjer je v neposredni bližini nasip, cesta, železnica, naselje in na odsekih, kjer zaradi dviga gladine v koritu in nihanja gladine, brežine ne bi ostale ali bile stabilne.

Zavarovanje dela korita iznad obratovalne gladine je treba izvesti ob upoštevanju sodobnih dognanj vodnogospodarske stroke in načel sonaravnih ureditev.

Na odsekih, kjer je korito Save v območju pomembnejših naselij in mest, je treba skupno z zavarovanjem korita ustrezno zavarovati in oblikovati brežine.

3.3.1.7 Transformacija visokovodnega vala

Za obravnavani odsek srednje Save in povezano z ostalimi sosednjimi odseki Save bo treba izdelati hidrodinamični model za novo načrtovano stanje, ki bo osnova za določitev načina obratovanja posameznih hidroelektrarn in sklenjenih hidroelektrarn pri visokih pretokih.

Zasnova verige hidroelektrarn na srednji Savi z majhnimi volumni bazenov ni primerna za transformiranje visokovodnega vala na način, s katerim bi se zmanjševalo konico visoke vode. Ustrezne rešitve za zmanjševanje višine konice visoke vode bi bile mogoče v souporabi suhih vodnih zadrževalnikov na pritokih v porečju Save, v katerih bi se zadržal del vode na način, kot bi to opredelile ustrezne hidrološko hidravlične simulacije. Ti ukrepi niso predmet koncesije, bodo pa izvedeni v ukrepih za zaščito pred poplavami jugozahodnega dela mesta Ljubljana.

3.3.1.8 Raba vode

Prednost pri koriščenju vode pritokov Save na odseku srednje Save od Medvod do Suhadola in vode iz korita Save in iz zaježitvenih bazenov imajo vsi sedanji in bodoči koristniki vode in sicer za oskrbo z vodo (pitna in tehnološka), za namakanje, hlajenje itd.

3.3.1.9 Poglobitev korita pod stopnjami

Poglobitev korita pod stopnjami pomembnejše ne zniža poteka gladine pri nastopu 100-letnih visokih voda, zato je izvedba poglobitev povezana predvsem z ekonomiko proizvodnje električne energije.

3.3.2 Elementi v zvezi s posegi v prostor, komunalna in energetska infrastruktura

3.3.2.1 Zasedba in ureditve zemljišč

Stalna zasedenost zemljišč

Na lokacijah vseh hidroelektrarn bodo odkupljena vsa trajno zasedena zemljišča bodisi za izgradnjo, ureditve ali prestativte naslednjih objektov (lokacije površin in velikosti bodo določene po opredelitvi v nadaljnjih projektnih obdelavah):

- pregradnega objekta z jezovno zgradbo in podslapjem ter pogonskimi objekti,
- energetskih nasipov,
- drenažnih kanalov,
- dovoznih cest,
- akumulacijskih bazenov,
- nadomestnih gradenj.

Začasna zasedenost zemljišč

Na lokacijah vseh hidroelektrarn bodo začasno zasedena zemljišča vrnjena po končani gradnji. Na njih bo graditelj ob zapustitvi vzpostavil prvotno ali kvalitetno boljše stanje, skladno s projektno dokumentacijo in lokacijskim načrtom za posamezno hidroelektrarno.

3.3.2.2 Ceste

Dostopi do hidroelektrarn

Za potrebe gradenj bodo zgrajene dostopne poti do pregradnih objektov, strojnic, odvodnih kanalov in nasipov na levem in desnem bregu Save. Obseg in lokacija dostopnih poti bo določena po opredelitvi v nadaljnjih projektnih obdelavah.

Ureditve javnega cestnega omrežja

Kjer bo to opredeljeno kot nujno v nadaljnjih projektnih obdelavah, bo treba zgraditi, rekonstruirati ali prestaviti obstoječe cestno omrežje.

3.3.2.3 Železnica

Na odsekih železniške proge, kjer bo to v nadaljnjih projektnih obdelavah opredeljeno kot nujno, bo treba v neposrednem vplivnem območju zaježitve:

- ustrezno urediti ter zaščititi telo nasipa, propuste in premostitve železniške proge,

- izvesti zaščito pred izpiranjem nasipa, kjer bo železniški nasip v kontaktu z vodo,
- speljati zaledne vode v drenažni kanal,
- izvršiti vse ukrepe, da ne bo poslabšana stabilnost in poplavna varnost železniške proge.

3.3.2.4 Električno omrežje

Priklop na visokonapetostno omrežje

Skladno z opredelitvami v nadaljnjih projektnih obdelavah bo treba zgraditi visokonapetostne priključke na omrežje, ustrezne dolžine in ustrezne izvedbe.

Za lastno rabo

Hidroelektrarne morajo biti zgrajene tako, da ni ogroženo njihovo delovanje tudi v času neobratovanja hidroelektrarne. V ta namen je treba načrtovati in izvesti oskrbo elektrarn z lastnimi viri energije.

Ureditve javnega elektro omrežja

Skladno z opredelitvami v nadaljnjih projektnih obdelavah bo treba ob izgradnji hidroelektrarn prestaviti ali rekonstruirati elektroenergetske vode, VN daljinovode/kablovode, nizkonapetostne zračne vode/kablovode, ki bodo pod vplivom novo predvidenih hidroelektrarn.

3.3.2.5 Telefonsko omrežje

Ureditve javnega telefonskega omrežja

Skladno z opredelitvami v nadaljnjih projektnih obdelavah bo treba izvesti rekonstrukcijo telefonskega omrežja v ustrezni dolžini: TT kablovode, zračne vode, kablovode in medkrajevne kablovode pri posameznih stopnjah za del omrežja, ki bo pod vplivom novo predvidenih hidroelektrarn.

3.3.2.6 Kanalizacija

Za lastne potrebe

Za čas gradnje bo za gradbišče zgrajena lastna kanalizacija ter začasna čistilna naprava primerne kapacitete. V primeru obstoječega javnega kanalizacijskega omrežja se zgradi lastni kanalizacijski priključek ter odstrani montažno čistilno napravo.

Meteorne vode z utrjenih površin in precejne vode iz strojnice bodo odvodnjavane preko lovilcev olj in maščob v Savo.

3.3.2.7 Vodovod

Za lastne potrebe (pitna in požarna voda)

Tehnološka in požarna voda ter voda za osebne potrebe bo skladno z opredelitvami v nadaljnjih projektnih obdelavah zagotovljena z izgradnjo vodovodnega sistema, bodisi z izgradnjo:

- vrtine s črpališčem,
- vodohrama ustrezne prostornine,
- cevovoda ustrezne dolžine ali
- ustreznega vodovodnega priključka.

Ureditve javnega vodovodnega omrežja

Kjer bo v nadaljnjih projektnih obdelavah to opredeljeno kot posledica gradnje hidroelektrarn oziroma ostalih posegov v infrastrukturne objekte, bo treba prestaviti in rekonstruirati vodovodno omrežje.

3.3.2.8 Zaščita in ureditve urejenih vodnih virov

Po ugotovitvi vpliva zaježitve Save na obstoječe vodnjake - črpališča v vplivnem območju bazenov, bo za prizadete vodnjake – črpališča treba izvršiti ustrezne ukrepe, s katerimi bo oskrba nemotena.

3.3.2.9 Ureditve plinovodnega omrežja

Izvedeni bodo ustrezni ukrepi ureditve brežin in poglobljanje struge pri križanjih vodotoka z magistralnim plinovodom po navodilih in zahtevah upravljavca plinovoda.

3.3.2.10 Vpliv na stanovanjske objekte

Rušitve objektov

Zaradi izgradnje hidroelektrarn se bo v postopku nadaljnjih projektnih obdelav opredelilo število stanovanjskih objektov za rušenje.

Nadomestitve objektov

Zgrajeni bodo nadomestni objekti povsod tam, kjer se bo v nadaljnjih projektnih obdelavah to izkazalo kot nujno.

Sprejetje obveze zaščite objektov, ki so pod vplivom zaježitve

Vsi stanovanjski objekti, ki niso predmet porušitve, so pa ogroženi zaradi vpliva zaježitve (obratovalnih gladin) bodo zaščiteni in sanirani v skladu z rešitvami iz lokacijskih načrtov.

3.3.2.11 Ostala grajena struktura

Kolikor bo v bodočih projektnih obdelavah tako ugotovljeno, se bodo porušili tudi pomožni in gospodarski objekti ter bodo zgrajeni nadomestni objekti.

3.3.2.12 Gradnja hidroelektrarne

Ureditev prometnega režima v času gradnje

Prometni režim bo moral biti prilagojen lokalnim potrebam in običajem.

Zaščita pred hrupom

Med 22. in 6. uro se ne sme opravljati aktivnosti na gradbišču, ki bi povzročale hrup nad dovoljenimi vrednostmi.

Zaščita javnih površin pred onesnaženjem

Preprečeno mora biti onesnaževanje javnih cest med gradnjo, kar velja za vsa vozila, ki so udeležena pri gradnji. Na izstopih iz gradbišč na javne ceste morajo biti v pralnicah ustrezno očiščena vsa vozila, ki zapuščajo gradbišče.

Etapnost gradnje

Celotna gradnja posamezne hidroelektrarne bo trajala skladno z opredeljenim planom gradnje. Gradnja mora biti tako organizirana, da bo v najmanjši meri škodljivo vplivala na okolico.

Poglobljanja strug se ne sme opravljati v drstnem obdobju rib, predvidoma od začetka marca do konca maja. Glede na vremenske razmere in temperaturno stanje vodotoka, pristojna strokovna institucija za področje ribištva opredeli obdobje omejitve.

4 POGOJI POVEZANI Z IZKORIŠČANJEM VODNEGA ENERGETSKEGA POTENCIALA, Z VODNIM REŽIMOM IN RABO VODE, Z RABO PROSTORA IN VARSTVOM DOBRIN TER S SOCIALNIMI VPLIVI

4.1 POGOJI POVEZANI Z IZKORIŠČANJEM VODNEGA ENERGETSKEGA POTENCIALA

4.1.1 Način obratovanja verige hidroelektrarn na srednji Savi

Veriga na srednji Savi bo obratovala po principu pretočne akumulacije z dnevno izravnavo pretoka. Pri izgradnji in obratovanju morajo biti upoštevani vsi pogoji o vključevanju hidroelektrarn v optimalno prilagojeno elektroenergetsko oskrbo Slovenije.

4.1.2 Način obratovanja akumulacijskih bazenov

Obratovanje hidroelektrarn bo potekalo v okviru dovoljenih največjih denivelacij in v okviru dovoljenih hitrosti sprememb nivojev gladin spodnjih in zgornjih vod v zaježitvah.

Pri načrtovanju in dimenzioniranju objektov in zaježitvenih bazenov je treba upoštevati ustrezne varnostne ukrepe, zaradi možnost nastanka obratovalnih valov, ki nastanejo v zgornjem in spodnjem bazenu ob hitrih spremembah pretoka skozi turbine in pri obratovanju jezovnih zapornic in to za vsak akumulacijski bazen posebej, za delno in za celotno sklenjeno verigo hidroelektrarn.

4.1.3 Zagotovitev vzdrževanja in ohranjanja zgrajenega energetskega potenciala

Objekti in naprave morajo biti skozi celotno obdobje koncesije redno vzdrževani, servisirani in v dobrem obratovalnem stanju, skladno s pričakovano in deklarirano življenjsko dobo.

4.1.4 Zagotovitev zavarovanja odgovornosti za morebitno ekološko škodo

Poleg ostalih zavarovanj mora biti zagotovljeno zavarovanje za morebitno ekološko škodo, ki bi lahko bila povzročena v času gradnje in v času obratovanja posameznih hidroelektrarn in verige hidroelektrarn na srednji Savi.

Predvideni morajo biti možni dogodki in njihovi scenariji, da bo mogoče izvesti vse ukrepe, da do ekoloških škod ne more priti in oceniti stopnje rizika in obseg možnih ekoloških škod kot osnovo za sklenitev zavarovanja odgovornosti.

4.2 POGOJI POVEZANI Z VODNIM REŽIMOM IN IZRABO VODE

4.2.1 Pretočni režim Save

Veriga hidroelektrarn bo po izgradnji obratovala po principu pretočne akumulacije z izkoriščanjem izkoristljivih prostornin v dovoljenih mejah denivelacije bazenov. V vmesnih fazah izgrajenosti bodo stopnje obratovalne energetske optimalno v skladu z dovoljenim izkoriščanjem izkoristljivih prostornin akumulacij in razpoložljivim pretokom.

Za proizvodnjo v derivacijskih stopnjah se sme odvzemati vodo le, ko je naravni pretok v strugi v območju derivacije večji od ekološko sprejemljivega pretoka (Qes). V primerih, ko pretok v strugi v območju derivacije pade pod Qes, mora biti odvzem vode prekinjen.

4.2.2 Evakuacija visokih voda in varstvo pred škodljivim delovanjem voda

Iz vidika evakuacije visokih voda in varstva pred škodljivim delovanjem voda morajo biti uporabljene tehnične rešitve in ukrepi s katerimi bodo ustrezno odpravljene vse negativne posledice, ki nastopajo zaradi spremenjenih pogojev povzročenih z izgradnjo hidroelektrarn na odseku srednje Save.

Za namen iz prejšnjega odstavka morajo biti izdelane ustrezne raziskave, analize, študije, ki bodo podlaga za:

- prikaz obstoječega stanja prevoda visokih voda na obravnavanem območju Save, kot tudi v delih pritokov, ki so pod vplivom spremenjenega režima Save zaradi verige hidroelektrarn,
- prikaz obstoječega stanja korita na obravnavanem odseku Save, kot tudi delov pritokov, ki so pod vplivom spremenjenega režima srednje Save zaradi verige hidroelektrarn,
- ugotovitev bodočega stanja prevoda visokih voda Save in pritokov na vplivnem območju hidroelektrarn na srednji Savi v spremenjenemu vodnemu režimu,
- ugotovitev bodočega stanja in prilagoditev zavarovanj korita Save in pritokov na vplivnem območju hidroelektrarn na srednji Savi v spremenjenemu vodnemu režimu,
- ureditev odvodnje vseh zalednih voda iz vseh območij (ruralnih in urbanih), ki so kakorkoli pod vplivom zaježitev hidroelektrarn na srednji Savi,
- ureditev izlivnih odsekov vseh pritokov reke Save na način, da zaježitve ne bodo škodljivo vplivale na režim odtoka visokih voda pritokov in na režim odtoka visokih voda Save. Pri tem je treba upoštevati ugotovljeno stanje v porečjih posameznih pritokov zlasti v pogledu pričakovanega sproščanja plavin/plavja in njegovega odlaganja na izlivnih odsekih.

V investicije hidroelektrarn morajo biti vključeni stroški za raziskave, analize, študije za ureditve odvodnje zalednih voda, za ureditve izlivnih odsekov pritokov Save, za povečan obseg vzdrževalnih del v porečjih pritokov in za morebitne nujne predelave drugih infrastrukturnih objektov, zaradi nemotene evakuacije visokih voda in varstva pred škodljivim delovanjem voda.

4.2.3 Vplivi na transport rinjenih in lebdečih plavin ter plavja

Izdelati je treba ustrezne študije, raziskave in analize, ki bodo podlaga za:

- ugotovitev stanja, procesov in za izdelavo tehničnih rešitev povezanih s transportom rinjenih in lebdečih plavin ter plavja v spremenjenih razmerah,
- ugotovitev pričakovanih in dejanskih sprememb transporta rinjenih in lebdečih plavin ter plavja,
- izdelavo tehničnih rešitev za neškodljivo odstranjevanje usedlin, za njihovo možno uporabo ali za njihovo neškodljivo deponiranje na ustreznih lokacijah. Zaproditve oziroma usedline, ki bodo nastale v reki Savi in stranskih pritokih, kot posledica gradnje in obratovanja novo predvidenih elektrarn bo moral koncesionar ustrezno odstranjevati, da bo ohranjena predvidena akumulacijska sposobnost bazenov in da bodo ohranjene predvidene odtočne razmere v reki Savi in pritokih ter da ne bodo projektirani nivoji zajeznih gladin nikoli prekoračeni,
- plavje, ki se nabira na jezu in na rešetkah, mora koncesionar izveči iz vode in ga deponirati na ustrezni deponiji,
- vzpostavitev ustreznega sistema kontrole odlaganja plavja, kot tudi erozijskih procesov vezanih na spremenjene pogoje transporta plavja.

4.2.4 Vpliv na podzemne vode

Izdelati je treba ustrezne študije, raziskave in analize, ki bodo podlaga za:

- ugotovitev obstoječega stanja podzemnih voda na vplivnem območju zajezev tako v pogledu gladinskega stanja, pretočnih količin, dinamike pretokov in kakovosti,
- izdelavo ustreznih tehničnih rešitev in ukrepov (tesnitev nasipov in temeljnih tal pod nasipi, izvedba drenažnih sistemov, bogatenje podzemne vode, preprečevanje zablatenja vodonosnih plasti in drugo), ki bodo omejili do preprečili nezaželene in škodljive vplive na podzemne vode oziroma bodo zagotovili optimalnejše razmere stanja podzemnih voda za ostale interesente (vodooskrba – pitna voda, industrijska – tehnološka voda, voda za namakanje),
- vzpostavitev ustreznega sistema opazovanja in spremljanja stanja nivojev, količine in kakovosti podzemnih vod v sodelovanju s pooblaščenimi distributerji pitne in tehnološke vode.

4.2.5 Zavarovanje brežin v akumulacijskih bazenih

Zavarovanja brežin reke Save in pritokov na vplivnem območju zajezev je treba zgraditi z uporabo sonaravnih ureditev upošteva okoljevarstvene pogoje in sodobna načela vodnogospodarske stroke. To velja tako za naravne brežine kot tudi za novo vzpostavljene brežine in brežine novo predvidenih nasipov. Vse te zgradbe morajo biti zgrajene z ustrezno stopnjo varnosti, strokovno in kar najbolj skrbno glede na njihov zaščitni pomen na varovanje in zaščito življenj, naselij, prometnic in ostalih infrastrukturnih objektov ter zemljišč.

Za nadzor stabilnosti nasipov bazenov akumulacij in ostalih konstrukcij je treba vzpostaviti ustrezni sistem kontrole in meritev.

Na območju poglobitev spodnjih vod morajo biti brežine skrbno oblikovane, prilagojene rečni krajini in ustrezno zavarovane. Treba je varovati obrežno zarast in jo po potrebi dosajevati.

4.2.6 Vodni režim v času gradnje

Predvideti je treba take načine gradnje in tako izvedbo gradbišč, da zaradi gradbišča v času gradnje ne bo prišlo do poslabšanja vodnega režima na vplivnem območju Save.

4.2.7 Obstoječe vodne pravice

Koncesionar mora upoštevati in spoštovati vse obstoječe vodne pravice za rabo in uporabo vode in vodnih zemljišč oziroma omogočiti splošno rabo vode na območju koncesije.

Koncesionar mora zagotoviti ukrepe za nespremenjeno izvajanje pravice do gospodarskega izkoriščanja vode Save drugih obstoječih uporabnikov.

Koncesionar bo od pristojnih republiških ustanov, na podlagi izdanih vodnogospodarskih smernic oz. mnenj, evidentiral subjekte, ki so v upravnem postopku sprožili zahtevo na pridobitev vodnih pravic na območju koncesije na srednji Savi in ob njenem naravnem vplivnem območju, to je od HE Medvode do HE Suhadol.

Obstoječe vodne pravice na srednji Savi so (po evidenci Vodne knjige RS):

Št.	Koncesionar	vodni vir -lokacija	Pravna podlaga / Uredba ali zakon Ur.l. RS, št.	odločba Vlade RS št. z dne	št. koncesijs ke pogodbe št. z dne
1.	MALE HIDROELEKTRARNE ELEKTRO LJUBLJANA, d.o.o., Slovenska cesta 56, 1000 Ljubljana	Sava - Brod	Uredba o koncesijah za gospodarsko izkoriščanje.za proizvodnjo električne energije (Ur.l. RS, št. 67/03)	329-03/ 2001-15 11.12.2003	-
2.	PGM Hotič, d.o.o., Zg. Hotič 21, 1270 Litija	Sava - Zg. Hotič	Uredba Vlade RS	-	354 02 - 56/2002
3.	TET Trbovlje				

4.2.8 Bodoča raba in uporaba vode pritokov in vodnih zemljišč

Koncesionar mora sprejeti obvezo, da bo spoštoval prednost pri izkoriščanju in rabi vode pritokov Save, vode iz korita Save in iz zaježitvenih bazenov vseh sedanjih nosilcev vodnih pravic, kot tudi bodočih, s koncesijo podeljenih dobrin.

4.2.9 Vpliv na kakovost vode

V nadaljnjih projektnih obdelavah bo opredeljen obseg ustreznih študij, analiz in raziskav, ki bodo podlaga za določitev in izvedbo ustreznih ukrepov za preprečitev in odpravo škodljivih vplivov na kakovost vode na obravnavanem odseku, ki lahko nastanejo zaradi gradnje in obratovanja HE na srednji Savi. Pri tem je treba:

- upoštevati vpliv spremembe vodnega režima na kakovost vode zaradi izgradnje in obratovanja verige,
- spremljati kakovost vode in sedimentov v zaježitvah po ustreznem strokovnem programu.

Kolikor bi se zaradi obratovanja hidroelektrarn poslabšala kakovost vode (v fizikalnem, kemijskem in biološkem pogledu) preko dopustnih vrednosti, bo treba prilagoditi režim obratovanja oziroma uvesti ustrezne ukrepe, ki bodo omogočili zmanjšanje negativnih vplivov na dopustno mejo.

4.3 POGOJI POVEZANI Z RABO PROSTORA IN VARSTVOM DOBRIN

4.3.1 Ohranjanje oziroma izboljšanje razmer na zemljiščih

Vsi predvideni posegi v prostor morajo biti načrtovani in izvedeni tako, da bodo ohranjene obstoječe razmere na zemljiščih, na kmetijskih zemljiščih pa po možnosti tudi izboljšane obstoječe razmere.

4.3.2 Nadomestitev odstranjenih objektov in naprav zaradi energetske izrabe Save

V skladu s pogoji iz lokacijskih načrtov bo treba bodisi zgraditi, bodisi izvršiti ustrezne prestavitve, rekonstrukcije, nadomestitve ali odkupe stalno zasedenih zemljišč, objektov in naprav državne ter lokalne infrastrukture, stanovanjskih in grajenih objektov.

Vse prometnice in infrastrukturne objekte, ki bodo v času gradnje kakorkoli prizadeti, je z vzdrževanjem treba ohranjati v enakem stanju in jih po koncu gradnje vzpostaviti v enako ali boljše stanje.

4.3.3 Upoštevanje urbanističnih, arhitektonskih in krajinskih značilnosti in načel sonaravnega urejanja pri oblikovanju objektov, naprav in drugih ureditev

Pri izgradnji pregradnega objekta, strojnice, jezov in ostalih objektov, naprav in drugih ureditev je treba upoštevati krajinske značilnosti in načela sonaravnega urejanja za zgraditev okolju prijaznih objektov.

Pri vseh predvidenih stopnjah bo upoštevano:

- zatravljen in zasajen z ustreznimi grmovnicami in drevjem bo zaledna stran nasipov, začasno degradirane površine, ki so posledica gradnje, okolica jezovne zgradbe, prizadete brežine Save in pritokov, pasovi kjer se zajezev v bazenu približa cestam in železnici in pas ob drenažnih jarkih na zaledni strani nasipov,
- nasipi bodo urejeni za vzdrževanje z mehanizacijo,
- izven območij gradenj bodo brežine ostale v čimbolj naravnem stanju,
- del brežin bo ohranjen/oblikovan s plitvinami za ohranjanje in razvoj ekosistemov,
- v območju gradenj bo prst odstranjena in začasno deponirana tako, da se bo ohranila njena kvaliteta in količina do ponovne vgradnje,
- pravočasno bo zagotovljen ustrezeni sadilni material za ozelenitev,
- vzdrževani bodo energetski nasipi, brežine in vegetacija ob akumulacijskih bazenih,
- linija in prečni profil nasipov bazenov bodo prilagojeni krajinskim razmeram.

4.3.4 Javni dostop do vode in prehodnost jezovnih zgradb

Objekti bodo zgrajeni tako, da bo:

- omogočena javna prehodnost jezovne zgradbe, kjer bo to utemeljeno,
- omogočen javni dostop do jezovne zgradbe na razgledno ploščad.

4.3.5 Zagotovitev rekreacijske rabe vode in zemljišč v območju zajezev

Ob upoštevanju varnosti uporabnikov in funkcionalnih omejitev bo:

- omogočena možnost izvedbe rekreacijskih prostorov in poti,
- omogočen razvoj vodnih in obvodnih športnih aktivnosti,
- koncesionar lahko ponudi izvedbo športno rekreacijskega programa.

4.3.6 Zagotovitev ohranjanja biološke raznovrstnosti in avtohtonosti habitatov ter biološkega ravnotežja

Izdelati je treba ustrezne študije, raziskave in analize, ki bodo v smislu ohranjanja biološke raznovrstnosti in varstva avtohtonosti habitatov ter biološkega ravnotežja tam, kjer je to mogoče in dolgoročno stabilno, podlaga za:

- ugotovitev obstoječega stanja vodnih zemljišč in obvodnega sveta,
- zagotovitev pogojev za obstoj in razvoj vodnih organizmov ter obvodnih živali in ptic: oblikovanje in ureditev zatokov, ribjih stez, kanalov in dristišč, bivališč živali in gnezdišč ptic po načelih sonaravnega urejanja,
- omogočen dostop do vode in izstop živalim iz vode z gradnjo nasipov v primernem naklonu in z ustrezno urejenim pasom neposredno ob vodi, kjer bo to utemeljeno,
- morebitno izvedbo dodatne sonaravne ureditve, zasaditve z avtohtono vegetacijo ali njeno ohranitev, kar bo ustrezno strokovno opredeljeno.

Pri tem mora biti zagotovljena(o):

- zaščita vodne favne pred izlivom škodljivih snovi v času gradnje - vključno z izcejanjem cementnega mleka pri betonskih delih,
- izvajanje ribiškega gojitvenega načrta za gospodarjenje z ribjim življenjem v bazenih,
- izvedba objektov in naprav tako, da bo omogočena migracija vodnih živali,
- pomoč prizadeti ribiški družini pri organizaciji reševanja rib iz mrtvic, ki bi nastale v času gradnje hidroelektrarn.

4.3.7 Posebno varstveno območje (območje Natura 2000)

Na odseku reke Save, med pregrado hidroelektrarne Medvode in cestnim mostom preko Save v Črnučah, je vzpostavljeno posebno varstveno območje (območje Natura 2000). Območje sovпада z vplivnim območjem derivacijske hidroelektrarne Ježica.

4.3.8 Zagotovitev ohranjanja in varovanja naravnih vrednot

Za zagotovitev ohranjanja in varovanja naravnih vrednot v največji možni meri, če je ta na območju koncesije, je treba:

- upoštevati redkost, ogroženost, značilnost naravne vrednote, s poudarkom na ekološkem in krajinskem pomenu,
- zagotoviti takšno izvajanje del, da ne bo fizično uničen ali spremenjen vodni režim na obali v območju, kjer bo obvezno zavarovati rastišče ogrožene rastlinske vrste,
- fotografsko dokumentirati objekte naravnih vrednot pred začetkom gradnje.

4.3.9 Zagotovitev ohranjanja in varovanja kulturne dediščine

Za zagotovitev ohranjanja in varovanja kulturne dediščine v največji možni meri, če je ta na območju koncesije, je treba:

- upoštevati redkost, ogroženost, značilnost kulturne dediščine, s poudarkom na kulturnem, ekološkem in krajinsko estetskem pomenu,
- zagotoviti takšno izvajanje del, da ne bo fizično uničen kulturni spomenik,
- fotografsko dokumentirati objekte kulturne dediščine pred začetkom gradnje.

4.4 POGOJI POVEZANI S SOCIALNIMI VPLIVI

4.4.1 Zagotovitev varnosti prebivalcev in njihovega premoženja

Za zmanjšanje stopnje tveganja in ogroženosti dolvodnih območij pri obratovanju vsake posamezne hidroelektrarne in verige hidroelektrarn na srednji Savi v celoti je treba izdelati ustrezne študije, analize in raziskave, ki bodo podlaga za določitev in izvedbo ustreznih rešitev in ukrepov s katerimi bo zagotovljeno varstvo prebivalcev in njihovega premoženja, če bi bili le-ti ogroženi zaradi posledic energetske rabe vode.

Za zavarovanje prebivalcev, zemljišč, objektov, naprav in drugih dobrin pred škodljivimi posledicami delovanja hidroelektrarn bo treba:

- analizirati posledice možne porušitve pregrade oz. več pregrad v nizu ter predvideti ustrezne ukrepe v skladu z veljavnimi predpisi,
- analizirati posledice eventualno možnih okvar ali napak pri obratovanju in upravljanju z zapornicami na pretočnih poljih ter predvideti ustrezne ukrepe,
- analizirati posledice nastopa ekstremno visokih voda, ki presegajo verjetnost nastopa tisočletne visoke vode Q_{1000} ter predvideti ustrezne ukrepe,
- izdelati naslednje sisteme obratovalnih monitoringov:
 - o za spremljanje vodostajev in pretokov reke Save,
 - o prognostični model obratovanja s katerim bo usmerjano in vodeno obratovanje v odvisnosti od razprostranjenosti in intenzitete padavin na vplivnem padavinskem območju porečja Save, ter pretokov Save in pritokov,
 - o za ugotavljanje ogroženosti varnega obratovanja verige hidroelektrarn v primerih ekoloških nesreč, ali drugih vzrokov za nenadne spremembe kakovosti reke Save:
 - z opredelitvijo vrste in načina učinkovanja možnih dogodkov, ki vplivajo na varnost obratovanja hidroelektrarn,
 - z določitvijo tehničnih rešitev preventivnih varstvenih objektov in naprav.
- za čas poskusnega obratovanja mora biti izdelan tudi predlog monitoringa, nadzora in ostalih preventivnih ukrepov, ki naj zagotovijo zmanjšanje tveganja v tem času in zagotovijo pogoje za pravočasno intervencijo v primerih nepredvidenih dogodkov,
- določiti način izvajanja gradbenih in drugih del v času gradnje objektov in ob poskusnem obratovanju, da se zavaruje vodni režim in vplivno območje reke Save med samo gradnjo in v času poskusnega obratovanja,

- v času gradnje zagotoviti, da izven gradbišča ne bodo prekoračeni predpisani nivoji hrupa, oziroma predvideti povračila v primeru prekoračitev,
- v okolici jezovnih zgradb izvesti aktivne protihrupne ukrepe za trajno zaščito stanovanjskega okolja pred prekomernim hrupom.

4.4.2 Zagotovitev nadomestil ali odškodnin prebivalcem

Zagotovljeno bo:

- odkup vseh stalno zasadenih zemljišč,
- najem vseh začasno zasadenih zemljišč, ki bodo po končani gradnji vzpostavljena v prvotno ali kvalitetnejše stanje, pri tem pa bodo upoštevane rešitve iz lokacijskih načrtov za posamezne hidroelektrarne,
- izgradnja nadomestnih objektov,
- prometni režim bo prilagojen lokalnim običajem. Med 22. in 6. uro se ne bodo opravljale aktivnosti na gradbišču, ki bi povzročale hrup nad dovoljenimi vrednostmi,
- gradnja bo organizirana tako, da bo v najmanjši meri negativno vplivala na okolico.

5 VKLJUČEVANJE HIDROELEKTRARN V ELEKTRO ENERGETSKI SISTEM SLOVENIJE

5.1 Elektroenergetski pogoji za graditev in vključevanje hidroelektrarn na srednji Savi v elektroenergetski sistem Slovenije

Hidroelektrarne na srednji Savi morajo zagotoviti ustrezno velikost regulacijske moči (+/- [MW]) za sekundarno regulacijo. Usposobljene morajo biti tudi za primarno regulacijo.

Hidroelektrarne na srednji Savi so projektirane na naslednje instalirane pretoke (informativno):

- 250 m³/s za hidroelektrarno Ježica,
- 260 m³/s za hidroelektrarni Šentjakob in Zalog in
- 400 m³/s za hidroelektrarne Jevnica, Kresnice, Ponoviče, Renke, Trbovlje in Suhadol.

Hidroelektrarne na srednji Savi je treba vključiti v EES tako, da se jih načelno vzanka v obstoječe prenosno 110 kV omrežje ali v nekaterih primerih z radialnim priključkom v obstoječe RTP. Priključni daljnovodi (DV) ali kablovodi se bodo predvidoma vzankali v naslednje DV:

HE JEŽICA	v DV 110 kV, Črnuče – Kleče,
HE ŠENTJAKOB	v DV 110 kV, Beričevo – Polje,
HE ZALOG	v DV 110 kV, Beričevo – Grosuplje,
HE JEVNICA	v DV 110 kV, Beričevo – Litija – Trbovlje (novo predviden DV 2 x 110 kV),
HE KRESNICE	v DV 110 kV, Beričevo – Litija – Trbovlje,
HE PONOVIČE	v DV 110 kV, Beričevo – Litija – Trbovlje,
HE RENKE	v DV 110 kV, Beričevo – Litija – Trbovlje,
HE TRBOVLJE	v DV 110 kV, Trbovlje – Sevnica – Brestanica,
HE SUHADOL	v DV 110 kV, Trbovlje – Sevnica – Brestanica.

Analizirati in oceniti je treba možnost in smotnost radialnih priključkov za HE Ježica v obstoječo RTP Črnuče 110 kV, HE Zalog v RTP Beričevo in HE Trbovlje v RTP TE Trbovlje.

Priključni DV morajo biti dimenzionirani po enakih kriterijih kot velja za DV v katere se ti vključujejo.

Izdelati je treba študijo vključitve novih hidroelektrarn na predviden način v EES (pretoki, kratki stiki, stabilnost).

Pri izdelavi investicijske in tehnične dokumentacije je treba upoštevati tudi druge detaljnije zahteve in kriterije zaščite, meritev, vodenja EES-a ter tehničnih in obratovalnih navodil.

6 PRIKAZ MOŽNEGA NAČINA ENERGETSKE IZRABE VODNEGA POTENCIALA SREDNJE SAVE

6.1 Uvod

V tem poglavju je podan splošen opis predvidenih hidroenergetskih stopenj na Srednji Savi. Za spodnji del odseka Save od pritokov Kamniške Bistrice in Ljubljane je pretežno povzet po projektu IBE iz leta 1979, »Energetska izraba Save od Medvod do Mokric«, za gorvodni odsek pa po elaboratu Urbanističnega inštituta Slovenije s sodelujočimi organizacijami iz leta 1988, »Študija o možnostih in pogojih izgradnje hidroenergetskih in vodnogospodarskih objektov na Savi v Ljubljani ..., I. faza, zaključno poročilo (sinteza)«.

Podatki iz študij so zaradi časovne odmaknjenosti informativni in jih bo treba na novo ovrednotiti in dopolniti v nadaljnjih strokovnih proučitvah.

Nekateri parametri iz citiranih študij so za posamezne hidroelektrarne spremenjeni, glede na nova spoznanja in novejša usmeritve.

6.2 HE Ježica

HE Ježica je zasnovana kot derivacijska hidroelektrarna, s pregradnim objektom v bližini Vikrč gorvodno od Tacna, dovodnim rovom, vodostanom, tlačnim rovom in strojnico pri Ježici.

V pregradnega profila so bile izvrtane vrtime v okviru hidrogeoloških raziskav za izvedbo drenažnega zajetja na desnem bregu Save. Po podatkih teh vrtin je na bregovih okrog 5 m prodnih naplavin, v strugi Save pa manj.

Temeljenje pregradnega objekta je predvideno na nepreprelem permokarbonskem glinastem skrilavcu in peščenjaku, ki leži pod prodnimi naplavinami. Izkop gradbene jame bo predvidoma mogoč v suhem, po zatesnitvi prodne plasti. V kolikor bodo raziskave pokazale razpokanost in prepustnost vrhnje cona skrilavca in peščenjaka, jo bo treba zatesniti.

Obe prodni terasi na bokih pregrade bo treba bodisi zatesniti bodisi izvesti drenažna kanala.

V dolvodnem delu bo bazen obdan z nasipi na bregovih. Predvidoma bo treba nasipe in prod pod nasipi zatesniti in izvršiti ukrepe za znižanje podzemne vode v zaledju.

Od pregrade Vikrče do vodostana pri Ježici je predviden dovodni rov v smeri zahod-vzhod. Vkopan in temeljen bo povečini na prodne naplavine, delno pa na skrilavce. Zaradi različne stisljivosti proda in skrilavca je pričakovati male razlike v posedkih, kar bo zahtevalo ustrezno izbiro materialov in tehnologijo izvedbe.

V odseku Save, kjer je trasa rova oddaljena stran od struge, se je struga Save tekom desetletij poglobila do trdne nepropustne podlage. Degradacija dna struge je posledica prekinitev transporta savskega proda s hidroelektrarno Medvode. Zaradi poglobitve se je znižala tudi gladina Save, s tem pa se je zmanjšala izdatnost napajanja podzemne vode. Kolikor bodo bodoče študije in raziskovalna dela pokazala ugoden učinek, bo mogoče iz dovodnega rova gravitacijsko bogatiti podzemno vodo v ponikovalnih poljih na savski terasi.

Od vodostana, ki je lociran gorvodno od Črnuč, vodi tlačni rov do strojnice HE Ježica, ki je predvidena dolvodno od črnuških mostov čez Savo. Temeljenje je predvideno na nepreprelem glinastem skrilavcu in peščenjaku. Kolikor bodo nadaljnje raziskave pokazale, da je skrilavec oziroma peščenjak močno tektonsko razpokan in prepusten, ga bo treba zatesniti, v nasprotnem primeru je pričakovati izpiranje temeljnih tal, kar bi lahko pri obratovanju povzročilo poškodbe zgradbe.

6.3 HE Šentjakob

HE Šentjakob je predvidena kot rečna hidroelektrarna. Pregradni objekt je predviden v strugi Save gorvodno od regionalnega cestnega mostu čez Savo pri Šentjakobu. V inženirsko geološkem in hidrogeološkem smislu profil še ni bil podrobneje raziskan. V kolikor bodo rezultati sondažnih geoloških raziskav pokazali, da se permokarbonska podlaga nahaja na primerni globini za izvedbo temeljenja objektov, je ta lokacija primernejša od sicer v pogledu tesnjenja nesporno potencialne lokacije dolvodno od avtocestnega mostu čez Savo. Izvedba pregradnega objekta je možna tudi dolvodno od avtocestnega mostu, če se potrdi tako neugodna geološka sestava temeljnih tal na gorvodni lokaciji, da bi bila izvedba močno otežena in predraga. Ob načrtovanju avtocestnega mostu je bilo že doseženo, da izvedba avtocestnega mostu ne omejuje

izgradnje HE Šentjakob s koto zaježitve 279.0 m n.m. tudi dolvodno od avtocestnega mostu. Ob dolvodni lokaciji pa bo ogrožena obstoječa regionalna cesta in zaradi prenizke mostne konstrukcije, most čez Savo, ki ga bo v tem primeru treba dvigniti.

Akumulacijski bazen zajema strugo in deloma nizko savsko prodno teraso na levem bregu Save. Nasipi bodo zgrajeni na produ. Zaradi velike prepustnosti prodnih naplavin bo treba vodne izgube iz bazena zelo zmanjšati, tudi zaradi nevarnosti izpiranje drobnih frakcij iz prodnih temeljnih tal pod nasipi. Tesnitev prodnih naplavin s tesnilno steno do neprepustne podlage povečini ni možna, ker leži le-ta globoko pod površino, možna pa bo površinska tesnitev dna bazena.

Območje med Tomačevim in Šmartnim je glavno infiltracijsko območje podzemne vode iz katerega se napaja vodarna v Hrastju. Zaradi tesnjenja bazena bo primanjkljaj vode treba nadomestiti z ustreznimi ukrepi tako, da izdatnost vodnjakov ne bo zmanjšana.

6.4 HE Zalog

HE Zalog bo rečna hidroelektrarna. Pregradni objekt je predviden v strugi Save in deloma na nizki prodni terasi na desnem bregu Save gorvodno od pritokov Kamniške Bistrice in Ljubljane. Območje pregradnega objekta doslej še ni bilo geološko raziskano.

Akumulacijski bazen zajema v osrednjem in dolvodnem delu nizko savsko teraso. V tem delu so na obeh straneh akumulacijskega bazena predvideni bočni nasipi. V gorvodnem delu je bazen pretežno v mejah sedanje struge.

Na površini terase je povečini razvita plast melja in peska na katero bo mogoče postaviti nasipe, obenem pa bo plast površinska tesnilna preproga v bazenu. S tem bo zmanjšano precejanje vode iz bazena, kar bo vplivalo na manjši obseg tesnilnih del.

Na zunanji strani nasipov je predviden drenažni kanal za precejne vode iz bazena. Dokončen način tesnitve bazena bo mogoče določiti šele po izvršenih vseh nujnih raziskavah.

Kolikor se bo bazen v času obratovanja zablatil in se bo precejanje vode iz bazena zmanjšalo, bo treba s tehničnimi ukrepi preprečiti padec gladine podzemne vode na vplivnem območju.

6.5 HE Jevnica

Pregradni objekt HE Jevnica je predviden v strugi Save pri vasi Senožeti pri Jevnici. Bregova in struga Save sestavljajo prodne naplavine. Njihova debelina ni znana.

Temeljenje pregradnega objekta je predvideno na nepreperem glinastem skrilavcu in peščenjaku. Po odkopu gramoznega materiala in ustreznem tesnjenju območja gradbene jame, bo mogoč izkop skrilavca in peščenjaka z mehanizacijo na suhem. Kolikor bodo nadaljnje raziskave pokazale močno tektonsko razpokanost in prepustnost skrilavca, oziroma peščenjaka, ju bo treba zatesniti, da bo preprečeno izpiranje in posedanje temeljnih tal in objekta med obratovanjem elektrarne. Prav tako bo treba pri nadaljnjem projektiranju preučiti varnost objekta na zdrs v temeljnih tleh pod zgradbo zaradi možnih vložkov glin med glinastim skrilavcem.

Na levem bregu se nahaja na območju med Dolom in Dolskim nizka prodna terasa, ki je delno nižja od zaježitve. Za zavarovanje terase pred preplavljanjem, oziroma dvigom podzemne vode, je predvidena izgradnja bočnih nasipov in drenažnih kanalov na zaledni strani nasipov. V drenažni kanal je speljana tudi Mlinščica ter hudourniki iz gričevja severno od Dola in Dolskega. Drenažni kanal v sifonu prečka bazen vzhodno od Dolskega in se izliva v desnoobrežni drenažni kanal.

Na levem bregu bo v območju akumulacijskega bazena ogrožen odsek ceste Ljubljana – Litija. Na desnem bregu sega zaježitev v gorvodnem delu do vznožja hribovja, oziroma do ceste Zalog – Litija. V dolvodnem delu je bazen odmaknjen od prometnic in železnice.

Po doslej znanih podatkih je gladina podzemne vode na nizki terasi pri nizkem vodnem stanju pod površino terena. Pri visokem vodnem stanju pa se dvigne nad nivo terena, zato je že sedaj predvideno nasipanje terase, da bi bila tla dvignjena nad nivo podzemne vode. Vsak dvig podzemne vode bo povzročil dodatne težave, zato bo treba izvršiti podrobne hidrogeološke raziskave in preučiti vse posledice zaježitve na podzemno vodo pri različnih hidroloških situacijah in pri različnem stanju zablajanja akumulacijskega bazena.

6.6 HE Kresnice

Pregradni objekt HE Kresnice je predviden v strugi Save, gorvodno od cestnega mostu preko Save v Kresnicah. Strugo in bregova Save sestavljajo prodne naplavine neznane debeline.

Po oceni bo mogoče pregradni objekt temeljiti na nepreperel karbonski glinast skrilavec in peščenjak. Izkop gradbene jame bo mogoč z mehanizacijo s predhodno izvedbo tesnilne stene skozi prodno plast do neprepustne podlage. Po izkopu voda in izčrpanju vode bo mogoče izvršiti izkop skrilavca in peščenjaka v suhem. Če bodo nadaljnje raziskave pokazale, da sta skrilavec in peščenjak močno tektonsko razpokana in prepustna, ju bo treba dodatno zatesniti, sicer je pričakovati izpiranje razpok, kar bi lahko med obratovanjem povzročilo poškodbe na zgradbi.

Zatesniti bo treba obe prodni terasi na bokih jezusa in strojnice. Na levem boku naj bi segala do zasavske ceste, na desnem boku pa bi potekala vzdolž bočnega nasipa ter nato do železniške proge, kjer se neprepustne plasti dvignejo nad koto zaježitve. Na levem bregu sega zaježitev do zasavske ceste, na desnem bregu pa do železniške proge Ljubljana – Zidani most, ki jo bo treba delno zavarovati pred izpiranjem.

Na obeh bregovih bo verjetno treba na posameznih odsekih izvesti zavarovalna dela za povečanje stabilnosti brežin pod cesto in železnico, ki ju ogroža nihanje vodne gladine v bazenu. Na odseku na desnem bregu, kjer se bazen približa železnici bo ta zaščiten s posebnim nasipom. V nadaljnji fazi projektiranja bo treba podrobno geološko in geomehansko raziskati oba bregova, da bo mogoče predvideti ustrezne zavarovalne ukrepe.

6.7 HE Ponoviče

Hidroelektrarna Ponoviče je zasnovana kot derivacijska, s pregradnim objektom v strugi Save v bližini gradu Pogonik, dovodnim rovom, strojnico pri Ponovičah in odvodnim kanalom.

Pregradni objekt se na levem boku naslanja na strma pobočja hriba Mesarjevca, ki ga sestavlja karbonski glinast skrilavec in peščenjak. Strugo in desni bok sestavljajo savske prodne naplavine. Njihova debelina ni znana. Ocenjeno je, da bo mogoče jez temeljiti na nepreperel karbonski glinast skrilavec in peščenjak. V nadaljnji fazi projektiranja bo treba podrobno geološko in geomehansko raziskati tudi oba bregova. Posebno pozornost bo treba posvetiti proučitvi stabilnosti in zavarovanju levega strmega pobočja, tako med gradnjo kot za čas obratovanja.

Za izkop gradbene jame, temeljenje pregradnega objekta ter za tesnilna dela veljajo enake ugotovitve, kot so navedene za gorvodne hidroelektrarne.

Bazen sega do Kresnic. V gorvodnem delu bo zaježena voda v območju struge, v dolvodnem pa bo bazen razširjen do vznožja hribov.

Na levem bregu bo zaježitev dosegla vznožje dokaj strmih pobočij hriba Konja in rob visoke savske terase pod Hotičem. Pobočja Konja so zgrajena iz karbonskih skrilavcev in peščenjakov, ki so prekriti z glinasto preperino, ki lahko začne drseti po podlagi. Pri Spodnjem Hotiču in pod Konjem bo zaježitev nad niveleto sedanje zasavske ceste in bo cesto treba prestaviti.

Na desnem bregu bo segala zaježitev do vznožja Pogonika in do roba visoke savske terase, ki se razprostira med Kresnicami in Pogonikom. Pri Pogoniku se zaježitev približa železniški progi Ljubljana – Zidani most, ki poteka ob vznožju hriba. Hrib je zgrajen iz karbonskih glinastih skrilavcev in peščenjakov, ki so prekriti z glinasto preperino. Zaradi nevarnosti plazjenja preperine po podlagi, bo treba razmere raziskati in predvideti ustrezne ukrepe.

Iz akumulacijskega bazena vodi dovodni rov do strojnice v Ponovičah. Preusmeritev toka Save skozi rov bo povzročilo zmanjšanje pretoka in vodostaja v savski strugi skozi Litijo. Z ustreznimi tehničnimi ukrepi bo treba preprečiti poslabšanje izdatnosti in kakovosti podzemne vode v vplivnem območju črpališča za Litijo tudi v primeru zablatenja savske struge.

Strojnica HE Ponoviče je predvidena pod gradom Ponoviče na savski terasi, ki jo sestavlja zgoraj nekaj metrov debela plast peska, pod njim pa plast rečnega proda neznane debeline. Temeljenje strojnice bo podobno temeljenju pregradnih objektov gorvodnih stopenj. Posebno pozornost bo treba posvetiti stabilnosti strmega pobočja in zavarovanju levega boka strojnice.

Iz strojnice vodi po savski terasi odvodni kanal, do savske struge. Možno je, da bo dno kanala delno zakopano v karbonski skrilavec in peščenjak, delno pa v triadni dolomit.

Ustrezen način izkopov, zavarovanj, načinov temeljenja objektov in drugih del bo mogoče podati šele, ko bodo izvršena vsa nujna raziskovalna dela.

6.8 HE Renke

Pregradni profil HE Renke je dolvodno od vasi Renke. Do leta 1971 je bil raziskan z 8 vrtinami. Izvršeno je bilo tudi podrobno geološko kartiranje širšega območja pregradnega mesta. V strugi Save ni bilo vrtin. Iz podatkov vrtin in geološkega kartiranja je razvidno, da sestavlja desni breg pregradnega profila terasa, ki jo sestavlja plast proda, grušča in peska, levi breg pa pobočno melišče, ki ga sestavlja plast grušča in savskega proda. Pod njimi je dolomitna podlaga. Dolomit je delno močno razpokan in močno prepusten, posebno na stiku s prodnimi naplavinami. Pogoji temeljenja pregradnega objekta v predvidenem profilu so predvidoma ugodni, sodeč po doslej znanih podatkih.

Obseg tesnilnih del in način tesnitve bo znan šele, ko bodo izvršena ustrezna raziskovalna dela.

Bazen HE Renke sega do Ponovič. Večji del bazena je v dolomitu, ki je delno prekrit s plastjo grušča. Nad izlivom potoka Pasjek in na nasprotni strani Save pri izlivu potoka Mošenik ter pod vasjo Renke pa sestavlja bregove Save karbonski glinast skrilavec. Ta je povečini prekrit z dolomitnim gruščem, ki lahko po potopitvi doline začne drseti po podlagi, kar bo treba podrobneje preučiti in predvideti morebitne sanacijske ukrepe. Vsekakor bo treba v nadaljnjih projektiranih podrobno geološko preiskati stabilnost obeh bregov bazena, kajti tod potekata dve važni prometni poti, železnica Ljubljana-Zidani most in zasavska cesta.

Po zaježitvi ni pričakovati vodnih izgub iz bazena. Proces skrasevanja v mlajši geološki preteklosti je zaostal za hitrim vrezovanjem Save, zato so intenzivneje skrasela, oziroma kavernožna le dolomitna pobočja nad višino železnice oziroma ceste.

6.9 HE Trbovlje

Pregradni objekt HE Trbovlje leži gorvodno od cestnega mostu čez Savo v Trbovljah, gorvodno od Mitovškega slapa. Pri preglednem geološkem raziskovanju leta 1959 je bilo ugotovljeno, da je savska struga v predvidenem pregradnem profilu v celoti vrezana v dolomit. V strugi in v spodnjih delih pobočij leži na dolomitni podlagi tanjša plast grušča, oziroma rečnega proda. Med gruščem je pričakovati tudi večje samice, ki so jih hudourniki nanесли iz strmih grap na obeh pobočjih.

Pregradni objekt bo mogoče temeljiti na dolomitno podlago, ki leži v mali globini pod površino, oziroma pod dnom struge. Dolomit predstavlja dobra temeljna tla in ni pričakovati problemov pri temeljenju. Obseg in način tesnilnih del bo znan šele, ko bodo izvršene ustrezne raziskave.

Akumulacijski bazen HE Trbovlje sega do pregrade v Renkah. Večji del bazena je v dolomitu, manjši del v apnencu. Skalna podlaga je delno prekrita z gruščem. Pobočja so za sedaj stabilna, razen pri Prusniku na desnem bregu Save, okrog 1 km gorvodno od pregrade in ob izlivu Medije na levem bregu. Pri Prusniku leži grušč na karbonskem glinastem skrilavcu in je opaziti premike grušča. Ob izlivu Medije je pod gruščem, oziroma terasnim prodom terciarna lapornata glina.

Na omenjenih območjih lahko nastanejo po dvigu vodne gladine premiki grušča po skrilavi, oziroma glinasti podlagi, kar bi ogrozilo cesto in železnico. Zaradi tega bo treba obe mesti zavarovati pred plazenjem. V nadaljnjih fazah projektiranja bo treba podrobno geološko kartirati oba bregova in predvideti ustrezne ukrepe za zavarovanje ceste in predvsem železnice.

Vodnih izgub iz bazena v smeri proti potoku Bobnu, oziroma Sopotu ni pričakovati, ker sta oba potoka zarezana globoko v neprepustne karbonske glinaste skrilavce. Treba bo zatesniti pregradno mesto, da bi preprečili vodne izgube ob pregradi in pod njo.

6.10 HE Suhadol

Pregradni objekt HE Suhadol je predviden gorvodno od Suhadola pri Zidanem mostu. V letu 1959 je bilo podrobno geološko kartirano širše območje predvidene lokacije pregrade. Levi breg pregradnega profila sestavlja do 150 m široka prodno-konglomeratna terasa. Pobočja nad teraso so iz peščenjaka in glinastega skrilavca, delno dolomita. Po podatkih vrtine je prodna plast debela 6 m, pod njo je karbonski peščenjak in peščen skrilavec. Desni breg sestavlja karbonski glinast skrilavec in peščenjak, ki je prekrit s hudourniškim gruščem. Grušč na tej podlagi ni stabilen, kar kažejo številni manjši plazovi.

Pregradni objekt bo predvidoma temeljen na nepreperem karbonskem peščenjaku in glinastem skrilavcu, ki leže na levoobrežni terasi 6–10 m globoko. Na desnem bregu so karbonske plasti razkrite na površini, delno pa so prekrite s hudourniškim gruščem. Temeljenje na karbonskih plasteh ni najbolj ugodno, posebno če bodo nadaljnje raziskave pokazale, da prevladuje glinast skrilavec. Ta je lahko preperel do velikih globin, razen tega tudi nabreka. Pri nadaljnjem projektiranju bo treba posvetiti raziskavam geotehničnih lastnosti temeljnih tal ustrezno pozornost.

Prodno-konglomeratno teraso na levem bregu bo treba zatesniti s tesnilno zaveso, da bi preprečili precejanje vode skozi levi bok pregrade. Na desnem boku bo treba pregrado povezati na preperel glinast skrilavec oziroma peščenjak. Plazove grušča na pobočju nad pregrado bo treba sanirati.

Tesnitev temeljnih tal pod pregrado bo zelo težavna, kolikor bodo raziskave pokazale, da sta karbonski skrilavec in peščenjak razpokana in zato prepustna. V tem primeru bo treba izvesti poskusno injekcijsko polje, da bi ugotovili najprimernejši način tesnitve.

Akumulacijski bazen HE Suhadol sestavljata na območju med Trbovljami in Hrastnikom dolomit in apnenec. Pobočja doline so delno prekrita z gruščem in prodom in so stabilna, zato zavarovalna dela vzdolž železnice ne bodo posebno obsežna. Na območju med Hrastnikom in Suhadolom sestavlja bregove bazena delno glinast skrilavec in peščenjak, delno pa dolomit. Te kamenine so ponekod prekrite s prodnimi naplavinami, oziroma konglomeratom, ki sestavljajo ozke rečne terase. Ob izlivu hudournikov v Savo so bregovi prekriti z obsežnimi hudourniški vršaji. Vršaji so omejeni predvsem na desni breg.

Kjer skrilavec sestavlja podlago prodnim oziroma gruščnim naplavinam, je pričakovati po zapolnitvi bazena drsenje teh naplavin po podlagi. Zaradi tega bo treba pri nadaljnjem projektiranju celotni odsek bazena med Hrastnikom in Suhadolom podrobno preiskati in predvideti ustrezna zavarovanja kritičnih mest, posebno na levem bregu, kjer poteka železniška proga.

Akumulacijski bazen lahko smatramo kot vodotesen. Nižji deli pobočij v dolomitu, oziroma apnencu niso skraseli, razen tega pa ni možno izgubljanje vode iz bazena proti potoku Sopotu, ki je globoko zarezan v neprepustne plasti. Izgubljanje vode je možno le skozi boke pregrade, ki jih bo treba zatesniti.

6.11 Črpalna hidroelektrarna Požarje

V okviru hidroelektrarn na srednji Savi je načrtovana tudi črpalna hidroelektrarna Požarje, ki za spodnji bazen koristi bazen HE Renke. V zgornjem akumulacijskem bazenu Kal, s koristno prostornino 1,73 hm³ je najvišja zajezitev na koti 670 m. Največja moč elektrarne je predvidena na 200 MW pri bruto proizvodnem padcu 435 m. Črpalna višina znaša preko 450 m.

Podatki, ki so bili zbrani iz raziskav do leta 1971 kažejo, da območje akumulacijskega bazena Kal sestavlja dolomit, ki je deloma prekrit z rjavkasto kraško glino in dolomitnim gruščem. Glina, ki je odložena v globelih in suhih dolinah ter predvsem v vrtačah in je debela od 1,5 m do največ 8,9 m. Pod glinasto plastjo je debela plast dolomitnega grušča, globlje je dolomit. Ena vrtina na vrtačastem koncu suhe doline je zadela v globini 10–18 m na kavernozen, skrasel dolomit, medtem ko je bil na zgornjem robu ugotovljen le malo razpokan dolomit brez vidne zakraselosti.

Preiskave vodonepropustnosti so pokazale, da je dolomit delno zelo malo prepusten, v razpokanih in zakraselih conah pa močno prepusten. Podtalna voda se nahaja 14–16 m pod površjem.