

PROMETNA ŠOLA MARIBOR
VIŠJA PROMETNA ŠOLA

**HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI IN
NJIHOV VPLIV NA POPLAVNO
OGROŽENOST**

Diplomsko delo

Brežice, april 2011



Diplomsko delo višješolskega študijskega programa

HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI IN NJIHOV VPLIV NA POPLAVNO OGROŽENOST

Študent: *Ivan Ribič*

Študijski program: *LOGISTIČNO INŽENIRSTVO*

Modul: *VOJAŠKA LOGISTIKA*

Predmet: *VOJAŠKA GEOGRAFIJA*

Mentor: *Jože Grozde, univ. dipl. pol.*

Lektorica: *Ksenja Lorber, pr. uč. slovenščine in knjižničarka*

Brežice, april 2011



Številka: L-25-10/11-49

Datum: 18. 4. 2011

Višja prometna šola Maribor izdaja na podlagi 20. člena Pravilnika o diplomskem izpitu na Višji prometni šoli

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

1. **Ivan RIBIČ**, z vpisno številko **12150161372**, študent višješolskega strokovnega študijskega programa *Logistično inženirstvo*, izpolnjuje pogoje za izdelavo diplomskega dela.
2. **Tema diplomskega dela** je s področja temeljnih strokovnih predmetov pri predmetu *Vojaška geografija*.
3. **Mentor diplomskega dela:** *Jože Grozde, univ. dipl. pol.*
4. **Naslov diplomskega dela:**

HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI IN NJIHOV VPLIV NA POPLAVNO OGROŽENOST

5. **Vsebina diplomskega dela:**
 - Uvod;
 - Analiza posavskega prostora;
 - Hidroelektrarne na spodnji Savi in njihov vpliv na poplavno ogroženost;
 - Sklep.
6. Diplomsko delo izdelajte v skladu z Navodili za izdelavo diplomskega dela in ga oddajte v treh izvodih najkasneje do 14. 9. 2011.

MENTOR

Jože Grozde, univ. dipl. pol.

(Ime in priimek, naziv)

v. d. RAVNATELJ

mag. Dušan Kolarič

(Ime in priimek, naziv)



ZAHVALA

Najprej bi se iskreno zahvalil svojemu mentorju, univ. dipl. pol. Jožetu Grozdetu, za strokovno pomoč in usmeritve.

Posebej pa bi se zahvalil še svoji družini za potrpežljivost, saj je bila na različne načine prikrajšana v času mojega študija.



IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKE NALOGE

Podpisani Ivan Ribič, rojen 4. 3. 1974 v Celju, s svojim podpisom potrjujem, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI IN NJIHOV VPLIV NA POPLAVNO OGROŽENOST«.

V Brežicah, dne 20. 4. 2011

Podpis:

HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI IN NJIHOV VPLIV NA POPLAVNO OGROŽENOST

Ključne besede: hidroelektrarna, akumulacijski bazen, Sava, poplavna ogroženost, nasip, nuklearna elektrarna Krško, pretok.

Povzetek

Danes se Posavje na območju spodnje Save sooča z velikim energetske projektom. Izgradnja verige hidroelektrarn na spodnji Savi bo imela precejšnjo energetske vrednost za Slovenijo na področju zanesljive oskrbe z električno energijo. Obratovanje navedenih energetske objektov in njihove pripadajoče infrastrukture pa imajo tudi različne vplive na okolje. V diplomskem delu je podrobneje obdelan vpliv hidroelektrarn in akumulacijskih bazenov na poplavno ogroženost. Tako so zajeta kritična poplavna območja od Radeč dolvodno do državne meje, pred in po izgradnji verige hidroelektrarn. Glede na obsežnost posega v prostor je obsežen tudi nabor ostalih vplivov na: urbanizem, prebivalstvo, delovanje že obstoječih objektov (nuklearne elektrarne Krško), kot tudi na obrambo Republike Slovenije.

Hidroelektrarne in njihovi akumulacijski bazeni morajo biti skrbno načrtovan projekt, ki je podprt z rezultati številnih terenskih raziskav in ustreznih simulacij. Bistveno pri vsem tem pa je vodilo, da ekonomski interes ne pretehta okoljevarstvenega.

HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON THE LOWER SAVA RIVER AND THEIR IMPACT ON THE FLOOD RISK

Key words: hydroelectric power plant, accumulation pool, Sava, flood risk, embankment, nuclear power plant Krško, rate of flow.

Abstract

Nowadays, the Posavje region by the lower Sava River is faced with a major energy project. The construction of a chain of hydroelectric power plants will have a significant energetic value for Slovenia in the field of reliable electric power supply. Nevertheless, the functioning of the aforementioned energy facilities and the related infrastructure will also impact the environment. In my diploma paper, I deal in more detail with the impact of hydroelectric power plants and accumulation pools on the flood risk. The areas concerned include critical flood areas from Radeče downstream to the national border, before and after the construction of a chain of hydroelectric power plants. The significant number of activities affecting the area is followed by a significant number of other impacts affecting the urbanism, population, the functioning of existing facilities (nuclear power plant Krško) as well as the defence of the Republic of Slovenia. The project concerning hydroelectric power plants and their accumulation pools should therefore be carefully planned and supported by the results of substantial field research and adequate simulations. The essential thing, however, is that the economic interest should not overcome the environmental one.

VSEBINA

1	UVOD	1
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA.....	1
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE.....	2
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE RAZISKAVE	2
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	3
2	ANALIZA POSAVSKEGA PROSTORA.....	4
2.1	OMEJITEV IN USMERITEV OBMOČJA	4
2.2	OBLIKA IN VELIKOST.....	5
2.3	GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI POSAVJA	5
2.4	RELIEF IN PREHODNOST	6
2.5	HIDROGRAFSKE ZNAČILNOSTI.....	7
2.6	VREMENSKE RAZMERE.....	9
2.7	PEDOLOŠKE ZNAČILNOSTI.....	10
2.8	VEGETACIJA.....	11
2.9	PREBIVALSTVO IN POSELJENOST.....	11
2.10	KOMUNIKACIJE.....	12
2.11	DRUŽBENE IN EKONOMSKE ZNAČILNOSTI TER ZMOŽNOSTI OBMOČJA.....	13
2.12	UPRAVNA IN REGIONALNA RAZDELITEV	14
3	HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI IN NJIHOV VPLIV NA POPLAVNO OGROŽENOST	16
3.1	ZGODOVINSKI PREGLED POPLAV SPODNJEGA POSAVJA	16
3.1.1	POPLAVNA OGROŽENOST PRED IZGRADNJO HE	18
3.1.2	POPLAVNA OGROŽENOST DANES.....	19
3.2	PADAVINSKI REŽIM V SLOVENIJI IN PODNEBNE SPREMEMBE.....	22
3.2.1	KOLIČINA PODAVIN NEKOČ IN DANES.....	22
3.2.2	VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB IN KAKO KAŽE ZA NAPREJ.....	24
3.3	HE NA SPODNJI SAVI	26
3.3.1	HE VRHOVO.....	26
3.3.2	HE BOŠTANJ	27

3.3.3	HE BLANCA	29
3.3.4	HE KRŠKO	30
3.3.5	HE BREŽICE	31
3.3.5.1	PREDVIDENI VPLIV HE BREŽICE NA POPLAVNO OGROŽENOST KRŠKE VASI IN VELIKIH MALENC	32
3.3.6	HE MOKRICE	34
3.4	NEK IN POPLAVE	36
3.4.1	VPLIV AKUMULACIJSKEGA BAZENA HE BREŽICE NA DELOVANJE NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO	36
3.4.2	MOŽNI POPLAVNI VALOVI IN VARNOST NEK.....	39
3.5	VPLIV HE IN NJENE INFRASTRUKTURE NA OKOLICO.....	41
3.5.1	VPLIV HE NA URBANIZEM.....	41
3.5.2	ATMOSFERSKI VPLIV.....	42
3.5.3	VPLIV HE NA OKOLIŠKO PREBIVALSTVO	43
3.5.4	HE NA SPODNJI SAVI IN VOJAŠKI VIDIK	46
4	SKLEP	48
5	VIRI IN LITERATURA	50
6	SEZNAM SLIK	53
7	SEZNAM PREGLEDNIC	54
8	SEZNAM GRAFOV.....	55
9	PRILOGE.....	56

UPORABLJENI SIMBOLI

° C – stopinj Celzija (Celzijeve temperaturna lestvica za merjenje temperatur)

m³/s – kubični meter na sekundo (prostorninski pretok, določen s prostornino tekočine, ki steče v 1 sekundi čez izbran presek)

kW – kilovat (osnovna enota za moč je watt; 1 kW = 1000 W)

km – enota za merjenje dolžine (osnovna enota je meter; 1 km = 1000 m)

kV – kilovolt (enota za električno napetost; 1 kV = 1000 V)

MVA – megavoltamper (enota za navidezno moč; 1 MVA = 1000 kVA)

GWh – gigavatna ura (enota za energijo; 1 GWh = 1000 MWh)

m. n. v. – metrov nadmorske višine

% - odstotek (tudi procent) je število, ki je enako stotemu delu celote

Q – pretok (enota za pretok je m³/s)

UPORABLJENE KRATICE

NEK - Nuklearna elektrarna Krško

TEŠ - Termoelektrarna Šoštanj

HE - hidroelektrarna

RS - Republika Slovenija

DEM - nekdanja nemška nacionalna valuta (nemška marka)

ARSO - Agencija Republike Slovenije za okolje

HESS - hidroelektrarne na spodnji Savi

DPN - Državni prostorski načrt

NSRAO - nizki in srednji radioaktivni odpadki

AC - avtocesta

FGG - Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

IJE - Institut Jožef Stefan

IZH - Inštitut za zdravstveno hidrodinamiko

S - sever

V - vzhod

Z - zahod

SV - severovzhod

SZ - severozahod

1 UVOD

1.1 OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA

Potreba po energetskih virih nenehno raste, kar je posledica vse več izdelkov na trgu, njihove lažje dostopnosti in na koncu uporabe. Za svoje delovanje pa potrebujejo energijo. Že star zakon o ohranitvi energije pravi, da energije ne moremo ustvariti iz nič, niti je ne moremo uničiti, temveč jo lahko le pretvarjamo iz ene oblike v drugo.

Danes si brez električne energije življenja ne moremo predstavljati. Zato moramo zagotoviti zadostne količine energije iz naravnih virov, kot je npr. vodna energija, ki ima v primerjavi z ostalimi viri manj negativnih vplivov na okolje.

Slovenija je za zagotovitev energetske varnosti že v preteklosti naredila velik korak. To je zagotovo Nuklearna elektrarna Krško (NEK), ki proizvede 40 % vse proizvedene energije v Sloveniji s tem, da po pogodbi 50 % proizvedene energije distribuira v Republiko Hrvaško (sporazum o skupni izgradnji in skupnega izkoriščanja objekta med obratovanjem v razmerju 50:50). Nič drugače ni tudi danes, saj se izvajajo ali pa načrtujejo veliki projekti državnega pomena, kot so načrt izgradnje Termoelektrarne Šoštanj (TEŠ), načrt izgradnje drugega bloka jedrske elektrarne in dokončevanje verige hidroelektrarn (HE) na spodnji Savi. Slovenija pa nič manj ne zaostaja pri uvajanju zelene energije, saj letno nameni milijonska sredstva v obliki subvencij.

Okoljska ozaveščenost in tudi strogi evropski predpisi so glavni razlogi, da se Slovenija nagiba k postopkom za pridobivanje energije, ki minimalno bremenijo okolje z onesnaževanjem. In HE to prav zagotovo tudi so. Izgradnja hidroelektrarn s pripadajočo infrastrukturo je velik poseg v geografski prostor, ki ima pozitivne pa tudi negativne posledice na okolje in prebivalstvo. To spremembo tudi sam občutim, saj že od otroštva živim ob reki Savi. Ena pozitivnih strani je zagotovo boljša protipoplavna zaščita, medtem ko imajo akumulacijska jezera tudi negativne učinke.

1.2 NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE

Namen diplomskega dela je analizirati vplive verige hidroelektrarn na spodnji Savi na poplavno ogroženost.

Posavju so do sedaj povzročile največ škode poplave, izgradnja HE pa bo po trditvah investitorjev poleg energetske pridobitve prispevala tudi k boljši zaščiti pred poplavami.

Cilji diplomskega dela:

- predstaviti verigo hidroelektrarn na spodnji Savi,
- ugotoviti njihov vpliv na poplavno ogroženost,
- ugotoviti ostale vplive na okolje in prebivalstvo.

Za to diplomsko nalogo sem se najprej odločil, ker me zanimajo takšne vrste zahtevnih gradenj in ker je to trenutno aktualna tema v Posavju. Kot pripadnik 14. inženirskega bataljona Slovenske vojske sem skupaj s sodelavci in ostalimi pripadniki Slovenske vojske dal svoj prispevek pri zaščiti in reševanju prizadetega civilnega prebivalstva pri zadnjih poplavah v jeseni 2010. Zadnje poplave in osebna zainteresiranost za obravnavano problematiko so me, glede na to da bivam na obravnavanem območju, vzpodbudile, da podrobno analiziram posavski prostor, gradnje HE v njem in njihov vpliv na kvaliteto življenja in bivanja prebivalcev v tem prostoru.

V diplomskem delu bomo poskušali dokazati nekaj hipotez.

Hipoteza 1: HE na spodnji Savi vplivajo na zmanjšanje poplavne ogroženosti na rečnem odseku Zidani most – Blanca.

Izpeljana hipoteza 1: HE na spodnji Savi imajo negativne posledice za okolje in njene prebivalce.

Izpeljana hipoteza 2: Z izgradnjo HE Brežice bo rešena poplavna ogroženost porečja reke Krke pred izlivom v Savo.

Izpeljana hipoteza 3: S pravočasnim praznjenjem vseh akumulacijskih jezer na spodnji Savi (prostor za poplavni val) in usklajenim zapiranjem in odpiranjem pregrad na vseh hidroelektrarnah se da regulirati poplavni val in s tem nevtralizirati možnost poplav.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE RAZISKAVE

Tematika diplomske naloge je zelo obsežna, specifična in zajema vrsto strokovnih znanj iz različnih področij. Vsako obravnavano področje je enota zase, ki temelji na številnih

raziskavah in analizah. V nalogi smo obdelali najpomembnejše dejavnike, ki s strani HE neposredno ali posredno vplivajo na poplavno ogroženost, kakor tudi ostale podrobne vplive na okolje in prebivalstvo.

Naloga temelji na javnih virih oziroma literaturi, poročilih pristojnih institucij in ostalem gradivu tehnične vsebine, ki sem ga pridobil od odgovornih organizacij.

Izhajali bomo iz predpostavke, da naravnih nesreč, kot so poplave, ne moremo v celoti preprečiti, lahko pa jih s pravočasnimi ukrepi omejimo ter omilimo njihove posledice.

Pri izdelavi diplomskega dela nismo imeli omejitev pri pridobivanju literature, saj smo se posluževali javno dostopnih podatkov in informacij, ki nimajo nobene stopnje tajnosti. Bilo pa je kar nekaj težav pri terminskem usklajevanju sestankov z osebami, ki so strokovno povezane z obravnavano tematiko.

1.4 UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE

Diplomsko delo je tesno povezano z geografijo, saj smo obravnavali objekt, ki je postavljen v prostor, zato smo se poleg teoretičnega posluževali tudi terenskega dela, ki je ključnega pomena za razumevanje obravnavane tematike.

Uporabili pa smo tudi naslednje metode:

- teoretično metodo dela - deskriptivno (opisno), kjer že obstaja literatura, članki, študije;
- analizo virov, kjer smo naredili selekcijo strokovnih od ostalih virov;
- kavzalno metodo, kjer smo dobili določene podatke z uporabo intervjuja;
- primerjalno metodo, katere smo se posluževali npr. za prikazovanje stanja pred in po umestitvi HE.

2 ANALIZA POSAVSKEGA PROSTORA

2.1 OMEJITEV IN USMERITEV OBMOČJA

Posavje zajema jugovzhodni del Slovenije ob spodnjem toku reke Save. Dolino Save med Litijo in Radečami imenujemo Zasavje, od Radeč naprej pa Posavje. Območje, kjer teče reka Sava, med Zidanim Mostom in Mokricami, spada v dve glavni in eno prehodno makroregijo. Območje med Zidanim Mostom in Sevnico spada v predalpsko območje, območje med Sevnico in Krškim v prehodno ozemlje (prehod iz predalpskega območja v subpanonsko območje), ozemlje od Krškega do meje s Hrvaško pa v subpanonsko območje. Pri podrobnejši delitvi območje sovпада z naslednjimi mezoregijami: vzhodni del Posavskega hribovja, vzhodna Krška kotlina, Kozjansko hribovje, Krško in Bizeljsko gričevje in hribovje, Mirnska dolina in Senovsko podolje ter vzhodni del Gorjancev.

Posavsko razvojno regijo sestavljajo občine Sevnica, Krško, Brežice, Kostanjevica na Krki ter dve novi pridruženi občini, ki prihajata iz statistične regije savinjske v posavsko razvojno regijo, in sicer občina Bistrica ob Sotli in Radeče. Razvojna regija spada med najmanjše regije v Sloveniji, meri namreč 961,1 km² in pokriva 4,77 % površine Slovenije.

V Spodnjeposavsko statistično regijo uvrščamo občine Sevnica, Krško, Brežice in Kostanjevica na Krki. Navedene občine se opredeljujejo kot Spodnjeposavska regija (po uredbi o standardni klasifikaciji teritorialnih enot ki jo je sprejela Vlada RS v letu 2000). Na severu regija meji na Savinjsko regijo, na jugu na regijo Jugovzhodna Slovenija, na zahodu na Osrednjeslovensko regijo ter na vzhodu na sosednjo državo Hrvaško. Meja s sosednjo Hrvaško meri v občini Brežice cca. 68 km, v Krškem pa 19,9 km; tam poteka po vršnem grebenu gozdnatih Gorjancev.



Slika 1: Spodnjeposavska regija

Vir: Zavod za podjetništvo in turizem Brežice [online]. (Citirano 18. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.zpt-brevice.si/si/podjetnistvo/info/opis-regije-g413.shtml>

Navedena regija predstavlja zaključeno geografsko celoto v jugovzhodnem delu Slovenije, ki se razprostira po dolini reke Save od Loke pri Zidanem Mostu pa vse do slovensko-hrvaške meje (Čampa, 1999, 14). Gre torej za območje, ki ga s severne strani obkrožajo Veliko Kozje (993 m. n. v.), Bohor (Javornik 1024 m. n. v.), severni del Senovskega gričevja, Bizeljsko gričevje in južni obronki hrvaškega Zagorja, z južne pa dolenjski griči, južni del Krškega gričevja in Gorjanci.

2.2 OBLIKA IN VELIKOST

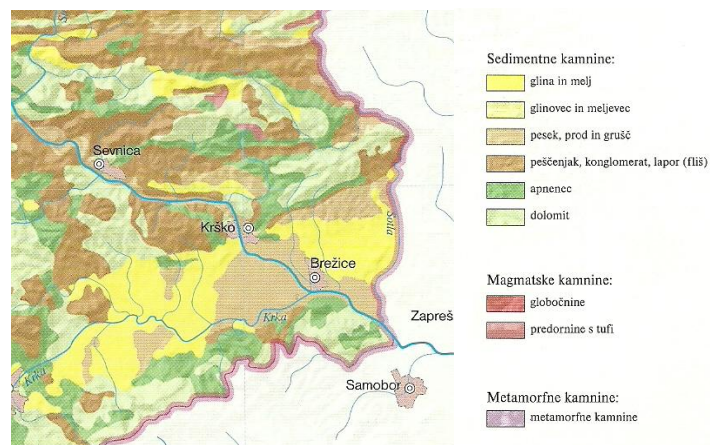
Spodnjeposavska regija je po površini druga najmanjša regija v Sloveniji in meri 885 km², kar je 4,4 % površine Slovenije. Največja občina v regiji je občina Krško s 287 km² (1,4 % slovenskega ozemlja). Druga po velikosti je občina Sevnica s 272 km² (1,4 % slovenskega ozemlja). Naslednja po velikosti je občina Brežice s 268 km² (1,3 % slovenskega ozemlja), površinsko najmanjša občina pa je Kostanjevica na Krki s 58 km², kar znaša 0,3 % slovenskega ozemlja.

2.3 GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI POSAVJA

V geološki zgodovini je bilo sedanje slovensko ozemlje pod morjem, kjer so se odlagale različne usedline, iz katerih so nastale sedimentalne kamnine. Slednje v kamninski zgradbi Slovenije prevladujejo, saj skupaj s kopenskimi sedimenti pokrivajo kar 93 % površja

Slovenije.

Krška kotlina predstavlja zahodno obrobje Panonske kotline, ki jo je v miocenu zalilo Panonsko morje. Zaradi tega so se v kotlini nabrale terciarne in kvartarne nasipine (glina, melj, prod, grušč, konglomerat, breča). Tudi reka Sava je ob svojem toku nasula obsežna karbonatna prodišča (Krško-Brežiško polje), zato je to območje bogato tudi s podtalnico.



Slika 2: Geološka sestava Posavja

Vir: Povzeto in prirejeno po Geografski atlas Slovenije, 2010, 51

Iz slike je razvidno, da na obsežnem Krško-Brežiškem polju, kjer je čisto ravninsko področje, prevladujejo pesek, prod, glina in melj, na jugu, kjer se začne teren vzpenjati po pobočjih Gorjancev, prevladuje apnenec in višje dolomit (Planina na Gorjancih) in na severozahodu od Krškega, gorvodno po reki Savi, apnenec.

2.4 RELIEF IN PREHODNOST

Relief je navpična oblikovanost zemeljskega površja. Lahko ga razumemo kot pokrajinski element, ki daje slovenskim pokrajinam največje obeležje. Razgibanost Zemljinega površja, ki ga označujemo z nadmorsko višino, naklonom površja in ekspozicijo, odločilno vpliva na ostale naravne danosti, usmerja prometnice, oblikuje lego naselij, vpliva pa tudi na gibanje prebivalstva. Za Slovenijo sta značilni reliefna pestrost in razgibanost. Vse to je posledica velike kamninske pestrosti, zadnje poledenitve in neotektonskih premikov v kvartarju, ki so bili zelo intenzivni.

Obravnavano področje, ki obkroža spodnji tok reke Save, lahko tako uvrstimo med zelo raznoliko pokrajino, saj obsega tako nižinski del kot tudi gričevnat in hribovit svet.

Ravninski del obsega področje ob reki Savi do Krškega ter Krško kotlino, osrednji del v višinah od 200-500 m je gričevnat, v severnem delu pa zaznavamo hribovit svet z nadmorskimi višinami hribov od 500-1000 m.

Tok reke Save v njenem spodnjem delu tako oklepajo na severu Posavsko hribovje, ki proti vzhodu prehaja v Senovsko in nato Bizeljsko gričevje. Ob desnem bregu pa Savo oklepa predvsem Krško gričevje, ki se na drugi strani Mirnske doline proti zahodu postopno vzpenja v hribovje.

Po prehodu Save skozi Brestaniško ožino pa se hribovit in gričevnat svet prevesi v ravninsko Krško-Brežiško ravnino.

V malo ožjem pasu je od Vrhovega proti Krškemu opaziti razgibano pokrajino, ki se na levem in desnem bregu Save zelo razlikuje.

2.5 HIDROGRAFSKE ZNAČILNOSTI

Slovenijo po količini rečne vode na prebivalca uvrščamo med najbogatejše države v Evropi, saj znaša gostota vodnega omrežja v povprečju 1,33 km vodotoka na km². In nič drugače ni tudi v Spodnjem Posavju, za katerega je značilna precej gosta mreža vodotokov. Med vsemi vodotoki je najpomembnejša Sava, ki s svojimi pritoki odmaka vode iz celotnega Posavja. Ostale reke, ki se izlivajo v Savo na obravnavanem območju, pa so še Krka, Mirna in Sotla.

Sava je naša najdaljša reka, ki od izvira pri Zelencih, in do izliva v reko Donavo meri 947 km. V Sloveniji je celotna dolžina reke Save 221 km. Reka Sava izvira na višini 833 m. n. v., državo pa zapusti na višini 132 m. n. v. Je tudi izdaten vir kakovostne pitne vode za oskrbo okoli 20 % prebivalcev Slovenije. Spodnjemu toku Save pripada spodnji del porečja Save oziroma Posavja, zato ga upravičeno imenujemo Spodnje Posavje.

Od Litije do Radeč teče Sava v severnem krilu litijske antiklinale, sestavljenem iz apnenca-dolomita. Prav zato je njena dolina tesna s strmimi bregovi.

Od Radeč dalje pa je izdolbena v osrednji pas peščenjakov in škriljevcev, zatem pa pri Kompolju prestopi v apneniško-dolomitski pas, ki se končuje pri Krškem, na prehodu v Krško kotlino.

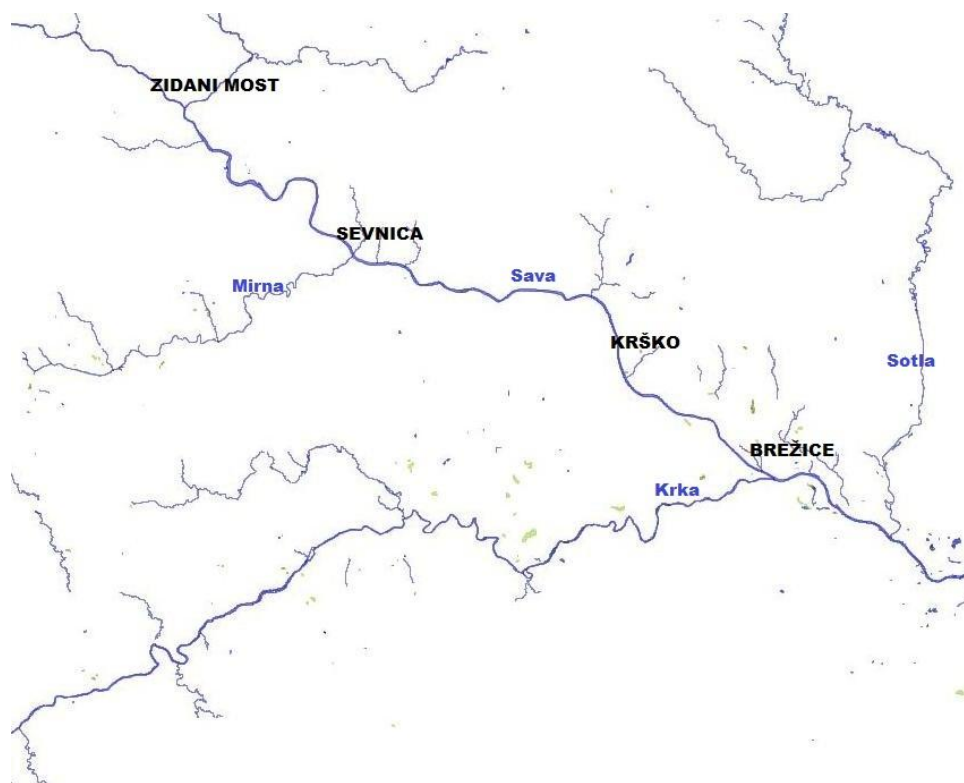
Prav zato, ker Sava teče preko vseh južnih zgradbenih pasov, se njena dolina širi in oži in je zato zelo razgibana in zanimiva, predvsem pa prostornejša kot v delu nad Radečami.

Zaradi raznovrstnosti kameninskih podlag ter razgibanega Zemljinega površja je porečje Save med Sevnico in Krškim zelo razgibano, Sava na tem delu dobiva številne pritoke, ki so na levem bregu daljši, bolj vodnati, medtem ko so desni pritoki krajši, njihove doline pa so ozke s strmimi bregovi. Ti pritoki imajo večinoma hudourniški značaj, zato ob obilnejših padavinah prestopijo bregove - poplavljaajo. V tem delu je pomemben večji pritok Save reka Mirna, ko pa Sava pri Krškem prestopi v Krško kotlino ter nadaljuje po Krško-Brežiški kotlini, lahko zabeležimo še dva večja pritoka, Krko in Sotlo. Na splošno se tok reke Save po Krško-Brežiškem polju umiri. Letni maksimumi se pojavljajo v spomladanskih in jesenskih mesecih, minimumi pa v poletnih in zimskih mesecih.

Mirna je 44 km dolg desni pritok Save, ki od izvira do izliva oblikuje rodovitno Mirensko dolino. Izvir najdemo v bližini naselja Velika Goba, od tam naprej pa teče skozi naselje Mirna ter se pri Boštanju izliva v Savo. Njeno porečje meri okrog 294 km². Dolina reke Mirne je tudi zelo pomembna z vidika prometne povezljivosti Dolenjske s Posavjem.

Reka Krka je najdaljša in po vodnem obilju največja reka, ki v vsej svoji dolžini, 111 km, v celoti teče po ozemlju Slovenije. Torej je najdaljša in največja povsem slovenska reka. Od vseh rek pri nas pa je po dolžini na četrtem mestu. Je tipična kraška reka brez površinskih pritokov. Kot desni pritok se pri Brežicah izlije v Savo. V zgornjem toku je Krka dolinska (skoraj kanjonska) reka, višinska razlika med izvirom pri vasi Krka in Otočcem je 114 m, medtem ko v spodnjem delu znaša le okrog 23 m. Zaradi nizke obale ob dolgotrajnem obilnem deževju ali pa ob visokem vodostaju Save zelo pogosto poplavlja.

Reka Sotla je mejna reka med Slovenijo in Hrvaško in izvira v južnem vznožju Maclja. Reka ima nižinski karakter s številnimi vijuganji. V reko Savo se izliva pri vasi Ključ.



Slika 3: Vodne površine Posavja

Vir: Povzeto in prirejeno po Interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije [online]. (Citirano 20. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.geopedia.si/>

2.6 VREMENSKE RAZMERE

Geografska pestrost Slovenije se odraža na raznolikosti podnebja, kar pa za obravnavano območje ne velja. Za Spodnje Posavje je značilno zmerno celinsko podnebje. Za zahodni del obravnavanega območja (SZ od Krškega in celotne Gorjance) je značilno zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije, za ostali del (Krška kotlina) pa zmerno celinsko podnebje vzhodne Slovenije.

Povprečna letna temperatura je 9 °C do 12 °C, julijska med 18 °C in 20 °C ter v januarju 1 °C. Spomladi in jeseni so gričevja v območju toplega pasu nad hladnim zrakom v dolini Save in Krški kotlini, zato so toplejša od nižjih predelov. Pozimi hladen inverzijski zrak pogosto prekrije tudi gričevja. Na leto je v tem območju okrog 80 meglenih dni. Na tem področju pa je bilo izmerjenih tudi nekaj ekstremnih temperatur. V Krškem je bila 5. julija 1952 izmerjena najvišja temperatura 40,7 °C.

Padavine se od zahoda proti vzhodu zmanjšujejo, prav tako se količina padavin zmanjšuje od Posavskega hribovja proti krški ravnini v smeri sever-jug. Senovsko gričevje je najbolj

bogato s padavinami saj tam pade od 1100 do 1300 mm padavin, največ vzdolž Bohorja ob katerem se izločijo vlažne zračne gmote, ki potujejo proti severu (S), severovzhodu (SV) in vzhodu (V). V območju Krškega gričevja pade do 1200 mm padavin na severozahodu (SZ) in do 1100 mm na jugovzhodu (JV). V Bizeljskem gričevju pade od 1100 mm padavin ob Savi na zahodu (Z) in do 1000 mm padavin ob Sotli na V.

Mesečna količina padavin (mm ali l/m ²)																	
	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.	ZIMA	POM.	POL.	JES.	LETO
Lisca	55	62	76	99	107	139	138	127	107	94	103	71	190	282	404	303	1178
Sevnica	57	52	73	87	94	134	114	123	100	93	101	73	182	254	372	295	1102
Krško - NEK	55	55	77	81	98	116	121	122	103	90	106	73	185	255	358	299	1096

Tabela 1: Mesečna količina padavin (mm ali l/m²) za Lisco, Sevnico in Krško v obdobju 1961–1990

Vir: Povzeto in prirejeno po Klimatografija Slovenije 1961-1990, 1995, 119, 134, 267

Za Spodnjeposavsko regijo je tako značilno, da na letni ravni pade v povprečju dobrih 1100 mm dežja. V splošnem količina padavin od zahoda proti vzhodu upada. Največ dežja pade v poletnih mesecih, najmanj pa v zimskih.

Padavine so preko leta sorazmerno enakomerno porazdeljene, zato viški in nizki niso izraziti. Prvi višek je junija, ko povsod pade nad 100 mm dežja, drugi višek je novembra. Prvi nižek je v januarju ali februarju, ko pade okrog 60 mm padavin, drugi nižek je oktobra (Slovenija pokrajine in ljudje, 1998, 657).

2.7 PEDOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Na nastanek in lastnosti prsti v zmernih zemljepisnih širinah vpliva vrsta pedogenetskih dejavnikov, tako matična podlaga (vpliva posebno na morfološke, fizikalne in kemične lastnosti), relief, voda, podnebje, rastlinstvo in delovanje človeka. Zaradi kamninske (pomembna je razlika med karbonatnimi in nekarbonatnimi kamninami) in reliefne pestrosti Slovenije je sestava odeje prsti zelo pestra (Geografski atlas Slovenije, 2010, 58).

Prav tako pestra je tudi v Posavju. Rjave prsti na karbonatnih kamninah, laporju in flišu najdemo ob ozkem pasu reke Save od Radeč pa skoraj do Blance. Prst je izredno primerna za kmetijsko rabo. Sledi prehod na kisle rjave prsti na nekarbonatnih kamninah ali flišu, ki pokrivajo večji del Posavskega hribovja. Pokarbonatne prsti in rendzine

sestavljajo levi in desni breg reke Save od Krškega do Brežic in naprej. Na področju južno od Krškega se pojavi obsežen pas rendzin, kisle rjave in izprane prsti na produ in pesku, severno od Brežic pa oglejene in obrečne prsti na glini in pesku.

2.8 VEGETACIJA

Spodnje Posavje ima izredno bogato in raznoliko floro. Tako so v nižinah obširna polja, na gričih pa so njive, sadovnjaki, uspeva pa tudi trta. Tu najdemo tudi večje ali manjše listnate in iglaste gozdove. Hriboviti predeli so zaraščeni z bujnimi gozdovi.

Z delovanjem človeka in živali se je pisanost rastlinstva povečala, nastale so terciarne vegetacijske oblike (njive, sadovnjaki, vinogradi, plevelna vegetacija). Za najnižje predele Krškega polja in Posavja so značilne rastlinske vrste obvodnih mokrih rastišč. Na nanosih Save pa se je razvila vegetacija značilna za rečna obrežja. Pravih gozdov tukaj ni. Jugozahodno od Brežic se na zamočvirjenih tleh razprostira Krakovski gozd, katerega osrednji del prekriva hrastov pragozd.

Preostali nekoliko dvignjen in valovit nižinski svet ima rodovitno prst in je večinoma obdelan in poseljen. Med drevjem je največ belega gabra in domačega kostanja. Od iglavcev pa tu najdemo smreko in bor.

Gozdovi pokrivajo tudi pretežni del Gorjancev. Po večini so to listnati, najpogosteje bukovi gozdovi različnih tipov oziroma gozdnih združb.

Zahodni del območja, ki zajema občino Sevnico in Radeče, je najbolj gozdnati del Spodnjega Posavja. Gozdnih površin ni le neposredno ob reki Savi. Ob njej in drugih vodotokih prevladujejo vrbe, jelše, leske in topoli.

2.9 PREBIVALSTVO IN POSELJENOST

Po podatkih statističnega urada (glej tabelo 2) v desetletnem obdobju v Spodnjeposavski statistični regiji ni prišlo do večjih odstopanj glede prebivalstva. Število prebivalstva je ves čas okoli 70.000.

Gostota poselitve je 79 prebivalcev na km², kar je okoli 20 % pod slovenskim povprečjem. Prebivalstvo je razporejeno v 409 naselij. Znotraj Spodnjeposavske

statistične regije je gostota največja v Brežicah in Krškem, v Kostanjevici pa je najmanjša. Stopnja urbanizacije je zelo nizka in znaša nekje eno tretjino urbanega prebivalstva, kar pa je precej nižje od slovenskega povprečja, kjer živi v mestih več kot polovica vsega prebivalstva. Posavje tako večinoma tvorijo podeželska območja, za katera je značilna teritorialna razpršenost.

Leto	Moški	Ženske	Skupaj
2000	34515	35329	69844
2001	34418	35284	69702
2002	34480	35334	69814
2003	34580	35315	69895
2004	34766	35289	70055
2005	34551	35275	69826
2006	34566	35333	69899
2007	34740	35318	70058
2008	35088	35265	70353
2009	35019	34881	69900
2010	35218	34974	70192

Tabela 2: Število vseh prebivalcev Spodnjega Posavja po letih v obdobju 2000-2010

Vir: Povzeto in prirejeno po Statistični urad Slovenije [online]. (Citirano 20. 3. 2011). Dostopno na naslovu: http://www.stat.si/tema_demografsko_prebivalstvo.asp

2.10 KOMUNIKACIJE

Prometna infrastruktura je bila v Spodnjem Posavju razvita že v preteklosti. K temu je zagotovo pripomogel hiter povojni razvoj industrije v vseh treh obsavskih občinah, kakor tudi pomembni objekti (NEK, letališče Cerklje ob Krki) in ugoden geografski položaj.

Tako sta na tem območju dve pomembni prometni poti v dveh smereh. Prva je tako imenovani 10. evropski cestni koridor, ki seka Krško kotlino in je pomembna državna in evropska prometna pot, ki povezuje osrednjo Evropo z Balkanom. Druga, ki poteka vzdolž Save, je železniška povezava na relaciji Salzburg–Beljak–Jesenice–Ljubljana–Zidani most–Dobova–Zagreb–Beograd–Niš–Skopje–Solun, z vejo Maribor–Zidani most. Gre za dvotirno železniško progo, ki povezuje Ljubljano z mednarodnim železniškim prehodom Dobova in naprej proti Zagrebu. Ta povezava je del 10. evropskega železniškega koridorja.

V Posavju poleg vojaškega letališča v Cerkljah ob Krki ni drugih letališč. Najbližje

civilno letališče je v Zagrebu in je oddaljeno le kakšnih 35 km, zato je tukaj precej letalskih zračnih poti. Pri jasnem nebu je moč opaziti precejšnje število relativno nizkih preletov potniških in tovornih letal. To je pomembno zaradi možnosti letalske nesreče in varnosti naselij ter posebej občutljivih objektov (NEK, Savske elektrarne).

2.11 DRUŽBENE IN EKONOMSKE ZNAČILNOSTI TER ZMOŽNOSTI OBMOČJA

Posavsko regijo zaznamuje nadpovprečno visok delež kmečkega prebivalstva (13,6 %), kar se odraža po velikem številu kmetij. V povprečju so te majhne, zato nimajo pogojev, da bi kljubovale konkurenci na trgu. Kar 40 % vseh kmetij je tudi mešanih, kar pomeni, da imajo takšne kmetije najmanj enega člana, ki je zaposlen drugod. Med najbolj razvite kmetijske dejavnosti v Posavju sodijo vinogradništvo, živinoreja, sadjarstvo in pridelava zelenjave.

Regionalna razvojna agencija Posavje vidi v razvojnem programu za obdobje 2007-2013 rešitve posavskega kmetijstva v organizaciji dela, učinkovitejšemu trženju, proizvodnji kakovostne hrane in pridobitvi zaščitene oznake za posebne kmetijske pridelke, izrabi alternativnih gozdnih virov ipd.

V gospodarski strukturi dejavnosti je glede na slovenske razmere tudi nadpovprečna zastopanost sekundarnih dejavnosti¹. Regija ima še vedno močno razvito industrijo, kjer prevladujejo energetika, lesno, gradbeno in kovinsko predelovalne dejavnosti, živilska industrija ter tekstilna in kemična industrija.

Prav energetika pa ima v Posavju velik pomen, saj energetske objekti na tem področju letno proizvedejo kar 37,9 % celotnih potreb po električni energiji v Sloveniji. Največji delež pri tem pa ima NEK.

Za Spodnjeposavsko regijo je značilna živahna podjetniška dejavnost; skoraj polovica podjetij je obrtnih (46,8 %), kar je precej več kot v Osrednjeslovenski regiji, kjer je takih

¹ Gospodarski sektorji so: primarni (kmetijstvo, gozdarstvo, ribištvo), sekundarni (rudarstvo, industrijske in predelovalne dejavnosti, oskrba z elektriko, plinom in vodo ter gradbeništvo) ter terciarni in kvartarni sektor (trgovina, gostinstvo, turizem, promet, javna uprava, finančne in druge poslovne storitve, sociala, zdravstvo, osebne storitve, izobraževanje).

podjetij le 29,4 %. Na splošno so podjetja po številu zaposlenih večinoma majhna, saj je posamezno podjetje v letu 2005 zaposlovalo povprečno 5 oseb.

Tudi na terciarnem področju je regija na visokem nivoju. Tako so razviti trgovina, gostinstvo in turizem. Prav slednji pa je v regiji zelo razvit. Izstopajo Terme Čatež, ki ustvarijo večino nočitev v regiji, prav tako pa so tudi podjetje z zelo visokim številom letnih nočitev na državni ravni (okoli 7 %). Turisti pa si zelo radi ogledajo še Kostanjevico na Krki in njeno jamo, Ajdovski gradec in pa gradove v Posavju.

Razvojne možnosti Posavja so tako usmerjene v energetiko, kovinsko predelovalno industrijo, logistiko, turizem, lesno predelovalno industrijo, kmetijstvo in razvoj podeželja.

Z razvojem industrije pa se poveča tudi nevarnost tako imenovanih tehničnih in tehnoloških nesreč, ki jih lahko povzročijo določeni objekti. Mednje sodijo NEK, HE, kemična industrija Tanin Sevnica in še nekatere. Prav tako so ti objekti nevarni v primeru naravnih nesreč, kot so požari, potresi, pa tudi poplave. Prav slednje v spodnjem Posavju vedno znova povzročajo največ škode. Tako je po podatkih krške občinske komisije za popis škode po septembrskih poplavah lani ta samo v tej občini znašala skoraj 2,5 milijona evrov.

2.12 UPRAVNA IN REGIONALNA RAZDELITEV

Posavsko regijo sestavljajo štiri občine: Brežice, Krško, Sevnica ter novo nastala občina Kostanjevica na Krki, ki se je leta 2005 na referendumu odločila za odcepitev od občine Krško. Z začetkom leta 1995 je stopilo v veljavo 147 občin, kar je povzročilo manjše spremembe glede upravno-teritorialne razdelitve Slovenije, ko se je od občine Sevnica odcepilo 12 naselij ali slabih 7 % površine občine oziroma 2 % statistične regije. Sicer pa so občinske meje ostale nespremenjene tudi pri kasnejši razdelitvi na 192 občin konec leta 1998, oziroma na 193 občin leta 2002.

V okviru javne uprave zajema to področje Upravne enote Brežice, Krško in Sevnica, mednarodni mejni prehod Obrežje, vojaško letališče Cerklje ob Krki, železniški mejni prehod Dobova, številne osnovne šole, Gimnazijo Brežice, Ekonomsko in trgovsko šolo Brežice, Šolski center Krško-Sevnica, Fakulteto za logistiko, Fakulteto za turizem,

Fakulteto za energetiko, Splošno bolnišnico Brežice, Zdravstvene domove Krško, Brežice, Sevnica, Dializni center Krško ipd.

V treh večjih občinah te regije imajo še vedno locirane izpostave za obrambo (Krško, Brežice), katere kljub temu, da ni več obveznega služenja vojaškega roka, izdelujejo in vodijo evidence nabornikov.

V vseh občinah delujejo štabi Civilne zaščite, ki bi v primeru naravnih katastrof, vojaških operacij in podobnih aktivnostih imeli pomembno funkcijo na področju izvajanja varovanja in sanacije.

3 HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI IN NJIHOV VPLIV NA POPLAVNO OGROŽENOST

3.1 ZGODOVINSKI PREGLED POPLAV SPODNJEGA POSAVJA

Zbrani podatki nam v zadnji 160-letni dobi potrjujejo, da so bile poplave tako po celotni Sloveniji, kot tudi na obravnavanem območju, pogoste.

KRONOLOGIJA POPLAV 19. STOLETJA

1851 V začetku maja je močan nalive povzročil večje poplave na območjih Krškega, Zidanega Mostu in Boštanja. Škoda je bila velika.

1852 Zaradi obilnega deževja reka Sava v prvih dneh oktobra poplavi. Po poročilih naj bi nastala ogromna materialna škoda, beležili pa so tudi več smrtnih žrtev. Bila je največja povodenj stoletja.

KRONOLOGIJA POPLAV 20. STOLETJA

1901 Sredi oktobra so bile poplave po vseh Sloveniji. Sava poplavi v spodnjem toku.

1919 Meseca aprila reka Krka poplavi Kostanjevico.

1923 Sava v Litiji doseže pretok 2155 m³/s. Posledično so bile poplave tudi na Hrvaškem. Poplavljala je tudi Krka, ki je Kostanjevico povsem odrezala od okoliških naselij. Podobno se je dogajalo v Krškem, Brežicah in dalje do Siska. Nekaj ljudi je izgubilo življenje, ustavljen pa je bil tudi železniški promet proti Zagrebu.

1933 Sava je najmočneje poplavila med Brežicami in Sotlo. Pri Čatežu so izmerili pretok, ki je znašal 3500 m³/s. Poplave so najbolj prizadele prebivalce vasi Mostec, Loče in Mihalovec.

1964 Sava spet poplavi v spodnjem delu. Takrat je eno največjih poplav doživel tudi Zagreb.

1989 Poplave v vzhodni Sloveniji. Poplave tudi v Brežicah.

1990 Največje jesenske poplave tega stoletja, ki so se zgodile prve dni novembra. Sava je dobesedno podivjala. V Radečah se je dvignila izven običajne višine za dobrih 6,5 m in dosegla maksimalni pretok 3000 m³/s. Poplave po državi so povzročile ogromno materialno škodo (preko 1,1 milijarde DEM ali okoli 20 % družbenega proizvoda ustvarjenega 1989). Ta naravna katastrofa se je po škodi uvrstila na prvo mesto v tem stoletju.

1993 Krka poplavi Kostanjevico.

1995 Krka dvakrat poplavi v spodnjem toku. Prvič meseca marca in drugič septembra.

1996 Med 1. in 3. julijem je Slovenijo zajelo močno deževje. Po državi je deževje povzročilo več poplav. Poplavljali sta tudi Sava v spodnjem toku in reka Krka na Krškem polju.

1998 Novembra najhujša poplavna katastrofa po letu 1990. Škoda je bila primerljiva s tisto izpred osmih let.

POPLAVA V 21. STOLETJU

2010 Slovenijo so od petka, 17. 9., do nedelje, 19. 9., zajele močne in obsežne padavine, ki so povzročile močan porast rek in vodotokov povsod po Sloveniji. Obsežne poplave so zajele tudi porečja Save in Krke v spodnjem toku.

Iz navedenih podatkov lahko povzamemo, da so bile leta 1852, 1990 in 2010 največje poplave, ki so do sedaj povzročile največjo materialno škodo. Zgodile so se vsaka v svojem stoletju. Stoletne vode pa postajajo desetletne. Dokaz za to je leto 1998, najhujše poplave po letu 1990, ki so po povzročeni škodi primerljive s tistimi iz leta 1990.

Zanimiv je tudi podatek, da se je prebivalstvo v letih 1961-1991 na območjih velikih poplav, v okviru celotne Slovenije, večalo. Neustrezni občinski prostorski načrti in njihova realizacija pa so zagotovo vzrok za širitev naselij tam, kjer jih lahko doseže stoletna voda. In tako vode vedno znova prebivalstvo spravljajo v obup in dvigujejo stroške sanacij.

3.1.1 POPLAVNA OGROŽENOST PRED IZGRADNJO HE

Do Zidanega Mostu teče Sava po večini prav po živoskalnem dnu doline, pod Radečami pa po prodni nasipini. Kakor hitro Sava tik ob ustju Sopote prestopi v karbonsko jedro litijske antiklinale, se dolina razširi in ostane široka tja do soteske pod Kompoljami. Sava je zarezala svojo strugo dokaj globoko v prod, tako da ostane v njej tudi ob najvišjem vodnem stanju (Melik, 1959, 284).

Zgoraj navedena trditev še kako drži. Reka Sava je iz Zasavja dokaj hitro pritekla, potem pa se je njen tok počasi umiril. Bilo je nekaj težav s Sopoto, ki se pri Radečah izliva v reko Savo kot desni pritok in s Starograjsko ulico tik ob desnem bregu reke Save, katera je bila leta 1990 v celoti poplavljenjena. Vendar so v sklopu gradnje HE Vrhovo uredili tako izlivni del struge Sopote, kot tudi protipoplavno steno za Starograjsko ulico v Radečah.

Težave so se pričele predvsem na levem bregu Save v sevniški občini, kjer so levi pritoki potokov Sevnična, Drožanjski in Vranjski potok poplavljali ob visokih vodostajih reke Save. Izpostaviti velja predvsem Drožanjski potok, ki je poplavljal križišče Kvedrove ceste z Glavnim trgom in okolico. Tega je Sava zajezila, zato se je razlival nazaj. Največ škode je bilo prav leta 1990.

Poseljenost na desnem bregu reke Save je redkejša. Omeniti je potrebno naselje Dolenji Boštanj, ki je bil pod železniškim mostom izpostavljen poplavi reke Save, in bližine hiš ob izlivu reke Mirne v Savo.

Od Sevnice dolvodno do Blance na obeh rečnih bregovih ni večjih naselij ali pa so ta na višji koti², zato Sava razen na kmetijskih površinah ni povzročala večje škode.

Potrebno je poudariti, da so do danes zgrajene HE Vrhovo, HE Boštanj in HE Blanca. Navedene HE imajo urejene brežine gorvodno po reki Savi na obeh straneh. Zato pride pri analizi poplavne ogroženosti prej in po izgradnji HE v poštev samo ta prostor. HE Krško je v izgradnji, HE Brežice in HE Mokrice pa v planu. Akumulacijski prostori slednjih še niso zgrajeni, zato HE na tem odseku še nimajo vpliva na regulacijo reke

² Kota je točka na zemljevidu, ki ji je določena nadmorska višina. Prikazana je z črno piko (•), dopisana pa ji je tudi nadmorska višina. Kota z razliko od trigonometrične točke ni fizično označena na terenu.

Save. Po trditvah investorjev pa bodo ravno slednje najbolj pripomogle k protipoplavni zaščiti, saj Sava največ škode povzroči v spodnjem toku, na način, kot je jeseni 2010.

3.1.2 POPLAVNA OGROŽENOST DANES

Po izgradnji prvih treh HE lahko zagotovo trdimo, da se je poplavna ogroženost zmanjšala. To velja predvsem po zgraditvi HE Blanca in pripadajoče infrastrukture. Utrdili, zatesnili in povišali so brežine na obeh bregovih akumulacijskega bazena, zgrajena pa je bila tudi pilotna stena³ ob železniškem nasipu od Vranjskega potoka dolvodno.



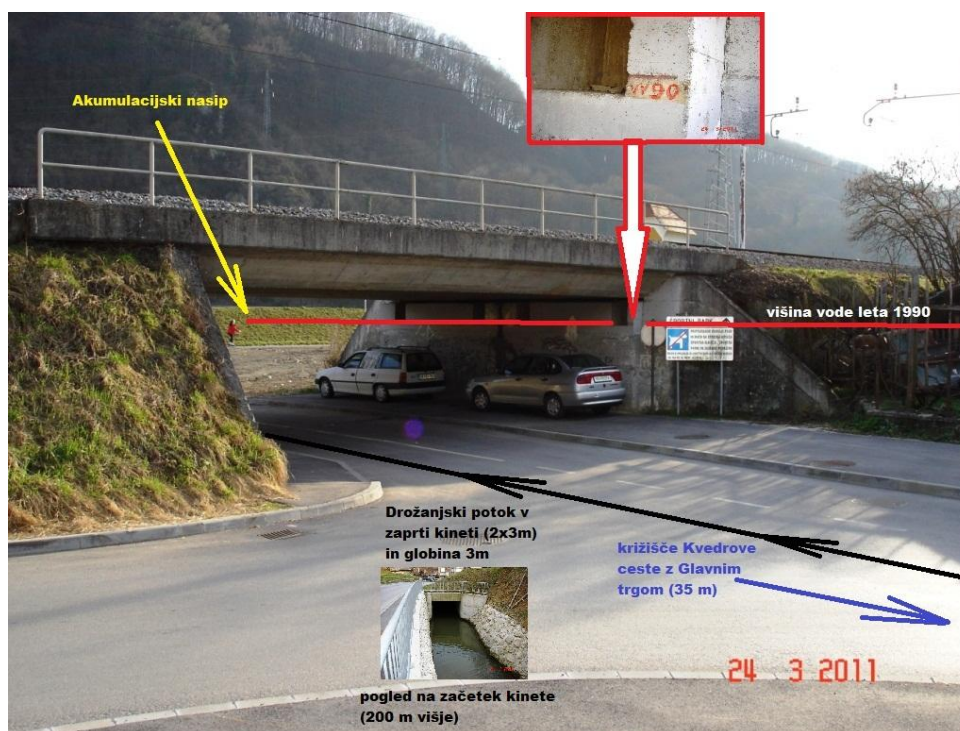
Slika 4: Pilotna stena (občina Sevnica)

Vir: Lasten

³ Pilotna stena je armiranobetonska konstrukcija sestavljena iz stebrov - pilotov okroglega prereza (od 30–150 cm), ki so postavljeni vzporedno, vmesni prostor pa je zapolnjen z armiranim betonom. Preprečuje gibanje zemljin (plazovi), spodkopavanja, ki jih povzročijo deroče vode ipd. Kljubuje velikim zemeljskim pritiskom.

Prav tako je bila predhodno zgrajena pilotna stena ob rekonstrukciji ceste R3-679, na relaciji Sevnica–Brestanica (na odseku od naselja Pod vrtačo do Vranjskega potoka v Vranju). Cesta je tik ob reki Savi, katere tok zavija v desno, kar bi lahko povzročilo postopno odnašanje materiala (erozijo) na levem bregu in s tem poseganje površine. Podobno pilotno steno so zgradili v vasi Kompolje (3,5 km gorvodno od HE Boštanj) in ta ima skupaj z drenažnim sistemom funkcijo protipoplavne zaščite, slednji pa hkrati služi tudi za prečrpavanje meteorne vode v reko.

V sklopu izgradnje akumulacijskega bazena za HE Blanca so uredili vse pritoke na obeh rečnih bregovih. Potrebno je omeniti Drožanjski in Florjanski potok v občini Sevnica, ki sta v preteklosti povzročala težave. Navedena potoka sta v sklopu izgradnje HE Blanca dobila novo podobo, saj sta pred izlivom v reko Savo ujeta v zaprti kineti (dim. 2 x 3 metre v dolžini 250 in 800 metrov). Pridobitve so se takrat razveselili tako lokalna skupnost kot lastniki hiš ob potokih, ki so v preteklosti večkrat poplavljali.



Slika 5: Drožanjski potok danes, 50 metrov pred izlivom v reko Savo

Vir: Lasten

Na sliki 5 vidimo »kritični« prostor, kjer je prekinjen železniški nasip zaradi poti in potoka. Skozi ta prostor pod železniškim mostom se je Sava skupaj s potokom razlivala in poplavljala zahodni del stare Sevnice. Z današnjo prostorsko ureditvijo je ta težava

odpravljena. Sava zaradi akumulacijskega nasipa ostaja v svoji strugi, Drožanjski potok zaprt v kineti pa poplavno ne ogroža več. Jesenske poplave 2010 niso imele nobenega negativnega vpliva na to področje.

V naselju Dolenji Boštanj v občini Sevnica so problem poplavljanja reke Save rešili z izgradnjo zidu po celotni verjetni dolžini poplavljanja. Že nekajkrat je preprečil poplave, še najbolj pa je do izraza prišel ob jesenskih poplavah 2010, ko se je naraščanje reke Save ustavilo nekaj centimetrov pod vrhom. Pol metra višji zid bi tako preprečil predvsem skrb in nervozo tamkajšnjih prebivalcev.



Slika 6: Protipoplavni zid v Dolenjem Boštanju v občini Sevnica

Vir: Lasten

Podoben primer kot v Dolenjem Boštanju je bil v občini Radeče, kjer je reka Sava leta 1990 v celoti poplavila Starograjsko ulico, na najnižji koti ulice pa je bilo 1,5 m vode. Ko se je gradila HE Vrhovo, so prebivalcem Starograjske ulice zgradili tudi protipoplavni zid. Zid se prične že pri starem železnem mostu in konča na koncu ulice. Kot je razvidno iz slike 7, je lansko jesen šlo za centimetre. Narasla Sava se na srečo ni prelila čez zid, stanovalci Starograjske pa so jo odnesli brez materialnih posledic.



Slika 7: Protipoplavni zid v Radečah – Starograjska ulica (primerjalna slika; levo: prikaz poplav leta 1990, desno: jesenske poplave 2010)

Vir: Levo: Lasten, desno: Karlovšek [online]. (Citirano 26. 03. 2011). Dostopno na naslovu:

<http://ambrokan.blogspot.com/2010/11/radece-in-lasko-na-dan-poplav.html>

Zgrajene HE Vrhovo, Boštanj in Blanca so bistveno pripomogle k protipoplavni zaščiti. Govorimo predvsem o njihovi pripadajoči infrastrukturi, kot so akumulacijski nasipi ipd. Za uspešno, predvsem pa varno, uporabo slednjih je bilo potrebno spremeniti čisto vse, kar se navezuje na reko Savo. Glede na velikost prostora in zahtevnost gradnje so bili navedeni projekti zgrajeni hitro in kakovostno.

3.2 PDAVINSKI REŽIM V SLOVENIJI IN PODNEBNE SPREMEMBE

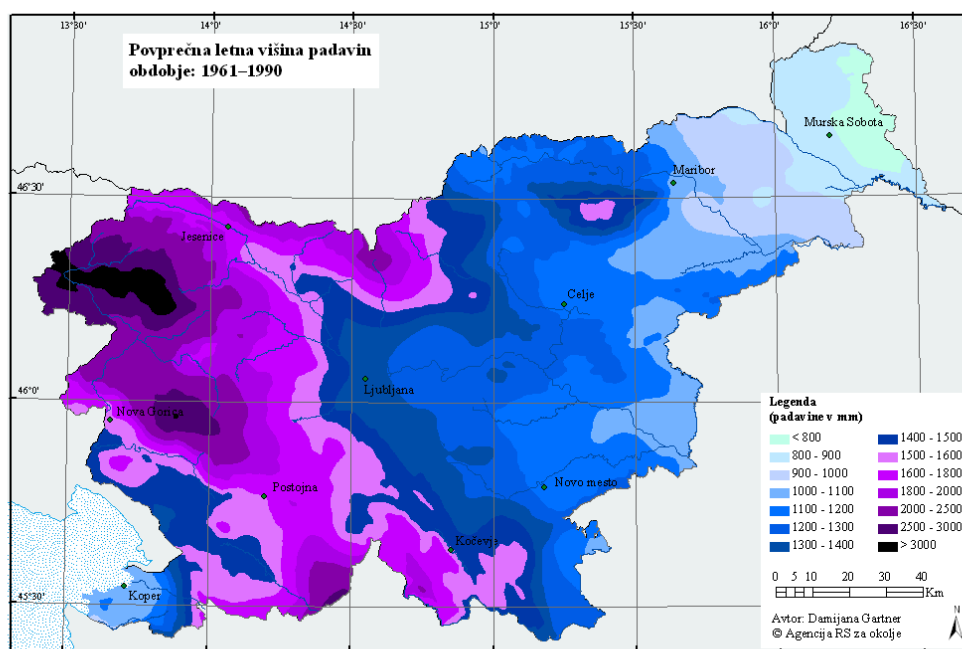
3.2.1 KOLIČINA PDAVIN NEKOČ IN DANES

Padavine so osnovni klimatski element, ki vplivajo na vsa področja človekove dejavnosti, še posebno na preskrbo z vodo, v kmetijstvu, turizmu, transportu, energetiki in drugod.

Količina padavin je v Sloveniji od kraja do kraja tako različna, da nikakor ne moremo določiti za vso Slovenijo mejne količine, nad katero bomo rekli, da je izredna. Povprečno pade v Sloveniji letno v skrajnih zahodnih predelih do 4000 litrov dežja na m², na vzhodu v Prekmurju pa komaj 800 (Trontelj, 1997, 9).

Danes padavinski režim določamo na podlagi razporeditve padavin preko leta. V Sloveniji nimamo ne izrazito suhega, pa tudi ne izrazito mokrega obdobja. Količina padavin kaže opazne razlike med letnimi časi in meseci. Najmanj padavin je v prvih dveh

mesecih leta. Območja, ki dobijo največ padavin jeseni (oktober, november) so: obala, Kras, Vipavska dolina, Notranjska, alpsko-dinarska pregrada in Zgornjesavska dolina. Našteta območja so pod močnejšim vplivom morja. V Ljubljanski kotlini je največ padavin meseca junija, oktobra pa malo manj. Na severovzhodu države, na Koroškem, Štajerskem in v Prekmurju, kjer že prevladuje kontinentalna klima, je vrh padavin poleti.

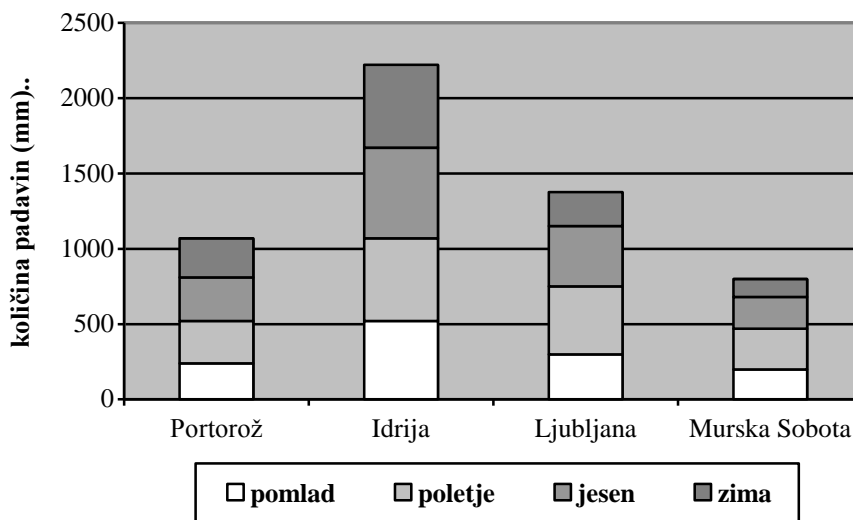


Slika 8: Povprečna letna višina padavin v obdobju 1961-1990

Vir: Agencija republike Slovenije za okolje - ARSO [online]. (Citirano 23. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebnje/karte/karta4028.html>

Karta povprečna letne višine padavin za 30-letno obdobje nam pokaže, da je največ padavin padlo na zahodu države. Tu pa je potrebno upoštevati dejstvo, da padajo padavine v obliki snega in dežja. Tako je v gorah nakopičena snežna odeja pomembna vodna zaloga za toplel del leta.

Zanimiv je tudi podatek takratnega Hidrometeorološkega zavoda (danes ARSO), kjer so v Posočju izmerili ekstrem za dnevno vsoto padavin, ki je znašal preko 400 mm. To pa predstavlja skoraj polovico letošnjih padavin v Pomurju. Vseh padavinskih dni je v Sloveniji od 165 do 105 (šteti dnevi, ko pade vsaj 0,1 mm padavin). Med te dni se uvrščajo tudi dnevi z močno roso ali pa dnevi, ko pade le nekaj kapelj dežja.



Graf 1: Sezonska porazdelitev padavin v različnih krajih

Vir: Povzeto in prirejeno po Klimatografija Slovenije 1961 - 1990, 1995, 19

Porazdelitev padavin po letnih časih v Sloveniji ni enotna (graf 1). Obmorski kraji imajo največ padavin v jesenskih mesecih, medtem ko kraji v severovzhodni Sloveniji, ki so že pod vplivom kontinentalne klime, največ padavin beležijo poleti. Količina padavin od zahoda proti vzhodu pada. Takšna porazdelitev padavin v Sloveniji (več na zahodu) pa ima močan vpliv na poplavne valove v spodnjem Posavju. Tako Sava odmaka večino področja zahodne Slovenije, kar se še najbolj pozna ob intenzivnejših padavinah v obliki visokih vod dolvodno čez določen čas.

3.2.2 VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB IN KAKO KAŽE ZA NAPREJ

Nobenega dvoma ni, da s podnebnimi spremembami in dvigom temperatur naraščata tudi količina in intenzivnost padavin. Slovenija ima v povprečju dovolj padavin, katere pa niso enakomerno porazdeljene. In tako nas prizadenejo obilna večdnevna deževja, kratkotrajni močni nalivi in suše. Po ocenah svetovne meteorološke organizacije lahko več kot polovico škod pripisujemo poplavam (32 %) in sušam (22 %).

Kako bodo podnebne spremembe vplivale na življenje in delo ljudi se ne da zagotovo opredeliti že v globalnem merilu, kaj šele na regionalni ravni. Spremembe se ne odvijajo v vseh regijah enako hitro. Sprva bodo nekatera območja in države razmeroma lahko premagovale posledice podnebnih sprememb, če pa se bodo nadaljevale s takšno intenzivnostjo kot danes, pa bodo zagotovo škodovale vsem.

Višanje zemeljske temperature, ki je posledica učinka tople grede, ima daljnosežne ekološke, ekonomske in politične posledice. Po zadnjih poročilih Medvladnega panela za podnebne spremembe (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) ugotavlja, da so spremembe podnebja vse bolj očitne in da je zanje odgovoren človek. Ogrevanje planeta je nedvoumno: zrak in oceani se ogrevajo, topijo se ledeniki, gladina morij se viša. Sušna obdobja so vse pogostejša, povečuje pa se tudi vlažnost zraka in posledično pogostost obilnih padavin. Vse te spremembe na globalnem nivoju pa se odražajo že tudi pri nas v Sloveniji.

Tako se v Sloveniji letna temperatura zraka in tal zvišujeta. Višje so tudi najnižje in najvišje dnevne temperature zraka. Manj je zelo hladnih dni in vse več vročih dni, kar je posledica daljšega trajanja vročinskih valov. Spremembe je opaziti tudi v vegetaciji, saj se odzivajo na višje temperature – zgodnja rast. Otoplitev za 1 °C zgodaj spomladi pospeši začetek rastne sezone za približno 4 dni.

Vsako leto se v Sloveniji srečujemo z ekstremnimi pojavi (neurja, poplave), ki povzročijo ogromno materialno škodo. Čeprav jih je težko napovedati, pa lahko na osnovi njihovega ponavljanja v preteklosti vsaj delno ocenimo verjetnost pojavljanja danes in pričakovano intenziteto. Tako bi bila ob septembrskih poplavah 2010 škoda bistveno nižja, če bi ljudje upoštevali pretekle izkušnje in prisluhnili navodilom stroke, katera je informacijo o verjetnih poplavah podala v javnost dan prej.

Pogostejšim divjanjem narave, ki so posledica podnebnih sprememb, se bo potrebno prilagoditi. Prilagajanja je že moč opaziti v gradbeništvu, kar je razumljivo, saj je na tem področju povzročeno največ materialne škode. Tako krovci že krajšajo dolžine napuščev streh in s tem preprečujejo lažje razkrivanje strešne konstrukcije ob neurjih. Strešne kritine danes dodatno stabilizirajo, na kritičnih cestnih mestih gradijo protivetrne ograje, veliko intenzivnost prilagajanja pa je zaznati tudi v kmetijski panogi.

Kljub mednarodnim prizadevanjem o zaježitvi naraščanja emisij toplogrednih plinov, bomo zagotovo priča nadaljnjim podnebnim spremembam. To pa zato, ker se določene države, ki so industrijsko najbolj razvite, ne mislijo odreči finančnim prihodkom na račun zmanjšanja emisij toplogrednih plinov. Dokaz za to je Kjotski protokol⁴, katerega še

⁴ Kjotski protokol je mednarodni sporazum, ki skuša zmanjšati emisije ogljikovega dioksida in petih ostalih toplogrednih plinov. Sprejelo ga je 141 držav sveta, da bi zaustavile segrevanje ozračja.

vedno niso podpisale ali pa ga zavestno kršijo nekatere najbolj industrijsko razvite države.

Iz tega sledi, da se morata mednarodna javnost in tudi Slovenija pripraviti na čim učinkovitejše prilagajanje podnebnim spremembam.

3.3 HE NA SPODNJI SAVI

3.3.1 HE VRHOVO

Hidroelektrarno Vrhovo so pričeli graditi leta 1987 in predstavlja prvo v verigi HE na rečnem odseku Zidani Most–državna meja s Hrvaško. Locirana je na reki Savi med Radečami in Sevnico. Od Radeč je oddaljena 5,5 km, od Sevnice pa 7 km. Zaradi bogatih stranskih vodnih pritokov, predvsem reke Savinje, so hidrološki pogoji na tem delu zelo ugodni. HE Vrhovo je začela poskusno obratovati avgusta 1994.



Slika 9: HE Vrhovo

Vir: Lasten

Elektrarna je nizekotlačna s tremi turbinami proizvajalca Litostroj za skupen inštaliran pretok $500 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3 \times 167 \text{ m}^3/\text{s}$), moči 14.400 kW in 107,14 vrtljaji na minuto. Elektrarna

je opremljena s tremi sinhronskimi generatorji proizvajalca Končar Elektroindustrije nazivne moči 14,3 MVA, z napetostjo 6,3 kV. Srednja letna proizvodnja HE Vrhovo pa je 116 GWh električne energije.

Prelivna polja, katerih prevodna sposobnost je 2100 m³/s, so opremljena s segmentnimi zapornicami z nasajeno zaklopko. Kota zaježitve je na 191 m. n. v., kota spodnje vode je na 182,88 m. n. v., bruto padec znaša 8,12 m. Srednji pretok znaša 235 m³/s, stoletna visoka voda 3102 m³/s. Površina akumulacijskega jezera je 1,43 km² s prostornino 8.650.000 m³.

V nadzorni sobi je stalno prisotna dežurna oseba, ki nadzoruje delovanje elektroenergetskih naprav in hidromehanike opreme. Dežurna oseba v vsakem trenutku razpolaga z podatki o dotoku in pretoku Save, z video-nadzornim sistemom pa ima pregled nad pregradami. Na sami pregradi se redno izvaja tudi avtomatski seizmični in gradbeni monitoring⁵. Vsi podatki se iz HE prenašajo v center vodenja Savskih elektrarn v Medvodah, kjer opravljajo 24-urno dežurstvo za primer ukrepanja ob izrednih dogodkih. Iz centra imajo možnost tudi daljinskega vodenja. S HE Vrhovo upravlja družba Savske elektrarne Ljubljana.

3.3.2 HE BOŠTANJ

HE Boštanj je druga hidroelektrarna v verigi šestih HE na spodnji Savi, z največjo močjo 36 MW. Graditi so jo začeli leta 2002, uradna otvoritev pa je bila 27. maja 2006. Skupna vrednost izgradnje HE Boštanj je znašala 65 milijonov evrov. S poskusnim obratovanjem je začela 5. junija istega leta.

HE Boštanj je pretočno akumulacijskega tipa z nameščenimi tremi cevniimi agregati z instaliranim pretokom 500 m³/s. HE ima pet prelivnih polj s prelivno zmogljivostjo 4600 m³/s, opremljenih s segmentnimi zapornicami z zaklopko in tremi agregati. Vgrajene so

⁵ Na pregradah HE spremljajo seizmične in gradbene aktivnosti v temelju pregrade, telesu pregrade in na prosti površini. Osnovni namen seizmičnega in gradbenega monitoringa je natančnejše definiranje aktivnosti področja in določanje osnovnih karakteristik potresov, magnitud, frekvenčnih karakteristik, premikov, deformacij ipd. Zgodnje odkrivanje morebitnih težav omogoča popravila in sanacijske ukrepe, ki so potrebni, da ne pride do katastrofe.

horizontalne dvojno regulirane cevne turbine s Kaplanovim⁶ gonilnikom moči 10,85 MW in vrtilno hitrostjo 107,14 vrtljajev na minuto. Za vključitev v elektroenergetski sistem je uporabljen mrežni transformator 40 MVA. Nazivna kota zaježitve je na 182,2 m. n. v., neto padec pa znaša 7,24 m. Prostornina akumulacijskega bazena za HE Boštanj je 8000000 m³.



Slika 10: Pogled iz zraka na HE Boštanj

Vir: HESS [online]. (Citirano 28. 3. 2011). Dostopno na naslovu:

<http://www.he-ss.si/he-bostanj-fotogalerija.html>

Spodbuden je podatek, da je dne 16. 12. 2010 proizvodnje električne energije v HE Boštanj in HE Blanca preseгла planirano letno proizvodnjo za leto 2010, ki je znašala 250 GWh. Na ta dan sta navedeni HE že preseгли 300 GWh.

Predvidena je polna avtomatizacija elektrarne in obratovanje brez posadke ter daljinsko vodenje iz centra vodenja. S HE Boštanj upravlja Holding Slovenske elektrarne.

⁶ Kaplanova vodna turbina je aksialna nadtlačna turbina, ki ima vtok radialen, iztok pa aksialen. Uporablja se za velike pretoke in manjše padce. Ima zelo dobre izkoristke na račun nastavljenih lopatic na gonilniku in vodilniku.

3.3.3 HE BLANCA

HE Blanca je tretja hidroelektrarna v verigi šestih HE na spodnji Savi, ki so jo začeli graditi leta 2005, poskusno pa je začela obratovati v začetku leta 2010. Jezovno zgradbo HE Blanca sestavljajo strojnica, prelivna polja in priključna zgradba. Posamezni deli objekta so v liniji prečno na tok reke Save. Tako kot prejšnji dve je tudi ta pretočnega akumulacijskega tipa z nameščenimi tremi agregati moči 16,5 MVA in instaliranim pretokom 500 m³/s (3 x 166,7 m³/s). Ima pet pretočnih polj s prelivno zmogljivostjo 4600 m³/s ter povprečno letno proizvodnjo 144 GWh. Opremljena je s tremi vertikalno dvojno reguliranimi Kaplanovimi turbinami z močjo 13,01 MW. Kota zaježitve je na 174,2 m. n. v., z neto padcem 8,8 m in prostornina akumulacijskega bazena 9950000 m³.



Slika 11: HE Blanca

Vir: Lasten

Tudi pri tej elektrarni je predvidena polna avtomatizacija in obratovanje brez posadke ter daljinsko vodenje iz centra vodenja. S HE Blanca upravlja Holding Slovenske elektrarne.

3.3.4 HE KRŠKO

HE Krško je trenutno v gradnji. Bo četrta hidroelektrarna v verigi šestih HE na spodnji Savi. Predviden je zaključek gradnje maja 2012. Po tehničnih specifikacijah strojne opreme bo skoraj identična HE Blanca. Načrtujejo 160 GWh proizvedene električne energija. Savo načrtujejo zajezi na koti 164 m. n. v., neto padec pa bo 8,8 m. Prostornina akumulacijskega bazena naj bi bila v verigi najmanjša. Ta naj bi znašala 6309000 m³.



Slika 12: HE Krško v izgradnji

Vir: Lasten

Trenutno potekajo intenzivna gradbena dela na jezovni zgradbi. Prelivna polja so končana, pred kratkim pa je bila izvedena montaža segmentnih zapornic.

Tudi ta HE ima pet prelivnih polj s prelivno zmogljivostjo 4600 m³/s. To pomeni, da mora biti eno prelivno polje, ki ima širino 15m, sposobno prevajati 920 m³/s. Prelivni prag in hrbet s svojo obliko zagotavljata hidravlično najugodnejše prevajanje pretoka, podslapje pa je namenjeno sproščanju odvečne potencialne energije, ki bi sicer v strugi pod elektrarno povzročala erozijo. Zaradi tega so podslapja v osnovi oblikovana kot veliki tolmeni, v katerih je tok čim bolj turbulenten (vrtinčen), ker se na ta način sprosti največ energije. Podslapja imajo v dnu vgrajene tudi tako imenovane »razbijače«, betonske kvadre, dimenzij cca. 1,5 x 3 x 3 m, ki povečujejo učinek tolmena.

Konec februarja 2011 je bila podpisana pogodba za izgradnjo akumulacijskega bazena HE Krško. Operativne aktivnosti izgradnje akumulacijskega bazena se bodo pričele v marcu 2011, polnitev akumulacijskega bazena do kote, ki bo omogočala poizkusno obratovanje pa predvidena konec maja 2012.

3.3.5 HE BREŽICE

Ideja o graditvi hidroelektrarn na spodnji Savi je stara že skoraj 90 let. Takrat je šlo za prve raziskave o možnosti uporabe energetskega potenciala reke Save med Brestanico in Čatežem ob Savi. Dvig cen energentov, katere je povzročila kriza po prvi svetovni vojni, je takratnim jugoslovanskim oblastem dajal tehten razlog za izgradnjo takšnih energetskih objektov. O tem govori tudi članek, ki ga je 1. junija 1925 objavil TEHNIČKI LIST (združenje Jugoslovanskih inženirjev in arhitektov), z naslovom: »Osnove hidroelektrarne mesta Zagreba na reki Savi med Rajhenburgom - Brestanico in Čatežem«.

Takrat so območje med Krškim in Zagrebom razdelili na tri možne lokacije, kjer bi lahko izgradili hidroelektrarno. To so bile: Krško–Čatež, Čatež–Jesenice na Dolenjskem in Jesenice na Dolenjskem–Zagreb. Raziskave takratnih inženirjev so pokazale, da je ekonomsko najboljša sprejemljiva varianta na rečnem odseku Krško–Čatež. Da ni prišlo do realizacije tega projekta, so bili razlogi najbrž finančni. In danes po 86-ih letih so se pravkar zaključile aktivnosti na področju javne razgrnitve državnega prostorskega načrta (DPN) za HE Brežice.



Slika 13: HE Brežice

Vir: Stojič, 2011, 4

Tudi HE Brežice bo bila zasnovana podobno kot ostale HE, s pomembno razliko v pristopu k oblikovanju. Lega strojnice bo bila v obratnem položaju glede na druge HE na Savi. Strojnica je tokrat predvidena na levem bregu. Vzrok je v uskladitvi z mestnim

okoljem bližnjih hiš, medtem ko bo prelivni objekt, ki mu je težko zakriti industrijski videz, zakrit v ozadju.

HE Brežice predstavlja peto HE v verigi šestih HE na spodnji Savi s predvideno polno avtomatizacijo elektrarne, obratovanjem brez posadke ter daljinskim vodenjem iz centra vodenja. Po tehničnih specifikacijah se ne bo razlikovala od svojih gorvodnih sosed, povprečna letna proizvodnja pa naj bi znašala 148 GWh.

Da je bil napravljen kompromis med naravo in projektom priča dejstvo, da so zmanjšali načrtovano površino akumulacijskega bazena od 440 hektarjev na 200 hektarje, pa čeprav so od tega pridobili le 40 hektarjev prvovrstnih kmetijskih površin, kot so njive in travniki. Pri umestitvi HE v prostor pa se občina Brežice intenzivno zavzema za upoštevanje vseh ekoloških standardov in s spoštovanjem usmeritev, ki jih zahteva program omrežja posebnih varstvenih območij Natura 2000. Hidroelektrarno v svojem prostoru pa razume kot močan dodatni razvojni dejavnik, ki bo ob upoštevanju podanih smernic prinesel več pozitivnih kot pa negativnih učinkov.

3.3.5.1 PREDVIDENI VPLIV HE BREŽICE NA POPLAVNO OGROŽENOST KRŠKE VASI IN VELIKIH MALENC

Večji del Krške vasi ter polja vzhodno in severno od naselja že od nekdaj preplavljajo visoke vode rek Save in Krke. Visoke vode Krke praviloma prihajajo za visokovodnim valom Save. Dolvodno od mostu čez Krko v Krški vasi so ogroženi vsi objekti. Zaradi velike pogostosti poplav na izlivnem odseku Krke na območju Krške vasi in Velikih Malenc je predvidena visokovodna zaščita.

Tako bodo v sklopu HE Brežice zgradili obrežni zid, ki bo ščitil naselje Krško vas pred visokimi vodami na levi strani. Obrežni zid bo potekal od mostu čez Krko v dolžini 412 m, nato prešel v visokovodni nasip z blagimi nakloni brežin. Nasip je predviden od zidu do obstoječe poti. Ta preide v poljsko pot in se priključi na nadvoz čez avtocesto (AC) v skupni dolžini 538 m. Del prostora med Krko in nasipom pa ostane poplavljen.

Da bodo vizualno znižali obrežni zid, ga bodo na vodni strani delno zasipali in zasadili z ustrežno vegetacijo. Ohranili se bodo tudi vsi obstoječi dostopi do vode.

Prebivalci Krške vasi so na javni razpravi DPN za območje HE Brežice izrazili nezadovoljstvo. Menijo, da mora biti protipoplavna zaščita takšna, da ne bodo zazidani za

tako imenovanim »kitajskim zidom«. Kot rešitev so krajanje Krške vasi predlagali znižanje nivoja reke Krke s poglobljanjem struge, vendar se s to varianto ne strinjajo okoljevarstveniki, oziroma je ne dovolijo.

Na desnem bregu je manj hiš, vendar so tudi te ogrožene pred poplavami. Zato načrtujejo le lokalno zavarovanje naselja Velike Malence. Zgradili bodo nasip oz. obrežni zid gorvodno od mostu v dolžini 150 m in dolvodno od mostu v dolžini okrog 195 m.

Z izgradnjo AC se je poplavna ogroženost delno izboljšala, saj se Sava ne pretaka več skozi podvoze, ki so bili pod bivšo hitro cesto, in skozi katere je poplavljal polja severno od Krške vasi. Nasip ob AC ima funkcijo visokovodnega desnega nasipa reke Save od skopiškega mostu do mostu preko Krke. Svojo funkcijo je odlično opravil ob septembrskih poplavah lansko leto.



Slika 14: Sotočje Save in Krke

Vir: Lasten

Dejstvo je, da bo HE Brežice pozitivno vplivala na poplavno varnost Krške vasi in Velikih Malenc, ker se bodo v sklopu njene izgradnje uredile brežine omenjenih vasi. Po ocenah stroke je tako imenovani »kitajski zid« ne glede na HE edina protipoplavna rešitev že sedaj. Obstoječi varovalni zid je prenizek in dotrajan. Ob visokih vodah svoje naloge ne opravlja. Krka se na tem delu razliva in povzroča veliko materialno škodo

zaradi precejšnje gostote hiš. Z izgradnjo zidu in nasipov se bo navedeni problem odpravil.

3.3.6 HE MOKRICE

Hidrološki pogoji so zaradi bogatih vodonosnih stranskih pritokov (reka Krka in ostali pritoki) na tem območju več kot ugodni. Za izkoriščanje te naravne danosti se zato načrtuje HE Mokrice, ki bo zadnja v verigi šestih HE na spodnji Savi. Predvideva se, da bo bila dokončno zgrajena nekje v sredini leta 2016.

HE Mokrice bo bila pretočno akumulacijskega tipa z nameščenima dvema cevnicama agregatoma z instaliranim pretokom 350 m³/s. Imela bo pet pretočnih polj s prelivno zmogljivostjo 4600 m³/s. Njena povprečna letna proizvodnja bo nekje 119 GWh. Kota zajezitve bo na 141,5 m. n. v. z neto padcem 7,37 m.

Tudi za zadnjo HE je predvidena polna avtomatizacija in obratovanje brez posadke ter daljinsko vodenje iz centra. Za HE Mokrice je izdelana predinvesticijska dokumentacija. Trenutno izvajajo študije, raziskave in podloge za izdelavo DPN-ja, v izdelavi je pa tudi okoljsko poročilo.

V sklopu izgradnje HE Mokrice bo rešen problem poplavljanja vasi Mihalovec in Loče pri Dobovi. Vas Loče je pogosto poplavljen, ker se varovalni nasip konča dober kilometer gorvodno pred vasjo (glej sliko 15). Tako reka Sava vas doseže že ob malo višjih vodostajih. Prebivalci vasi so na robu obupa in že težko pričakujejo pričetek gradnje HE Mokrice, v sklopu katerega bi se uredila tudi protipoplavna zaščita vasi.

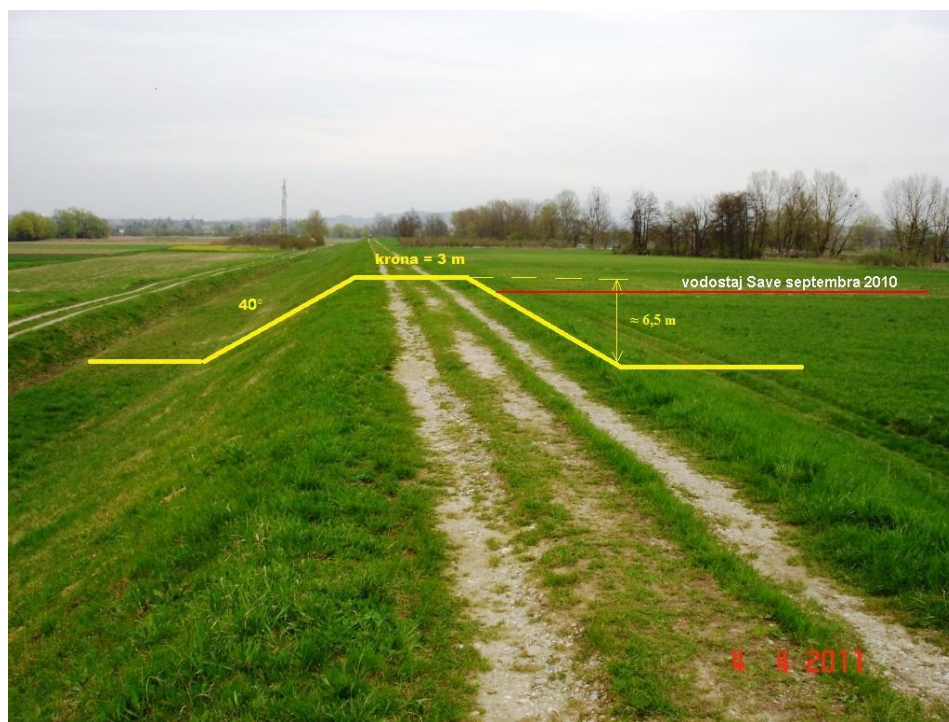
Kot je razvidno iz situacije na sliki 15 se Sava na mestu, kjer se konča nasip razliva in poplavlja vas Loče, na desni strani pa poplavlja kmetijske površine do nasipa AC. Z nadaljevanjem nasipa se bo tako zagotovo rešil problem poplavljanja vasi Loče.



Slika 15: Današnja situacija glede poplavne ogroženosti vasi Loče pri Dobovi

Vir: Povzeto in prirejeno po Google Earth

Današnji nasip poteka od starega mostu, ki je pod gradom v Brežicah. Nadaljuje se vzdolž levega brega v razdalji dobrih 5 km in se konča pred vasjo Loče. Nasip je bil zgrajen za protipoplavno zaščito južnega dela mesta Brežic.



Slika 16: Brežiški nasip

Vir: Lasten

Nasip je visok dobrih 6 metrov s stranskimi nakloni 40° in s krono 3 m (širina zgornje pohodne površine).

Varovalni nasip je tudi na desnem bregu reke Save, ki poteka od mostu na Čatežu ob Savi in se konča dobrega pol kilometra nižje od zadnjih počitniških hiš v Čateških Toplicah. Funkcija nasipa je varovanje Čateških Toplic.

Leta 2016 bo po načrtu končana HE Mokrice. Takrat bodo HE Boštanj, Blanca, Krško in Mokrice več kot podvojile proizvodnjo električne energije na Savi, proizvedle bodo 21 odstotkov elektrike iz slovenskih hidroelektrarn in predvidoma pokrivale šest odstotkov skupne porabe električne energije v državi.

3.4 NEK IN POPLAVE

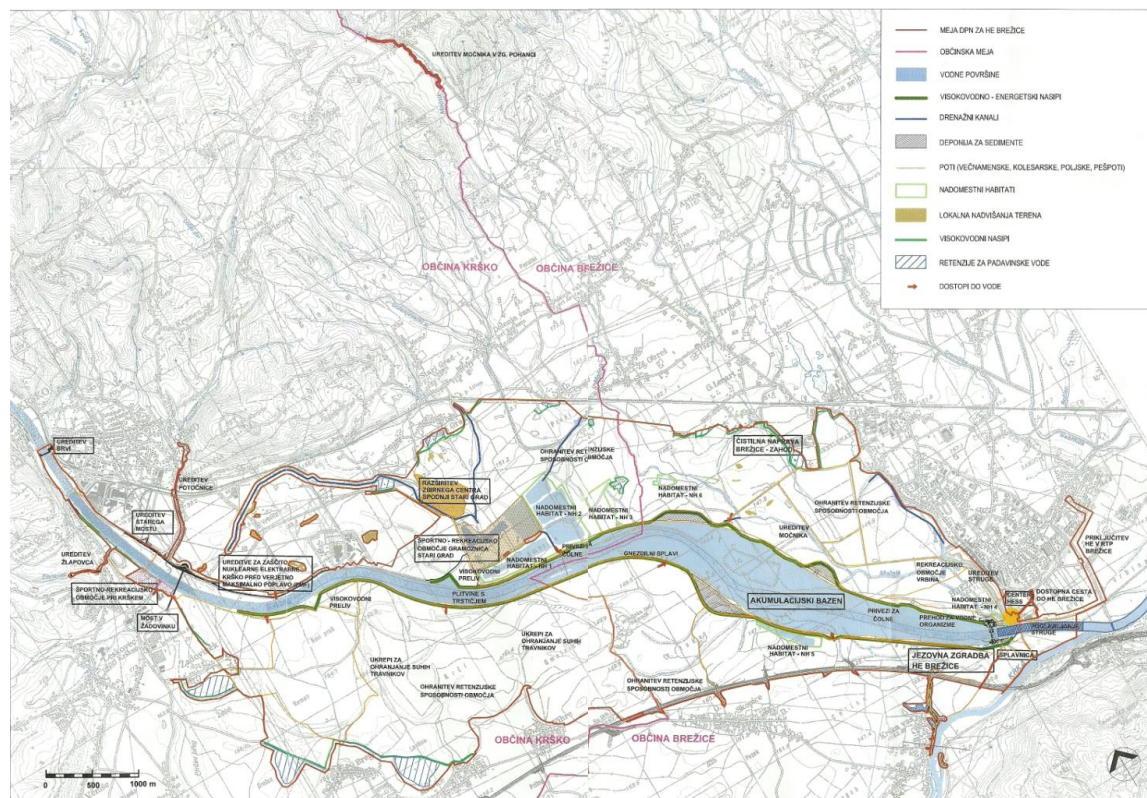
3.4.1 VPLIV AKUMULACIJSKEGA BAZENA HE BREŽICE NA DELOVANJE NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO

Obravnavano območje obsega približno 16 km dolg odsek Save, in sicer od lokacije HE Krško na gorvodnem delu, do sredine Čateškega polja na dolvodnem koncu odseka. Bazen HE Brežice sega do lokacije HE Krško in tako obsega tudi odsek Save v mestu Krško. Pod mestom se dolina Save odpre v Krško–Brežiško polje, ki je na povprečni nadmorski višini 140 do 160 m. Na tem delu se na levem bregu Save nahaja NEK. Na lokaciji HE Brežice in v območju spodnje struge je na levem bregu mesto Brežice, na desnem bregu pa se pod jezovno zgradbo v Savo izliva reka Krka. Dolvodno od sotočja s Krko je na desnem bregu Čateško polje.

Akumulacijski bazen bo za potrebe HE Brežice volumensko največji v verigi HE na spodnji Savi. Njegova predvidena kapaciteta bo $25.600.000 \text{ m}^3$. Na območju današnje Vrbinske gramoznice, ki je zdaj v celoti poplavljen, bo po DPN-ju v širino meril kar 700 m. V gorvodni polovici bazena visokovodni nasipi že obstajajo na levem bregu Save za zaščito NEK pred visokimi vodami. Dolvodno od NEK bodo zgrajeni energetski nasipi na obeh rečnih bregovih in zatesnjeni do nepropustne podlage.

Graditev nasipa je predvidena iz lokalnega materiala. Oblika nasipa bo klasičen trapezni profil višine 9,5 m, naklonom brežin 1:3 in krono širine 4 m (zgornja pohodna površina nasipa). Globina tesnilne zavese bo segala 17,5 m, njena debelina pa bo 80 cm.

Dejstvo je, da veriga HE na spodnji Savi neposredno vpliva na NEK. Zato so že bili sprejeti določeni ukrepi, ki so preprečili ali ustrezno omejili takšne vplive na NEK.



Slika 17: Državni prostorski načrt za območje HE Brežice - osnutek (povzete za javnost)

Vir: Občina Brežice, javna razgrnitev osnutka DPN, 2011

HE Brežice se že pri pridobivanju dovoljenj za gradnjo sooča z vrsto omejitev, ki jih mora upoštevati zaradi nemotenega in varnega delovanja NEK. Veliko prilagajanj pa bo tudi v prihodnosti, saj bo s svojih akumulacijskim bazenom neposredno vplivala na NEK.

– Pretok Save

V akumulaciji HE Brežice bo zaustavljen ali upočasnjen tok reke Save. V poletnih mesecih bo prišlo do segrevanja Save z insolacijo⁷ in do kopičenja izpuščene odpadne toplote iz NEK. Ob naravnem segrevanju Save je v ekstremnih razmerah nizkih pretokov

⁷ Insolacija je obsevanje zemeljske oble s sončnimi žarki.

in visokih temperatur znaten tudi prispevek segrevanja Save v akumulacijah verige HE. Zato višja temperatura hladilne vode (Save) vpliva na jedrsko varnost in obratovanje NEK. Ob prekinitvi toka Save lahko ob potopljenem jezcu NEK in odprtih zapornicah pride do toplotnega stika, kjer bi NEK zajemala iz Save toplo vodo, ki je bila izpuščena iz sistema obtočne hladilne vode. Zato je potrebno zagotoviti stalen pretok vsaj $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

– **Temperatura Save**

Zagotoviti je potrebno temperaturo Save pod $26,7 \text{ }^\circ\text{C}$. V primeru, da je presežena navedena temperatura, je potrebno NEK zaustaviti v 6-ih urah. To pa pomeni za NEK večje stroške obratovanja, ker mora v ekstremnih razmerah obratovati s hladilnimi stolpi, kar pomeni večjo lastno potrošnjo električne energije ali znižati moč elektrarne. Zato bo potrebno usklajeno delovanje z upravljavcem verige HE in NEK (dvigovanje segmentnih zapornic in izpust vode, kar bo povzročilo dotok hladnejše vode).

– **Kopičenje radioaktivnih, kemijskih in toplotnih emisij**

Zaradi upočasnitve toka reke Save se bodo v akumulacijskem bazenu HE Brežice radioaktivni izpusti iz NEK vezali na sedimente. Upravljavec verige HE mora zagotoviti, da pred odlaganjem sedimentov, ki bodo nastali pri čiščenju akumulacijskega jezera, na deponijo izvede meritve kontaminacije. Po strokovnih ocenah instituta Jožefa Stefana (IJS) naj ne bi bilo vplivov na podtalnico in črpališča pitne vode na Krško-Brežiškem polju, ker se načrtuje tesnjenje energetskih nasipov do nepropustne podlage. Preprečitev stika s podtalnico bo omejila tudi segrevanja podtalnice.

– **Poplavna varnost**

Poseben vpliv ima prav energetski nasip, ker se s tem omeji prelivanje visoke vode na desni breg in zaradi višje gladine Save ob NEK – manjši volumen za poplavni val. Zato bo potrebno pred NEK na desnem bregu zgraditi visokovodni preliv in dokazati, da pretok verjetne visoke vode ne povzroči prelivanja na levi breg, kjer je NEK. Kot je razvidno iz DPN za HE Brežice, se bo lokacija nizkih in srednjih radioaktivnih odpadkov (NSRAO) dodatno zaščitila z dvigom terena.

– **Naravne nesreče**

V primeru potresa ali drugih vzrokov obstaja velika verjetnost porušitve gorvodnih pregrad na HE, katere bi povzročile visokovodni ali porušitveni val. S tem bi bila

ogrožena varnost delovanja NEK. Po zagotovilih strokovnjakov se v takšnem primeru predvideva smiselno odpiranje zapornic na HE Brežice in s tem nižanje gladine v bazenu HE Brežice. Na ta način bi se zagotovilo več prostora za porušitveni ali visokovodni val.

– **Izvedba dodatnih tehničnih posegov v NEK**

Ker se bo gladina Save zaradi akumulacijskega bazena dvignila, bo potrebno v NEK opraviti določene tehnične posege. Na pregradi NEK se predvideva obnova zapornic, hidravličnih pogonov in posodobitev elektro opreme. Na črpališču, kjer zajemajo hladilno vodo iz Save, bo dopolnjena hidromehanska oprema za pogoje višje trajne gladine, na iztočnem objektu hladilne vode pa se bodo morale vgraditi remontne zapornice. Navedeni tehnični posegi bodo tako zahtevali dodatna finančna sredstva.

3.4.2 MOŽNI POPLAVNI VALOVI IN VARNOST NEK

NEK je ogrožena zaradi zunanjih poplav, ki so posledica naravnih vzrokov in sprememb na reki Savi zaradi gradnje HE. HE na Savi so povzročile izgubo retenzijskih površin, hitrejše potovanje poplavnih valov, kakor tudi možnost poplavnih valov ob možni porušitvi gorvodnih pregrad na HE Vrhovo, HE Boštanj, HE Blanca in HE Krško. To je redni pretok in približno 16 milijonov kubičnih metrov vode, ki se hranijo v zgornjih akumulacijskih bazenih. Slednje naj ne bi vplivalo na varnost NEK, saj naj bi bila ustrezno zaščiteni.

NEK je bila že v preteklosti dobro zaščiteni pred visokimi vodami. Na levem bregu Save, kjer je postavljena, jo že ves čas ščiti visokovodni nasip. Iz vseh preteklih poplav, ki so bile v času njenega obratovanja, ni utrpela nikakršne škode. Z uvedbo HE na Savi pa se je spremenil tudi rečni režim, kar pomeni, da ne bo več enako. Zato je potrebno sprejeti vse ukrepe za ureditev in zaščito NEK pred verjetno maksimalno poplavo.

Ob visokem vodostaju se je Sava pred NEK razlivala na desni breg in se tako volumensko razpršila na veliko področje. Danes bo z uvedbo akumulacijskega bazena bolj kanalizirana, gladina bo še višja, pretok pa malo manjši. Zato se tudi v DPN-ju predvideva visokovodni preliv v primeru velikega poplavnega vala, kjer bi se reka kontrolirano prelivala na desni breg.

Opravljen je bil preveritev poplavne varnosti s hibridno hidravličnim modelom (glej prilogo 3 in 4). Model prikazuje obseg in maksimalne globine pri analizi poplavnega vala s konico $Q = 3960 \text{ m}^3/\text{s}$ na območju Krško-Brežiškega polja za sedanje in bodoče stanje. Kot osnova za načrtovanje visokovodnih zaščit je bil vzet primer poplav iz leta 1990, ko je imela Sava največji pretok okoli $4000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sava se bo ob takšnem pretoku po izgradnji HE Brežice začela razlirati na levem bregu, tako kot danes. Na desnem bregu se bo začela razlirati šele pri višjem pretoku. To pa pomeni, da se bo poplavna varnost zlasti na desnem bregu Save izboljšala.

Akumulacijski bazen HE Brežice bo sposoben zadržati poplavne vode vsaj do $2330 \text{ m}^3/\text{s}$ na levem bregu. Vse, kar bo več, pa se bo prelivalo na desni in levi breg. Visoke vode se bodo na desno poplavno področje prelivale preko fiksnega preлива nad NEK. Modeliranje je pokazalo, da ne bi potrebovali tega preлива nasproti NEK, ker bi se z manjšimi posegi ohranilo današnje prelivanje od srednjih visokih voda naprej. Na levo poplavno področje bo omogočeno kontrolirano prelivanje preko reguliranega preлива, tik za obstoječim nasipom NEK. Preliv bo zgrajen iz okvirno 7 prelivnih polj širine približno 20 m z vmesnimi stebri. Predvidene so tudi zapornice, s katerimi bo moč visoke vode na levo poplavno področje spuščati regulirano.

Oba modela nam prikazujeta, da Sava s pretokom $3960 \text{ m}^3/\text{s}$, ki se je že zgodil in ni ogrožal varnost NEK, ne more ogroziti tudi ob vzpostavitvi HE Brežice.

Glede na to, da imamo možnost reguliranega pretoka do določene meje s pomočjo segmentnih zapornic na celotni verigi HE, se poraja vprašanje, v kolikšni meri pa lahko vplivamo na pretok in posledično zmanjšano poplavno ogroženost s pomočjo hidroelektrarn in njihovih akumulacijskih bazenov. Izhajati je potrebno iz preteklih največjih pretokov reke Save in pa volumenske zmožnosti sprejetja poplavnih valov. Akumulacijski bazeni od HE Vrhovo, vključujoč akumulacijski bazen HE Krško, bi lahko sprejeli po predhodni praznitvi okoli $16.000.000 \text{ m}^3$. To pa pomeni, da bi bili ob pritokih, kakršni so bili leta 1990 in septembra lani, sposobni zadrževati poplavni val nekje do treh ur s tem, da se na vseh pregradah konstantno spušča pretok nekje $1600 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pregrade na jezovnih zgradbah HE imajo pri tako velikih pretokih minimalen vpliv na regulacijo poplavnih valov.

3.5 VPLIV HE IN NJENE INFRASTRUKTURE NA OKOLICO

3.5.1 VPLIV HE NA URBANIZEM

Hidroelektrarne predstavljajo pomemben poseg v prostor, ki v okolje vnese določene spremembe, zato je umeščanju HE v prostor namenjena še posebna skrb, podprta s številnimi raziskavami in študijami vplivov.

Zagotovo lahko trdimo, da je z umestitvijo HE v prostor spodnje Posavje dobilo novo urbanistično podobo. Predvsem so to akumulacijski bazeni, ki s svojo velikostjo najbolj posegajo v življenjsko okolje tamkajšnjih prebivalcev. Zato morajo biti projektanti pri načrtovanju slednjih še najbolj pazljivi. Te je potrebno v prostor umestiti tako, da so usklajeni z okoljem, dopuščajo nadaljnji razvoj kraja in dovoljujejo kasnejšo smiselno prostorsko načrtovanje. Bistvo pri takšnem načrtovanju je, da je kasnejše stanje boljše ali pa vsaj enako prejšnjemu. V našem primeru je zagotovo boljše. Tako so po nasipih zgradili sprehajalne poti, na novo pa je zgrajenih kar nekaj mostov in brvi, ki so izboljšali povezave med obema bregovoma.

Hidroelektrarne so tiste, ki so pospešile obnovitev lokalnih cest in s sistemskimi rešitvami izboljšale prometno varnost. Veliko dela je narejenega na kanalizacijski infrastrukturi in izgraditvi čistilnih naprav.

Največjo okoljsko spremembo pa bo imela občina Brežice. Umestitev HE v prostor prinaša ureditev kolesarskih povezav na vplivnem območju HE Brežice in HE Mokrice, zgraditev čistilne naprave Brežice-zahod, tri nadomestne habitate⁸, ureditev obvodnega prostora ob HE Brežice na območju Vrbine (zahodna fasada mesta), ureditev rekreacijskega območja Vrbina in možnost uporabe plovnosti reke Save za rečno povezavo s Čateškimi toplicami.

Pri načrtovanju hidroelektrarn na spodnji Savi je posebna skrb namenjena ohranjanju narave. Zaradi tega so že bili in še bodo predvideni številni ukrepi, kot je zaščita zavarovanih suhih travnišč ter izvedba nadomestnih habitatov v obliki novih ojezeritev in

⁸ Habitat pomeni življenjsko okolje rastlin in živali. V bistvu gre za njihova bivališča (npr. habitat bukve je listnati gozd).

gozdov. Ob jezovnih zgradbah je postavljen prehod za vodne organizme, načrtovane pa so tudi gnezdilne stene za varovanje ptic. Vzpostavljena bodo tudi tako imenovana mirna območja, v katerih bodo dovoljene le pešpoti in ostale oblike rekreacije, ki ne onesnažujejo okolja z hrupom.

Če so cilji sodobnega urbanističnega načrtovanja, zagotoviti maksimalno kakovost življenja za meščane, močno in konkurenčno gospodarsko vlogo mest in zdravo okolje, potem so HE na spodnji Savi del tega sodobnega urbanističnega načrtovanja.

Vse elektrarne na spodnji Savi bodo približno enakega videza. Predlagala jih je skupina arhitektov v sodelovanju s strokovnjaki za krajinsko arhitekturo ob upoštevanju vseh merodajnih dejstev in okoliščin. Hidroelektrarne na spodnji Savi bodo po zagotovilih krajinskih arhitektov izboljšale kakovost okolja na tem delu.

3.5.2 ATMOSFERSKI VPLIV

Hidroelektrarne oziroma njihova akumulacijska jezera ne povzročajo večjih sprememb v uveljavljeni klimi. Gre pa za rahle mikroklimatske spremembe, kot je bolj pogosta megla, kot je bila prej. Megle je več v hladni polovici leta, bolj malo pa nekako od marca do julija. S strani prometne varnosti zna biti moteče, saj so glavne komunikacije prav ob akumulacijskih bazenih. Je pa res, da reliefne razmere bolj vplivajo na pojav megle. Zanimljivo je tudi rahel dvig zimskih temperatur in nižanje poletnih. Vse to pa je posledica velikih vodnih površin. Na tem področju se ob višjih temperaturah pospeši proces izhlapevanja vode. Zaradi povečanja vlage pa ni zaznati večjega razmnoževanja mrčesa. Prebivalci, ki živijo tik ob akumulacijskih jezerih, znajo povedati, da je ob visokih temperaturah v ozračju zaznati neprijeten vonj. Vzrok je v počasnem vodnem toku in posledično večjih zadrževalnih časih. Manjši kot je pritok, večji so zadrževalni časi. Samočiščenje, ki je bilo pred zajezitvijo porazdeljeno na veliko daljši odsek reke, se sedaj v bistveno večji meri odvija v akumulacijskem bazenu. Še bolj izrazit neprijeten vonj v ozračju pa je zaznati v času čiščenja sedimentov v akumulacijskih bazenih.

Splošna ocena je, da akumulacije s svojo prisotnostjo v okolju bistveno ne vplivajo na atmosfero v takšnem obsegu, da bi to motilo okoliško prebivalstvo. Zgoraj navedeni pojavi so časovno redki in po obsegu zelo majhni.

3.5.3 VPLIV HE NA OKOLIŠKO PREBIVALSTVO

Pred izgradnjo HE Vrhovo, ki je prva v verigi HE na spodnji Savi, se je pri ljudeh porajalo mnogo vprašanj. Bali so se predvsem akumulacijskega bazena in njegovega vpliva na okolico. Tudi po zagotovilih takratnih strokovnjakov, da to ne bo imelo bistvenega vpliva na okolico, so se pri ljudeh pojavili dvomi in minilo je kar nekaj let, da so okoliški prebivalci sprejeli objekt za svojega.

Da večjih težav s strani okoliških prebivalcev, ki bi izražali nestrinjanje umestitvi HE Boštanj in HE Blanca v okolje ni bilo, gre odgovor iskati predvsem v več letnih izkušnjah glede večjih vplivov HE Vrhovo in pripadajoče infrastrukture na okolje. Govorimo predvsem o tistih vplivih, ki bi vidno povzročili neko negativno spremembo v okolju. Drugače pa je ne smiselno govoriti o tem, da HE nimajo nikakršnega negativnega vpliva na okolje. Posledice so kompleksne in predvsem dolgoročne ter tako posredno kot tudi neposredno vplivajo na tamkajšnje prebivalstvo.

Zajezitev rek in s tem nastanek akumulacijskih bazenov pomeni poseg v vodno bilanco reke. Reke ne odtekajo po naravni poti, ampak je njihov odtok kontroliran s strani hidroelektrarn. Zato se zadrževalni časi vode v akumulacijskih bazenih gibljejo od nekaj ur do nekaj mesecev. Hitrost vode je tako bistveno manjša, prekine se transport plavin, prod in lebdeče plavine pa se odlagajo v jezeru. Na ta način se manjša koristen volumen akumulacijskega bazena. Pod jezom reka spet dobi veliko transportno zmogljivost in to povzroča dolvodno erozijo, ker je odložila plavine nad jezom.

Posledice izgradnje akumulacijskih bazenov pa se kažejo še v:

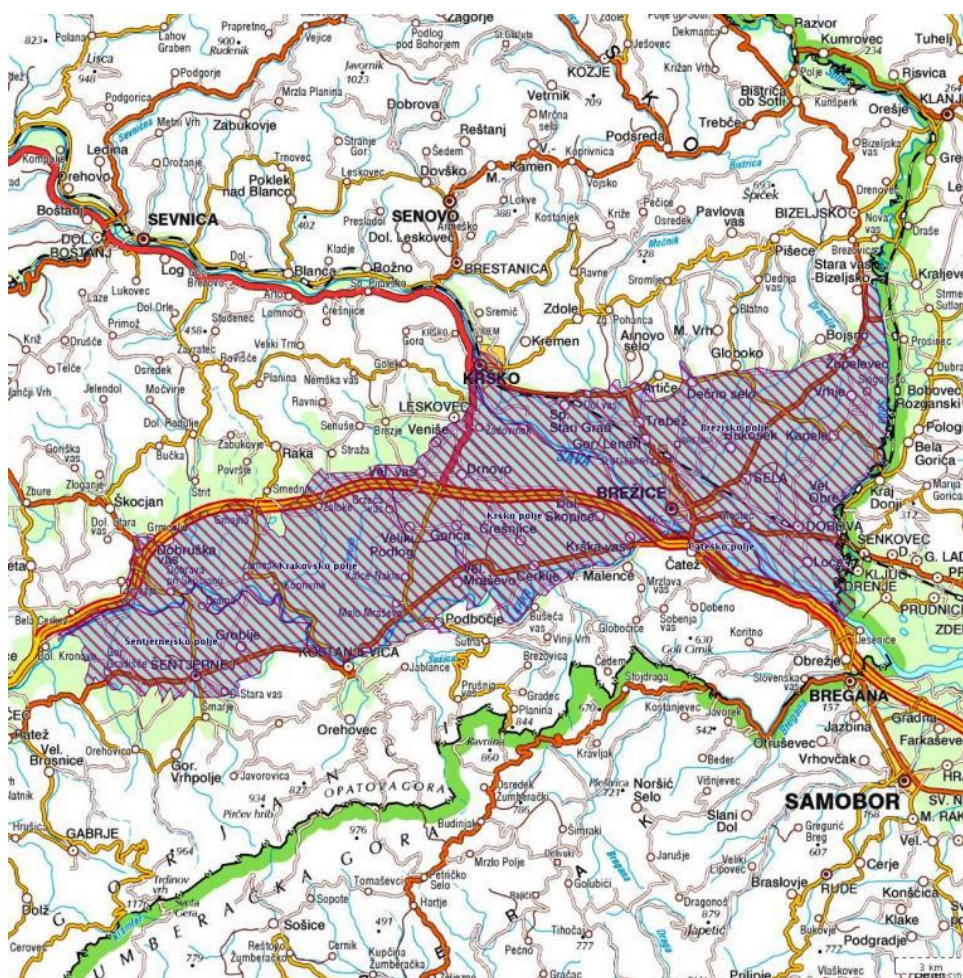
- spremembah morfologije⁹ vodotoka,
- znižanju števila in diverzitete rib,
- vplivu na kakovost vode, posebno pri močno obremenjenih rekah z odpadno vodo,
- vplivu na bakteriološko obremenitev,
- povečani rasti alg z vsemi posledicami,
- režimu podtalnice v ožjem in širšem območju zajezitve.

⁹ Morfologija je panoga biologije, ki proučuje obliko in zgradbo organizmov.

Prav slednje pa so tiste, ki danes povzročajo največ skrbi prebivalcem Spodnjega Starega Grada v občini Krško.

Celotno Krško-Brežiško polje je bogato s podtalno vodo, saj so prsti na produ in pesku. Podtalna voda je tudi pomemben vir pitne vode. Napaja se s pronicanjem rečne vode v prod in pesek. Na območju znotraj DPN za HE Brežice so na desni strani Save vodovarstven območja za zajetji Brege in Drnovo v občini Krško ter na levi strani Save zajetje Brezina, ki je v občini Brežice.

Na Brežiškem polju je gladina podzemne vode dokaj visoka. V obdobju med letoma 1971 do 2000 je bila v vodomerni postaji Spodnji Stari Grad zabeležena srednja gladina podzemne vode na 3,64 m, najvišji in najnižji gladini pa sta bili 2,24 m oz. 4,21 m. Podzemna voda se pretaka v smeri od SZ in S proti jugovzhodu.



Slika 18: Karta podtalne vode na Krško-Brežiškem polju

Vir: Interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije [online]. (Citirano 1. 4. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.geopedia.si>

V Naselju Spodnji Stari Grad (občina Krško), ki je 1,5 km SV od NEK je današnji nivo podtalne vode na približno 4-ih metrih pod površjem. Prebivalci se najbolj bojijo, da se bo ob polnjenju akumulacijskega bazena za potrebe HE Brežice, dvignil tudi nivo podtalne vode na 2 m pod površjem. Strokovnjaki, ki so predhodno opravili raziskave s pomočjo simulacij, napovedujejo kontroliran dvig podzemne vode (glej prilogo 1 in 2). Nesprejemljivo za krajanje Spodnjega Starega Grada je tudi nižanje podtalne vode. Tako lahko izgubijo podtalno vodo, ker reka Sava zaradi zatesnjenosti akumulacijskega bazena in postopnega mašenja stikov z glinastimi sedimenti ne bo več dovajala vode podtalnici. V primeru dviga podtalne vode bo ta negativno vplivala na prebivalce. Tako bo voda vlažila temelje hiš in vlaga povzročala škodo predvsem starejšim zgradbam zaradi slabe vertikalne hidroizolacije. Vprašanje je tudi statična stabilnost objektov in podkletenih hišam, ki imajo težave s podtalnico že sedaj, kakor tudi s tesnjenjem predvidenega skladišča (silosa) NSRAO, ki ga nameravajo zgraditi v neposredni bližini. Prebivalce moti tudi izgradnja nove betonarne, katera bi rada ponudila konkurenčen agregat za potrebe graditve skladišča NSRAO in HE Brežice. Zaradi vsega navedenega so krajanje Spodnjega Starega Grada 1. 3. 2011 sklicali zbor krajanov, katerega so se udeležili tudi podžupanja občine Krško in določeni strokovnjaki. S pogovori ni bila zadovoljna nobena od strani, zato bodo z vlaganjem pritožb na pristojne institucije krajanje Spodnjega Starega Grada nadaljevali.

HE na Savi, ki že obratujejo, imajo dokončno urejene tudi nasipe akumulacij. Tako so po nasipih zgradili sprehajalne poti, kjer ljudje stran od mestnega vrveža uživajo ob dolgih sprehodih, se rekreirajo in imajo svoj mir. Svojo pomembno vlogo na in ob akumulacijskih bazenih pa imajo tudi ribiči. Spremljajo in skrbijo za podvodni živi svet. Ena najbolj dejavnih je Ribiška družina Radeče, ki je na Hotemežu uredila vso potrebno infrastrukturo in že organizirala svetovna in evropska tekmovanja. Tudi delež manjših vodnih plovil se je bistveno povečal, odkar so akumulacijski bazeni, kjer ljudje najdejo sprostitev ob veslanju.

Še več prostora za rekreacijo pa se pričakuje ob izgradnji HE Brežice, kjer bodo območje pod Brežicami uredili kot rekreacijsko območje, ki bo omogočalo popolnoma nov nabor aktivnosti. Tako se bo kakovost življenjskega prostora na tem območju delno dvignila.

3.5.4 HE NA SPODNJI SAVI IN VOJAŠKI VIDIK

Obravnavano območje ima velik strateški pomen za obrambo Republike Slovenije. Področje ima ugoden geografski položaj in vse pomembne prometne povezave, vključno z letališčem Cerklje ob Krki. Ceste imajo velik vojaško-obrambni pomen, saj potekajo vzporedno z avtocesto in železnico ter prečno; te ceste povezujejo pomembnejše vojaško-geografske smeri¹⁰ (Posavska in del Dolenjske).

Energetski objekti na tem prostoru so nacionalnega pomena, saj oskrbujejo dobršen del Slovenije z električno energijo. Ključnega pomena pri obrambi države je NEK, ki bi lahko bila tarča terorističnih skupin.

Tudi HE na Savi lahko ob napadu ali diverziji na jezovne zgradbe povzročijo škodo, saj v svojih akumulacijskih bazenih hranijo ogromne količine vode, ki bi se ob poružitvah jezovnih zgradb sprostile in se spremenile v poplavni val. HE Vrhovo, HE Boštanj in HE Blanca hranijo okrog 25.000.000 m³ vode. Ob porušenju pregrad bi se tako od vsake akumulacije sprostito okoli 4 milijone m³. Po izračunih strokovnih inštitucij bi najhujše poplave povzročil poružitveni val treh zgornjesavskih HE pri osnovnem pretoku 2.765 m³/s, je pa ta analiza verjetno precenjena. Ob normalnih pretokih pa poplavni val ne bi povzročil škode, razen poplave dolvodno od Brežic.

Prehodnost reke Save je z umestitvijo HE v spodnji Posavski prostor postala zahtevna, kar pa vpliva na taktiko vojaških enot. Akumulacijski bazeni od Radeč vse do Hrvaške meje v bližnji prihodnosti predstavljajo veliko oviro. Bazeni so široki 150-200 metrov in več, globina pa je nekje 7 metrov, odvisno od sedimentov. Ponekod ima rečno dno kar debelo plast mulja in blata, zato prehodi brez plovnih sredstev niso mogoči. Zaradi urejenih brežin in visokega vodostaja pa je vstop s plovnimi sredstvi mogoč tako rekoč povsod. Navedeno področje ustvarja dobre pogoje za izvajanje defenzivnega delovanja, ker bi bila reka Sava z akumulacijo najverjetneje vojaška meja.

¹⁰ Vojaško-geografska smer je najpomembnejše območje premika vojaških enot med izhodiščem in ciljem. Predstavlja najugodnejši prehod v reliefnem in prometnem smislu od točke razvoja in do cilja. Je najlažje prehodno območje med dvema predeloma, najkrajša razdalja med dvema predeloma in najbolj infrastrukturno opremljena povezava med dvema predeloma.

Utesnjenost terena od Radeč dolvodno ne dopušča kakšnega večjega razvijanja enot. Pri prehodu bi bile enote kanalizirane in tako lahka tarča že manjših skupin. Šele na Krškem polju teren dopušča razvijanje oziroma postavitve neke taktične formacije večjih enot. Je pa od Krškega gorvodno idealen teren za postavitve enostranskih in dvostranskih zased.

Obravnavano področje nudi dobre pogoje za maskiranje, saj je področje bogato z vegetacijo, izključujoč Krško kotlino. Območja Lisce, Gorjancev, Krškega hribovja in vzhodno Posavsko hribovje so bogata z gozdovi, debelina debel pa takšna, da bi lahko nudila delno zaščito pred izstrelki in omejevala premik oklepni enot. Veliko je tudi naravnih zaklonov, ki so posledica lokalnih reliefnih oblik in omogočajo učinkovito zaščito manjšim enotam.

Spodnje Posavsko območje nudi ugodne pogoje za utrjevanje. Na Krškem polju po odstranitvi zgornjega sloja zemlje in gline kmalu pridemo do proda. Enako dobro se da utrjevati na okoliških hribovjih.

Spodnje Posavsko področje je zaradi razgibanega reliefa in objektov nacionalnega pomena zahtevno za vodenje vojaških akcij. Od poveljnikov zahteva skrbno načrtovanje in dobro poznavanje geografskega prostora.

4 SKLEP

Ustrezno uvajanje HE v geografski prostor je postopen, časovno dolg in zapleten proces, kjer moramo zadostiti številnim normativom. Temeljiti mora na številnih analizah, simulacijah in več letnih opazovanjih širšega prostora. Je obsežen projekt, kjer morajo sodelovati strokovnjaki iz različnih področij in skupaj poiskati najoptimalnejše rešitve, katere bodo udejanjili v naravi.

HE predvsem s pripadajočo infrastrukturo globoko zarežejo v geografski prostor in ga tudi temeljito spremenijo. Spremembe, predvsem tiste pozitivne, tudi sam dnevno izkoriščam, saj me življenje veže na vse tri spodnjeposavske občine. Obravnavani geografski prostor dobro poznam, skozi diplomsko delo pa smo še podrobneje spoznali HE in njihov vpliv na poplavno ogroženost. Gre za rečni odsek Zidani most–Blanca. V navedenem območju so tri HE, ki že obratujejo, zato smo lahko preučili njihov vpliv na poplave. Ostale HE dolvodno so v gradnji ali pa v planu, zato še nimajo vpliva na reko Savo.

Pred izgradnjo HE je reka Sava pogosto prestopila bregove in povzročala ogromno materialno škodo. Razlivala se je tako po levem, kot po desnem bregu, odvisno od kote. Posledice so bile toliko hujše tam, kjer so strnjena naselja. Prizanesla ni nobeni od Posavskih občin. Danes, ko na navedenem območju obratujejo tri HE, je poplavna ogroženost bistveno manjša. Z izgradnjo HE so se uredile brežine, protipoplavni zidovi, ostali pritoki in okoliška infrastruktura. Zadosten dokaz so bile septembrske poplave lansko leto, katere v primerjavi z poplavami leta 1990 na navedenem območju niso povzročile škode. Zato **potrjujemo prvo hipotezo**, ki trdi, da HE na spodnji Savi vplivajo na zmanjšanje poplavne ogroženosti na rečnem odseku Zidani most–Blanca.

Akumulacijski bazeni HE zavzemajo velike površine in imajo različne vplive na okolje, objekte v okolju in prebivalce. Ti so lahko pozitivni ali negativni. Med prve lahko zagotovo uvrstim urbanizem. Energetski objekti so v okolje postavljeni tako, da ne motijo, vsa ostala infrastruktura pa je usklajena z že obstoječo, kar je dokaz odličnega preteklega urbanističnega planiranja. Tako je bilo prenovljenih veliko cestnih odsekov, na novo zgrajenih mostov in brvi, kanalizacijske infrastrukture, čistilne naprave,

rekreacijskih površin ipd. Med negativne pa akumulacijski bazeni vplivajo na spremembo nivoja podtalne vode, habitate, zapletenost bodočega usklajenega delovanja med NEK in HE Brežice, zmanjšanje prodonosnosti itd. Navedeni negativni vplivi so po mojem razmišljanju delno rešljivi, vendar se bodo njihove posledice pokazale na dolgi rok.

Zaradi zgoraj omenjenih spoznanj lahko le **delno potrdimo izpeljano prvo hipotezo**, ki trdi, da imajo HE na spodnji Savi negativne posledice za okolje in njene prebivalce.

V DPN-ju za HE Brežice je sprejetih vrsto ukrepov za izboljšanje poplavne ogroženosti Krške vasi in Velikih Malenc. Iz pregleda načrta in poznavanja okolja lahko sklepamo, da se bo z izgradnjo obrežnega zidu, ki bo varoval vzhodni del gosto naseljene Krške vasi, in z lokalnimi zavarovanji na desnem bregu poplavna ogroženost bistveno zmanjšala, s tem pa tudi povzročena škoda, ki so jo redno povzročale že srednje visoke vode. Še naprej pa ostanejo poplavljeni kmetijske površine. Na podlagi načrtov, ki kažejo bodoče stanje **potrjujemo drugo izpeljano hipotezo**, da se bo z izgradnjo HE Brežice rešila poplavna ogroženost porečja reke Krke pred izlivom v Savo.

Akumulacijski bazeni HE na spodnji Savi imajo določeno prostornino, katero bi lahko uporabili kot prostor za poplavni val pod pogojem, da se akumulacije predhodno izpraznijo. Upoštevajoč ekstremno velike pretoke ($3960 \text{ m}^3/\text{s}$), ki so se že zgodili, bi omenjeni načrt po grobih izračunih vzdržal do 3 ure, ko bi se akumulacije napolnile. Upoštevan je tudi redni pretok nekje $1500 \text{ m}^3/\text{s}$, ki bi se v tem času kontrolirano spuščal. Omenjeni načrt ne pride v poštev, saj ima Sava velike pretoke po več ur. Načrt pa je smiseln ob porušitvi katere izmed zgornjih pregrad (potres, diverzija), katere vode bi se razporedile po spodnjih akumulacijah.

Izpeljano hipotezo tri, ki trdi, da se s pravočasnim praznjenjem vseh akumulacijskih bazenov na spodnji Savi (prostor za poplavni val) in usklajenim zapiranjem in odpiranjem pregrad na vseh HE da regulirati poplavni val in s tem nevtralizirati možnost poplav, v celoti ovržemo.

Potrošniški poplavni val nas je že zdavnaj dosegel in začuda se kar dobro počutimo v njem. Ne glede na to, kakšne vplive imajo energetske objekti, ki začnejo delovati v okolju, bo potrebno še bolj razmišljati v smeri racionalne rabe energije.

Glede poplavne ogroženosti pa: »Žalostno je pomisliti, da narava govori in da človeški rod ne posluša« (Victor Hugo).

5 VIRI IN LITERATURA

Atlas Slovenija v sliki in besedi: Slovenija pokrajine in ljudje. Ljubljana: Mladinska knjiga, 1998, 652-675.

Biološki inštitut Jovana Hadžija [online]. *Generalizirana vegetacijska karta gozdnih združb v merilu 1:400 000* (Citirano 20. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://bijh.zrc-sazu.si/bio/SI/Zbirke/400/400.asp>

Bratun, Z. *Vojaška geografija I.* Ljubljana: Fakulteta za družbene vede, 2005.

Cvitanič, I. *Acta hydrotechnica 17/25. Analiza možnih kakovostnih sprememb Save v akumulaciji HE Vrhovo v povprečnih in ekstremnih hidroloških pogojih s pomočjo matematičnega modela.* Ljubljana: Hidrotehnična smer FGG, 1999.

Čampa, T. *Diplomska naloga: Regionalni razvoj Posavja.* Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1999.

Državni prostorski načrt za območje HE Brežice. *Okoljsko poročilo za DPN za območje HE Brežice*, št. projekta: OP – 136/08, str. 32 – 36 in 81 - 87.

Državni prostorski načrt za območje HE Brežice. *Okoljsko poročilo za DPN za območje HE Brežice*, št. projekta: OP – 136/08, str. 104 - 109.

Geodetski inštitut Slovenije [online]. *Podnebje.* (Citirano 20. 3. 2011). Dostopno na naslovu: http://www.gis.si/egw/GOS_T12_P04/index.html

Hidroelektrarne na spodnji Savi - HESS [online]. *Projekti.* (Citirano 28. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.he-ss.si/>

Infra [online]. *Hidroelektrarna Blanca.* (Citirano 26. 3. 2011). Dostopno na naslovu: http://www.infra.si/hidroelektrarna_blanca.html

Klimatografija Slovenije: *Količina padavin.* Ljubljana: Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, 1995, str. 119, 134, 267.

Kodrič, B. Diplomatska naloga: *Zemeljske pregrade*. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, 2009. Dostopno na naslovu: <http://dkum.uni-mb.si/IzpisGradiva.php?id=12298>

Melik, A. *Posavska Slovenija: Spodnje Zasavje*. Ljubljana: Slovenska matica, 1959.

Molan, I. Hidroelektrarna Brežice: Veriga hidroelektrarn na spodnji Savi ima velik pomen za občino Brežice. *Posavski Obzornik: Priloga o HE Brežice*. Krško, 1997, let. 15, št. 3, str. 1.

Pavlovič, P. HE Brežice: Največ dvomov o zaščiti pred poplavami. *Posavski Obzornik*. Krško, 1997, let. 15, št. 4, str. 1 in 9.

Regionalna razvojna agencija Posavje [online]. *Regionalni razvojni program regije Posavje v obdobju 2007 - 2013*. (Citirano 14. 4. 2011). Dostopno na naslovu: http://www.lokalno.si/media/objave/priponke/2007/11/zlozenka_rrp.pdf

Savske elektrarne [online]. *Hidroelektrarne na Savi*. (Citirano 19. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.sel.si/index.php?id=3>

Statistični urad Republike Slovenije [online]. *Prebivalstvo po petletnih starostnih skupinah in spolu, statistične regije, Slovenija, letno*. (Citirano 20. 3. 2011). Dostopno na naslovu:

http://www.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0520302S&ti=&path=../Database/Dem_soc/05_prebivalstvo/01_stevilo_preb/01_05203_star_spol/&lang=2

Statistični urad Republike Slovenije [online]. *Slovenske regije v številkah*. (Citirano 18. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.stat.si/doc/pub/REGIJE-2010.pdf>

Statistični urad Republike Slovenije [online]. *Statistične regije*. (Citirano 18. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.stat.si/obcinevstevilkah/Vsebina.aspx?id=149>

Stojič, Z. HE Brežice: HE Brežice del naravnega okolja. *Posavski Obzornik: Priloga o HE Brežice*. Krško, 1997, let. 15, št. 3, str. 4.

Stopar, M. Diplomatska naloga: *Regionalna struktura Posavja s posebnim ozirom na vojaško-obrambne vidike*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede, 2006.

Tehnički list [online]. *Osnova hidroelektrične centrale grada Zagreba na rijeci Savi*

između Rajhenburga i Čateža. (Citirano 29. 3. 2011). Dostopno na naslovu:
<http://www.he-ss.si/pdf/tehnici-list.pdf>

Trontelj, M. *Kronika izrednih vremenskih dogodkov XX. Stoletja: Pomembni vremenski dogodki v zgodovini*. Ljubljana: Hidrometeorološki zavod RS, 1997.

Uvod v logistično infrastrukturo [online]. *Infrastruktura železniškega prometa*. (Citirano 21. 3. 2011). Dostopno na naslovu:

http://164.8.132.54/Logisticna_infrastruktura_VS/cetrto.html

Uprava RS za zaščito in reševanje [online]. *Povzetek načrta in reševanja ob poplavih*. (Citirano 22. 3. 2011). Dostopno na naslovu:

<http://www.sos112.si/slo/page.php?src=na13.htm>

Uredba o standardni klasifikaciji teritorialnih enot. *Uradni list Republike Slovenije*, št. 28/2000, str. 3555.

Zbirka atlasov za šolo in dom: Geografski atlas Slovenije. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 2010, str. 50-58.

6 SEZNAM SLIK

SLIKA 1: SPODNJEPOSAVSKA REGIJA	5
SLIKA 2: GEOLOŠKA SESTAVA POSAVJA	6
SLIKA 3: VODNE POVRŠINE POSAVJA	9
SLIKA 4: PILOTNA STENA (OBČINA SEVNICA)	19
SLIKA 5: DROŽANJSKI POTOK DANES, 50 METROV PRED IZLIVOM V REKO SAVO	20
SLIKA 6: PROTIPOPLAVNI ZID V DOLENJEM BOŠTANJU V OBČINI SEVNICA	21
SLIKA 7: PROTIPOPLAVNI ZID V RADEČAH – STAROGRAJSKA ULICA (PRIMERJALNA SLIKA; LEVO: PRIKAZ POPLAV LETA 1990, DESNO: JESENSKE POPLAVE 2010)	22
SLIKA 8: POVPREČNA LETNA VIŠINA PADAVIN V OBDOBJU 1961-1990	23
SLIKA 9: HE VRHOVO	26
SLIKA 10: POGLED IZ ZRAKA NA HE BOŠTANJ	28
SLIKA 11: HE BLANCA	29
SLIKA 12: HE KRŠKO V IZGRADNJI	30
SLIKA 13: HE BREŽICE	31
SLIKA 14: SOTOČJE SAVE IN KRKE	33
SLIKA 15: DANAŠNJA SITUACIJA GLEDE POPLAVNE OGROŽENOSTI VASI LOČE PRI DOBOVI	35
SLIKA 16: BREŽIŠKI NASIP	35
SLIKA 17: DRŽAVNI PROSTORSKI NAČRT ZA OBMOČJE HE BREŽICE- OSNUTEK (POVZETEK ZA JAVNOST)	37
SLIKA 18: KARTA PODTALNE VODE NA KRŠKO-BREŽIŠKEM POLJU	44

7 SEZNAM PREGLEDNIC

TABELA 1: MESEČNA KOLIČINA PADAVIN (mm ali l/m ²) ZA LISCO, SEVNICO IN KRŠKO V OBDOBJU 1961-1990	10
TABELA 2: ŠTEVILO VSEH PREBIVALCEV SPODNJEGA POSAVJA PO LETIH V OBDOBJU 2000-2010	12

8 SEZNAM GRAFOV

GRAF 1: SEZONSKA PORAZDELITEV PADAVIN V RAZLIČNIH KRAJIH24

9 PRILOGE

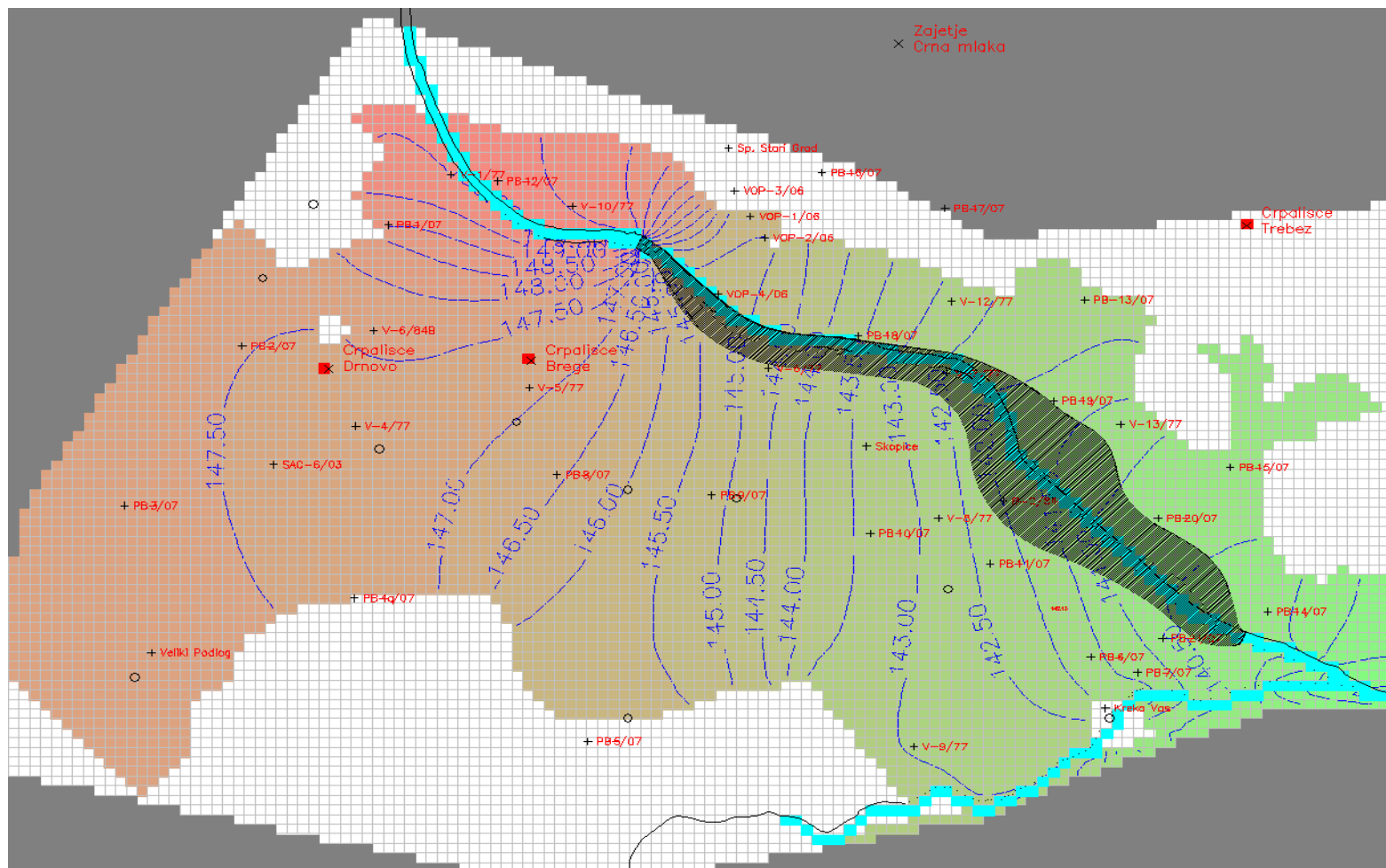
PRILOGA 1: NIVOJI PODZEMNE VODE ZA OBSTOJEČE STANJE KRŠKO-BREŽIŠKEGA POLJA

PRILOGA 2: NIVOJI PODZEMNE VODE ZA BODOČE STANJE KRŠKO-BREŽIŠKEGA POLJA

PRILOGA 3: PREVERITEV POPLAVNE VARNOSTI S HIBRIDNO HIDRAVLIČNIM MODELOM. PRIKAZ OBSEGA IN MAKSIMALNIH GLOBIN PRI ANALIZI POPLAVNEGA VALA S KONICO $Q = 3960 \text{ m}^3/\text{s}$ NA OBMOČJU KRŠKO-BREŽIŠKEGA POLJA ZA SEDANJE STANJE

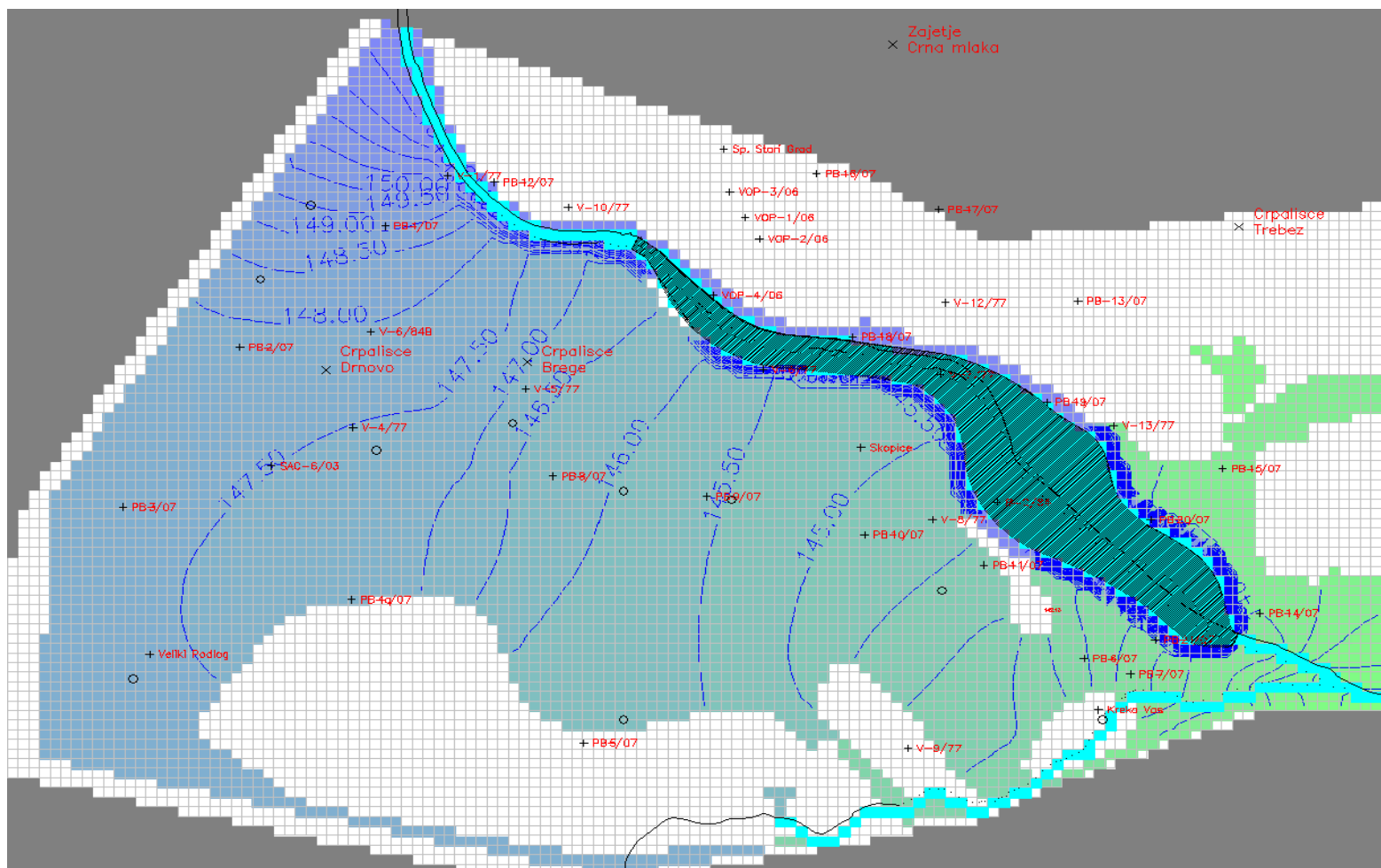
PRILOGA 4: PREVERITEV POPLAVNE VARNOSTI S HIBRIDNO HIDRAVLIČNIM MODELOM. PRIKAZ OBSEGA POPLAV IN MAKSIMALNIH GLOBIN VODE PRI ANALIZI POPLAVNEGA VALA S KONICO REKE SAVE $Q = 3960 \text{ m}^3/\text{s}$ IN DOTOKOM KRKE $Q = 374 \text{ m}^3/\text{s}$ NA OBMOČJU KRŠKO-BREŽIŠKEGA POLJA, ZA BODOČE STANJE, Z LEVIM RAZBREMENILNIKOM

PRILOGA 5: ELEKTRONSKI IZVOD DIPLOMSKEGA DELA (NA CD-JU)



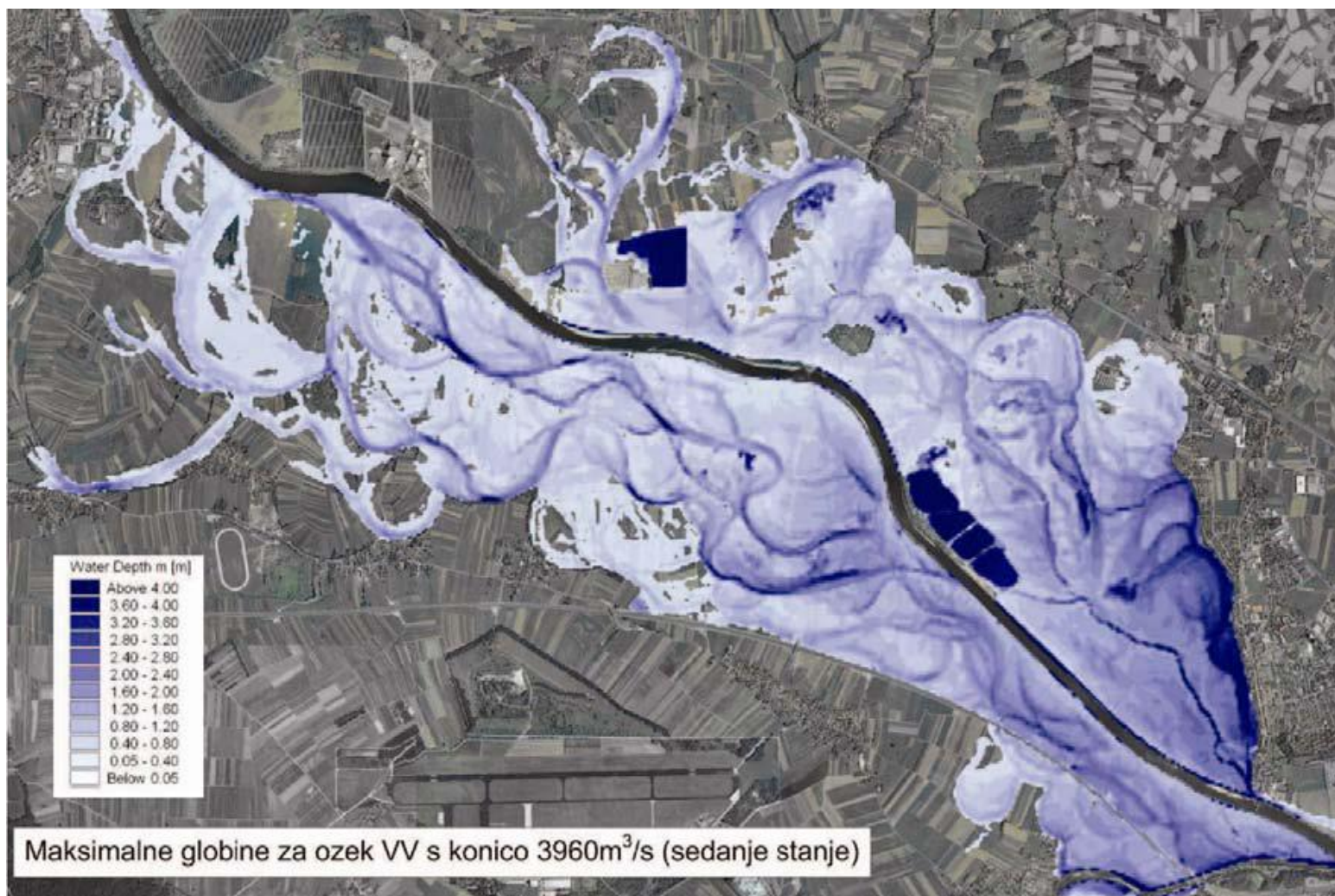
PRILOGA 1: Nivoji podzemne vode za obstoječe stanje Krško-Brežiškega polja

Vir: Okoljsko poročilo za DPN HE Brežice – Podzemne vode. Izdelovalec: Institut Jožef Stefan (IJS) in Inštitut za zdravstveno hidrodinamiko (IZH, september 2007)



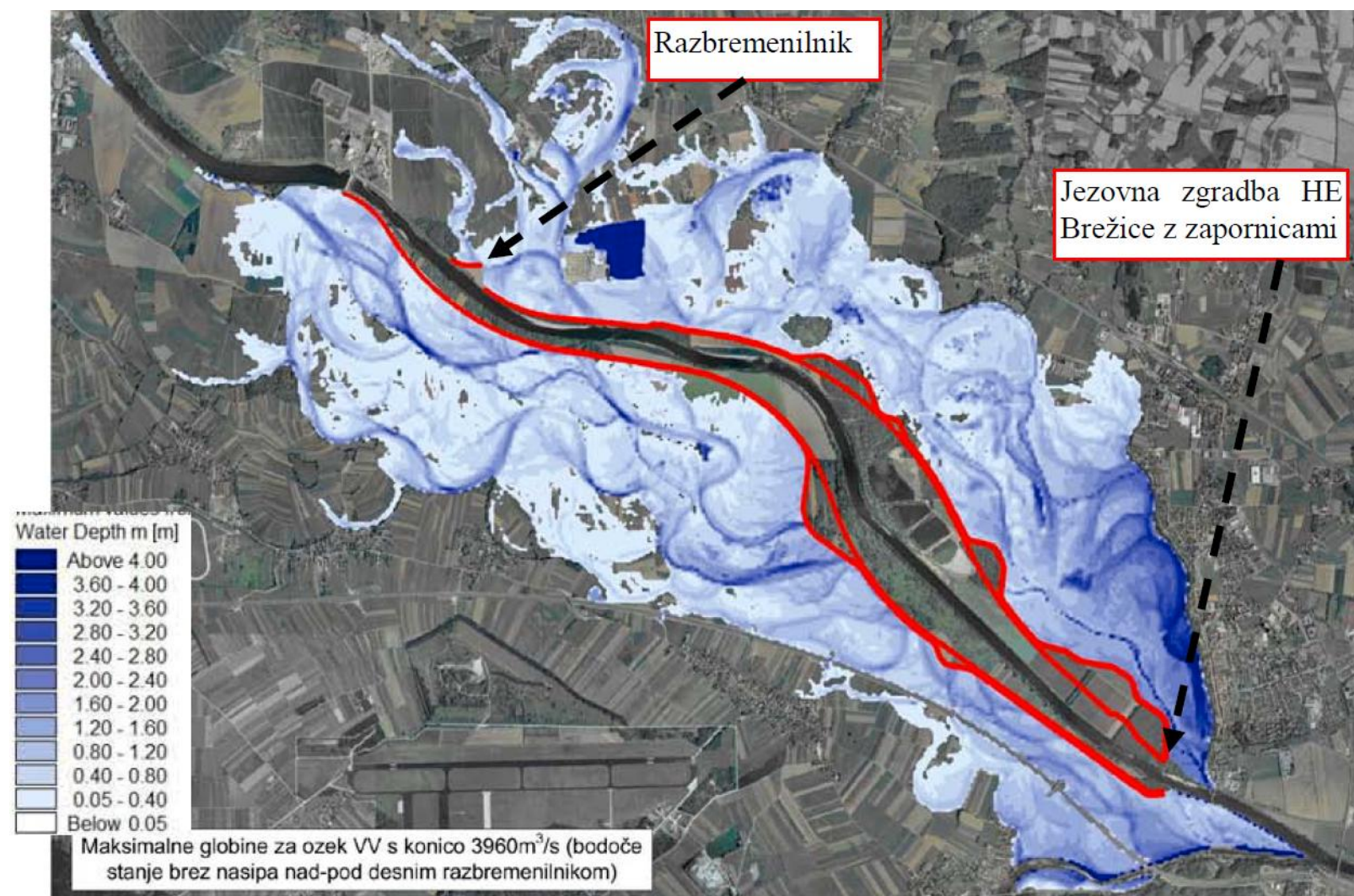
PRILOGA 2: Nivoji podzemne vode za bodoče stanje Krško-Brežiškega polja

Vir: Okoljsko poročilo za DPN HE Brežice – Podzemne vode. Izdelovalec: IJE in IZH, september 2007



PRILOGA 3: Preveritev poplavne varnosti s hibridno hidravličnim modelom. Prikaz obsega in maksimalnih globin pri analizi poplavnega vala s konico $Q = 3960 \text{ m}^3/\text{s}$ na območju krško brežiškega polja za sedanje stanje

Vir: Okoljsko poročilo za DPN HE Brežice – Površinske vode. Izdelovalec: Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, maj 2010)



PRILOGA 4: Preveritev poplavne varnosti s hibridno hidravličnim modelom. Prikaz obsega poplav in maksimalnih globin vode pri analizi poplavnega vala s konico reke Save $Q = 3960 \text{ m}^3/\text{s}$ in dotokom Krke $Q = 374 \text{ m}^3/\text{s}$ na območju Krško-Brežiškega polja, za bodoče stanje, z levim razbremenilnikom
 Vir: Okoljsko poročilo za DPN HE Brežice – Površinske vode. Izdelovalec: Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem (Univerza v Ljubljani, FGG, maj 2010)