

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

**DIPLOMSKO DELO**

**OKOLJSKA PROBLEMATIKA MALIH HIDROELEKTRARN V  
SLOVENIJI**

**MLINAR ANA**

**VELENJE, 2012**

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

**DIPLOMSKO DELO**

**OKOLJSKA PROBLEMATIKA MALIH HIDROELEKTRARN V  
SLOVENIJI**

**MLINAR ANA**  
**VARSTVO OKOLJA IN EKOTEHNOLOGIJA**

**Mentor: doc. dr. Nataša Smolar-Žvanut**

**VELENJE, 2012**

Priloga 2: Sklep o diplomskem delu



Številka: 726-28/2011-2

Datum in kraj: 27. 9. 2011, Velenje

Na osnovi pravilnika o diplomskem redu

izdajam

**SKLEP O DIPLOMSKEM DELU**

Študentu-ki VŠVO

Ani Mlinar

se dovoljuje izdelati diplomsko delo pri predmetu: Ekosistemska biologija

Mentor-ica: doc. dr. Nataša Smolar-Žvanut

Somentor-ica: \_\_\_\_\_ /

Naslov diplomskega dela v slovenskem jeziku: Okoljska problematika malih hidroelektrarn v Sloveniji

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku: Environmental aspects of small hydropower plants in Slovenia

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z Navodili za izdelavo diplomskega dela.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat v roku 3 delovnih dni.



Dekanica  
doc. dr. Natalija Špeh

Izjavljam, da je diplomsko delo v celoti moje avtorsko delo.

Mlinar Ana

## **ZAHVALA**

*Želela bi se zahvaliti vsem, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastajanju te diplomske naloge. V prvi vrsti gre seveda zahvala moji mentorici doc. dr. Nataši Smolar-Žvanut, ki mi je ves čas stala ob strani in mi pomagala s koristnimi nasveti. Pripomogla je k temu, da je diplomska naloga dovolj strokovna in iz rpna. Zahvalila bi se tudi lastnikom MHE za iz rpne podatke.*

*Zahvala gre tudi vsem mojim doma im, ki so mi stali ob strani ves čas mojega študija.*

*Ana Mlinar*

## **OKOLJSKA PROBLEMATIKA MALIH HIDROELEKTRARN V SLOVENIJI**

### **IZVLE EK**

Naloga prikazuje vodno energijo kot eno izmed najpomembnejših oblik obnovljivih virov energije v 21. stoletju. Energetska politika Evropske unije zahteva, da se poveča proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov energije. Večina držav mora, poleg drugih virov, povečati tudi proizvodnjo hidroenergije. Veliko slovenskih rek je že energetsko izkoriščenih, kljub temu pa obstaja še veliko hidroenergetskega potenciala v manjših rekah in potokih.

Izraba vodne energije za proizvodnjo elektrike v mali hidroelektrarni predstavlja uinkovit in stabilen vir energije. Vendar pa obstajajo nekateri negativni vplivi, ki jih je potrebno upoštevati pred izgradnjo malih hidroelektrarn. Bistveno je, da razumemo potencialne energetske koristi, kot tudi omejitve hidro tehnologije. To delo bo poskušalo orisati nekatere prednosti in slabosti malih hidroelektrarn.

V diplomski nalogi so opisane tri male hidroelektrarne na Koroškem. Na podlagi terenskega ogleda je bila narejena analiza okoljskih vplivov. V primerih zajezitve je prišlo, zaradi odvzema vode, do spremembe v vodnem in obvodnem ekosistemu. Pred zajezitvijo se je tok vode upoasnjal, v strugi je bilo opaziti nanose proda in mulja. Na odseku odvzema vode se je zmanjšal pretok vode in omoenost struge. S tem je bila spremenjena hidromorfologija vodotoka.

Vpliv malih hidroelektrarn na okolje je odvisen od tipa in načina izgradnje male hidroelektrarne, dolžine in količine odvzema vode iz vodotoka in zagotavljanja ekološko sprejemljivega pretoka. Zajezitev vodotoka večinoma dokončno prekine migracijske poti, ki so pomembne za reprodukcijo in za preživetje ribjih populacij. Gradnja malih hidroelektrarn moramo izvesti tako, da se upoštevajo vse možne tehnološke rešitve s ciljem, da ima poseg čim manjši vpliv na okolje.

*Ključne besede: hidroenergija, mala hidroelektrarna, okoljski vpliv, vodotok.*

## **ENVIRONMENTAL ASPECTS OF SMALL HYDROPOWER PLANTS IN SLOVENIA**

### **ABSTRACT**

The thesis presents hydroenergy as one of the most important forms of renewable energy sources in the 21st century. Energy policy of the European Union requires maximizing of the electricity production from renewable energy sources. In addition to other sources, most of the countries also have to increase the production of hydropower. Many of Slovenian rivers have already been exploited for the manufacture of energy, however, there are many hydropower potentials in the small river streams left.

The utilization of water power for the production of electricity in a small hydropower plant represents an effective and stable source of energy. However, there are some negative impacts that need to be considered before the construction of small hydropower plants. It is essential to understand the potential energy benefits, as well as the limitations of the hydro technology. This work will attempt to outline some of the pros and cons of small hydropower plants.

In the diploma thesis three small hydropower plants in Koroška region are described. An analysis of the environmental impacts has been made, based on the field visits. In the case of suppression, it came to changes in the water and waterside ecosystem, due to withdrawal of water. Before the damming, the water flow slowed down, layers of gravel and silt were spotted in the river bed. In the water abstraction section, the water flow and river bed dampness was decreased. That caused a change in the watercourse hydro morphology.

The ecological impact of small hydropower plants on watercourse ecology depends on the type and construction manner of a small hydropower plant, length and volume of water abstraction from a watercourse and providing ecologically acceptable water flow. The impoundment of a watercourse mostly finally interrupts migration routes important for the reproduction and survival of fish population. The construction of small hydropower plants must be carried out in a way, to take in account all possible technical solutions, with the aim to secure as minor effects on the environment as possible.

*Key words: hydroenergy, small hydropower plant, ecological impact, watercourse.*

## KAZALO VSEBINE

<b>1 UVOD</b> .....	<b>8</b>
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA.....	8
1.2 NAMEN IN CILJI.....	9
1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE .....	10
1.4 METODE DELA.....	10
<b>2 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE</b> .....	<b>11</b>
2.1 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE .....	12
2.2 HIDROENERGIJA .....	13
<b>3 MALE HIDROELEKTRARNE</b> .....	<b>17</b>
3.1 GRADNJA MALIH HIDROELEKTRARN V SVETU IN V SLOVENIJI .....	20
3.2 NARAVNOGEOGRAFSKE DANOSTI ZA GRADNJO MALIH HIDROELEKTRARN V SLOVENIJI .....	23
3.2.1 POSTOPKI PRIDOBIVANJA DOVOLJENJ.....	25
3.2.2 VODNA DOVOLJENJA ZA OBRATOVANJE MALIH HIDROELEKTRARN.....	25
3.3 OKOLJSKI VPLIVI MALIH HIDROELEKTRARN.....	27
3.3.1 VPLIV NA HIDROLOŠKE IN MORFOLOŠKE ZNA ILNOSTI VODOTOKA.....	28
3.3.2 VPLIV NA VODNE IN OBVODNE ORGANIZME .....	30
3.3.2.1 VPLIV NA RIBE .....	32
3.3.3 VPLIV NA FIZIKALNO-KEMIJSKE ZNA ILNOSTI VODOTOKA .....	36
3.3.4 VPLIV NA KRAJINO .....	37
3.4 KONVENCIJE IN DRUGI AKTI, KI OBRAVNAVAJO OKOLJSKO PROBLEMATIKO MALIH HIDROELEKTRARN.....	37
3.4.1 NATURA 2000 IN EKOLOŠKO POMEMBNA OBMO JA.....	40
3.4.2 ALPSKA KONVENCIJA .....	42
3.5 PRIMERI DOBRE PRAKSE – POSKUS REVITALIZACIJE MLINOV V BELI KRAJINI .....	44
<b>4 ŠTUDIJA VPLIVOV NA OKOLJE</b> .....	<b>48</b>
4.1 DOLO ITEV EKOLOŠKO SPREJEMLJIVEGA VODOTOKA (Qes) .....	50
4.1.1 DEFINIRANJE EKOLOŠKO SPREJEMLJIVEGA PRETOKA.....	51
4.1.2 METODE DOLO ANJA EKOLOŠKO SPREJEMLJIVEGA PRETOKA .....	51
4.2 DOLO ITEV LOKACIJE ZA GRADNJO MALIH HIDROELEKTRARN.....	53
<b>5 ANALIZA VPLIVOV MALE HIDROELEKTRARNE TOPLA IN MALIH HIDROELEKTRARN NA STROJNSKI REKI NA OKOLJE</b> .....	<b>54</b>
5.1 OPIS MALE HIDROELEKTRARNE .....	54
5.1.1 MALA HIDROELEKTRARNA TOPLA .....	54
5.1.2 MALA HIDROELEKTRARNA PRIKERŽNIK IN MALA HIDROELEKTRARNA GOSTEN NIK.....	60
5.2 ANALIZA OKOLJSKIH VPLIVOV.....	65
5.2.2 MHE TOPLA.....	65
5.2.2 MHE GOSTEN NIK IN MHE PRIKERŽNIK.....	66
5.2.3 DISKUSIJA: PRIMERJAVA VPLIVOV NA OKOLJE.....	67
<b>6 ZAKLJU EK</b> .....	<b>68</b>
<b>7 POVZETEK</b> .....	<b>71</b>
<b>8 LITERATURA IN VIRI</b> .....	<b>74</b>



## KAZALO SLIK

Slika 1: Shema delovanja HE .....	14
Slika 2: Mala hidroelektrarna .....	18
Slika 3: Primeri MHE .....	19
Slika 5: Območje, ki ga pokriva Konvencija o varstvu Alp .....	42
Slika 6: Merila za presojo ekološke in pokrajinske vrednosti .....	50
Slika 7: Območja na Koroškem .....	54
Slika 8: Območja na Koroškem – MHE Topla .....	55
Slika 9 in 10: Strojnica – MHE Topla, območja na Koroškem .....	57
Slika 11: Zajetje vode pred pregrado – MHE Topla, območja na Koroškem .....	57
Slika 12: Naplavine peska, zajetje – MHE Topla, območja na Koroškem .....	58
Slika 13 in 14: Pregrada – MHE Topla, območja na Koroškem .....	58
Slika 15 in 16: Gosta rešetka – MHE Topla, območja na Koroškem .....	58
Slika 17 in 18: Groba rešetka (desno) in pregrada – MHE Topla, območja na Koroškem .....	59
Slika 19: Pogled v drugo peščenico – MHE Topla, območja na Koroškem .....	59
Slika 20: Dotok v MHE – MHE Topla, območja na Koroškem .....	59
Slika 21: Iztok iz MHE – MHE Topla, območja na Koroškem .....	60
Slika 22: Območja Ravne na Koroškem .....	60
Vir: <a href="http://www.koropedija.si/index.php/ob%C4%8Dina_Ravne_na_Koro%C5%A1kem">http://www.koropedija.si/index.php/ob%C4%8Dina_Ravne_na_Koro%C5%A1kem</a> .....	60
Slika 23: Območja Ravne na Koroškem – MHE Gostenjnik in MHE Prikeržnik .....	61
Slika 24: Strojnica – MHE Gostenjnik, Ravne na Koroškem .....	62
Slika 25 in 26: Strojnica (Peltonova dvošobna turbina – levo) – MHE Gostenjnik, Ravne na Koroškem .....	63
Slika 27: Strojnica (Peltonova enošobna turbina) – MHE Gostenjnik, Ravne na Koroškem .....	63
Slika 28 in 29: Zajetje (gosta rešetka) – MHE Gostenjnik, Ravne na Koroškem .....	63
Slika 30: Iztok iz MHE Gostenjnik in hkrati zajem za MHE Prikeržnik, Ravne na Koroškem .....	64
Slika 31: Iztok MHE Prikeržnik in strojnica, Ravne na Koroškem .....	64
Slika 32: Strojnica MHE Prikeržnik (Bankijeva vodna turbina), Ravne na Koroškem .....	64

## 1 UVOD

Vse dražja fosilna goriva in vedno večja poraba energetskih virov silijo svet v razmišljanje, kako priti do cenejše energije in ob tem zaščititi svet pred nadaljnji okoljskimi problemi, ki so posledica vedno večjega onesnaženja. Ena od možnih rešitev je večja raba obnovljivih energetskih virov za pridobivanje potrebne energije.

Med obnovljive energetske vire sodi tudi vodna energija. Na ta vir energije je osredotojena tudi diplomska naloga. Hidroenergija predstavlja v današnjem energetsko potratnem svetu tretji največji vir električne energije, takoj za premogom in nafto ter plinom. Izkoriščanje vodne energije ima pozitivne posledice na okolje, saj zmanjšuje emisije toplote in grednih plinov, s tem ko nadomešča ostale naftne proizvedene energije. V današnjem času zato voda predstavlja ekonomsko dobrino. Zaradi tega je treba količino, predvideno za pretvorbo v električno energijo, uravnotežiti in kjer je le mogoče, združiti njeno izkoriščanje z izkoriščanjem v druge namene (Energija vode, 2012).

Vpliv obnovljivih virov energije na okolje in naravo je lahko pozitiven, lahko pa tudi ne. Pri kakovostnem projektu rabe obnovljivih virov energije so vplivi, gledano globalno, po navadi pozitivni, vsaj izkušnje kažejo tako. Pri neprimernem projektu so lahko vplivi negativni.

Sprijazniti se je potrebno z dejstvom, da imajo obnovljivi viri energije tudi določene negativne vplive na okolje in naravo, da pa je vsota teh manjša kot pri fosilnih gorivih. Zaenkrat še ne poznamo tehnologij, ki ne bi imele negativnih vplivov na okolje in naravo, zato je edina pot ta, da sprejmemo določeno raven negativnih vplivov na okolje, vendar le pod pogojem, da je skupna 'bilanca' pozitivna. Za zmanjšanje vplivov na okolje in naravo je potrebno izdelati celovito presojo vplivov na okolje za energetski sektor. Prav tako se moramo za zmanjšanje vplivov na okolje in naravo naučiti iskati alternativne rešitve (Focus, 2005).

### 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Energija vode je zanesljiva, testirana, uporabljena tehnologija; ima znane pozitivne in negativne učinke. Hidroelektrarne imajo obratovalno dobo tudi nad 100 let in so vsekakor bolj učinkovite kot vse ostale vrste elektrarn, ki uporabljajo obnovljive in neobnovljive vire (izjema so le geotermalne energije). Stroški obratovanja in vzdrževanja so nizki, nadzor obratovanja pa je praviloma enostaven. Olajšan je hiter odziv na spremembe pretoka in učinkovita izhodna regulacija. Izkoristek, s katerim pretvarjajo vodne turbine energijo vode v mehansko energijo, je na splošno med 85 in 95 %, kar je precej več, kot so vrednosti za ostale vrste elektrarn (Energetska agencija za Podravje, 2012).

Hidroenergija je trenutno najpomembnejša svetovna in evropska tehnologija za proizvodnjo električne energije s pomočjo obnovljivih virov po instalirani moči in pridobljeni energiji. V Evropski uniji (EU) ni enotnega zakona, ki bi definiral, kaj je mala hidroelektrarna (MHE). Osnovna delitev je na podlagi instalirane moči. Zgornja meja moči MHE se sicer razlikuje od države do države (1,5 do 25 MW), vendar se v zadnjem času uveljavlja 10 MW kot splošno priznana meja, ki jo uporablja tudi Evropsko združenje za MHE (ESHA; European Small Hydropower Association). Gradnja MHE bi morala biti bolj nadzorovana, saj cele vrste relevantnih podatkov običajno za izbrano lokacijo MHE ni na voljo, posebej tistih, za katere potrebujemo meritve skozi obdobje več let. Ocena in presoja vplivov na okolje morata biti nujno usklajena pogoja za kakršenkoli poseg v vodotoke.

Male hidroelektrarne so edini alternativni vir električne energije, ki ima opazen delež v slovenski elektroenergetski preskrbi. Slovenija ima še vedno precej možnosti za gradnjo novih MHE in za povečanje instalacij obstoječih, kljub temu pa se zelo malo gradi. Glavni

razlogi so v slabi ekonomiki, nerešenih lastniških razmerjih in mnogokrat nerazumni okoljski zašiti (Gorenjske elektrarne, 2012).

Slovenija je, kot vse ostale članice Evropske unije, sprejela dve direktivi, ki imata popolnoma različne cilje: Direktivo 2001/77/ES o spodbujanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov in Okvirno direktivo o vodah (2000/60/EC). Prva od držav članic zahteva, da doloži okvirne cilje za proizvodnjo elektrike iz obnovljivih virov energije do leta 2010. Večina držav mora, poleg drugih virov, povečati tudi proizvodnjo hidroenergije. Na drugi strani pa vodna direktiva od držav članic zahteva, da izboljšajo ekološko stanje vodnih teles, da bi do leta 2015 dosegle »dobro stanje«, kar med drugim vključuje tudi zmanjšanje hidromorfoloških vplivov, povezanih s proizvodnjo hidroenergije (CH2OICE, 2011).

Pomemben dejavnik pri možnostih postavitve hidroelektrarn je Natura 2000 in ekološko pomembna območja. Kot vse države članice je tudi Slovenija dolžna določiti območja Natura 2000 in jih ustrezno ohranjati. Namen Nature 2000 je ohranjati biotske raznovrstnosti, in sicer tako, da varuje naravne habitate ogroženih rastlinskih in živalskih vrst, pomembnih za Evropsko unijo (Reiner, Žebeljan, 2009, str. 32).

Pri postavitvi novih proizvodnih energetskih objektov je treba poznati tudi ekološko pomembna območja, ki so po Zakonu o ohranjanju narave (Zakon o ohranjanju narave – UPB2 (uradno prečiščeno besedilo). 2004. Uradni list RS, št. 96/2004, <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200496&stevilka=4233>) območja habitatnega tipa ali veje ekosistemske enote, ki pomembno prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti. Ekološko pomembna območja obsegajo:

- območja habitatnih tipov, ki so biotsko izjemno raznovrstni ali dobro ohranjeni, kjer so habitati ogroženih prostoživečih rastlinskih ali živalskih vrst ...,
- območja habitatnega tipa ali veje ekosistemske enote, ki pomembno prispevajo k ohranjanju naravnega ravnotežja,
- habitati vrst, ki so varovane na podlagi ratificiranih mednarodnih pogodb in predpisov EU,
- selitvene poti živali,
- območja, ki bistveno prispevajo h genski povezanosti populacij prostoživečih rastlinskih ali živalskih vrst (Reiner, Žebeljan, 2009, str. 32).

## 1.2 NAMEN IN CILJI

Namen moje diplomske naloge je ugotoviti stanje MHE v Sloveniji in njihov vpliv na okolje. V diplomski nalogi sem predstavila male hidroelektrarne in kateri so negativni vplivi njihove izgradnje na okolje. Predstavila sem vsa dovoljenja, ki jih je potrebno pridobiti za izgradnjo MHE, ki izhajajo iz Zakona o graditvi objektov (Zakon o graditvi objektov (ZGO-1), Ur. l. RS, št. 110/2002) in Zakona o energetskem gospodarstvu (Zakon o energetskem gospodarstvu, Ur. l. SRS 33/81, str. 2001, 12. člen).

Pri izdelavi diplomske naloge sem zasledovala naslednje cilje. S prvim ciljem sem želela na podlagi analize virov in statističnih podatkov določiti vodni energiji mesto med obnovljivimi viri energije, saj sem le tako lahko dobila odgovor na pomembnost vodne energije med obnovljivimi viri energije. Pri drugem cilju sem opredelila vpliv naravnogeografskih dejavnikov za izkoriščanje vodne energije. Posebej sem izpostavila potrebne hidrografske dejavnike za izkoriščanje vodne energije. V zadnjem cilju sem se osredotočila na pomen malih hidroelektrarn ter na podlagi znanstvenih delov in raziskav opredelila vplive malih hidroelektrarn na okolje. Diplomsko nalogo je zaključena s praktičnim delom, kjer sem opisala tri konkretne primere malih hidroelektrarn v Sloveniji. Terenski ogled je bil opravljen

na območju Koroške, in sicer zajema MHE Topla ( rna na Koroškem) in dve MHE na Strojnski reki (Ravne na Koroškem). Na podlagi ogleda terena sem naredila analizo okoljskih vplivov posameznih malih hidroelektrarn in jih primerjala med seboj.

### 1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Pri pisanju diplomske naloge izhajam iz predpostavke, da je potrebno pri načrtovanju MHE skrbno upoštevati vso zakonodajo, ki opredeljuje okoljske pogoje, saj bi v nasprotnem primeru lahko prišlo do neupravičenih prevelikih posegov v prostor. Zavedam se, da imajo tudi MHE vpliv na okolje, ki je pogosto negativen, predvsem na življenje v in ob reki. Zato bom raziskala in natančno predstavila te negativne vplive. Naloga bo predstavljala analizo smernic in zakonodaje, ki je veljavna v času nastajanja te diplomske naloge. Zaradi tega ima naloga časovno in krajevno omejitve.

Menim, da bo na razpolago dovolj literature, da bom lahko celovito predstavila omenjeno problematiko. Zato na tem področju ne predvidevam omejitev.

Pri pisanju bom izhajala iz naslednjih predpostavk:

- Vodna energija ima veliko prednosti v primerjavi z drugimi obnovljivimi viri energije.
- MHE imajo negativne vplive na okolje.
- Največji negativni vpliv imajo MHE na ribe in ostale vodne organizme.
- Zaježitve in z njimi povezani preveliki odvzemi vode iz vodotokov negativno vplivajo na zgradbo in delovanje vodnega ekosistema.

### 1.4 METODE DELA

Teoretično proučevanje in preverjanje zastavljenih hipotez temelji na zbiranju informacij prek spletnih brskalnikov in knjižnih virov. Osnovna metoda pri proučevanju je analiza vsebine pisnih virov. S pomočjo analize in interpretacije sekundarnih virov sem preučila teoretična in strokovna dela, ki se nanašajo na predmet proučevanja. Deloma sem uporabila tudi analizo in interpretacijo primarnih virov, ki mi je služila predvsem pri dodatnem pojasnjevanju nekaterih pojmov. Analiza pisnih virov temelji predvsem na novejših knjižnih virih, člankih, raziskovalnih delih ter virih, dosegljivih na internetu.

Praktični del diplomske naloge predstavlja tri MHE na področju Koroške regije: MHE Topla v Občini rna na Koroškem in dve MHE na Strojnski reki v Občini Ravne na Koroškem. Opisane so značilnosti obeh vodotokov, opredeljene so tehnične karakteristike MHE, podana je dolžina odvzema vode in količina odvzema vode. Praktični del je zaključen z analizo okoljskih vplivov.

## 2 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

V zadnjem času smo bili priča velikim spremembam na energetskem trgu. Med letoma 1999 in 2004 so bili ustvarjeni prihranki pri porabi električne energije na račun uinkovitejših tehnologij električnih naprav, uinkovitejših gospodinjskih aparatov, varnih žarnic ipd. Vsi ti prihranki so bili v dveh letih izničeni, saj je poraba elektrike v gospodinjstvih narasla za 11 %, v industriji pa za 10 %. Do leta 2009 je sicer poraba energije padla, kar lahko v veliki meri pripišemo posledicam gospodarske krize. Kljub tem spremembam pa ostaja dejstvo, da se cena električne energije konstantno povečuje. V Sloveniji je od leta 2005 do 2009 cena električne energije zrastle za 22 %, kar pomeni približno 5,5 % rast cene električne energije na leto. Dejstvo je, da bo energija vedno dražja, porabe pa bistveno ne bomo zmanjšali. Naprave, kot so gospodinjski aparati, zabavna elektronika, res da postajajo vse bolj varne, težava pa se pojavi, ko gospodinjstvo kupi novo, varno napravo, stare ne zavrže ali pa jo podari oz. proda. Tako je v uporabi vedno več naprav in s tem je poraba energije vedno večja, čeprav so naprave varnejše. Spet novi problem oz. porast v porabi električne energije bodo predstavljala električna vozila. Res je, da električna vozila ne onesnažujejo okolja ob samem delovanju, zahtevajo pa nek vir energije. Ta energija mora biti ista oz. pridobljena iz obnovljivih virov, saj v nasprotnem primeru ne samo da povečamo porabo električne energije, pa tudi onesnaženost (Statistični urad RS, 2012).

Trenutno je trend smotrne rabe električne energije. Kar pomeni, da je za varčevanje z energijo v veliki meri odgovoren lovek, ki pa je zelo nezanesljiv faktor, saj je spreminjanje loveških navad zelo težavno. Druga pot pa so varnejše naprave, ki za enako delovanje porabijo manj energije. Takšne naprave so praviloma dražje v prvotnem nakupu, čeprav dolgoročno prihranijo denar. Ponovno se pojavi problem loveškega faktorja, ki ga je potrebno energetsko osveščati. Zanimivo je, da povprečna štiričlanska družina plača vsaj dvakrat več za stroške mobilnih komunikacij kot za električno energijo, ki pa je bolj pomembna in brez katere ni življenja, kot si ga predstavljamo danes. Z zanesljivostjo lahko trdimo, da bo električna energija, tako kot drugi energenti, postala nujna, potrebovali pa je bomo zmeraj več (Vogrin et al., 2010, str. 5).

Obnovljivi viri energije so viri, ki so večinoma (neizčrpni), med te štejemo sončno radiacijo, atmosferske vetrove, oceansko toploto in oceansko kinetično energijo, geotermalno energijo, termalno in kemično energijo, dobljeno iz biomase, in mehanično energijo slapov. Obnovljivi energetski viri so zelo razširjeni in se tako iz fizičnih kot ekonomskih razlogov uporabljajo na mestih, kjer so ti viri na razpolago. Tehnologije obnovljivih virov imajo po navadi majhno moč, njihove tehnologije pa imajo zaradi tega velike prostorske zahteve. Za etni stroški teh investicij so visoki, vendar so operativni stroški minimalni, prav tako so minimalna nihanja cen, zato se nam za etni stroški investicije povrnejo. Obnovljive energetske tehnologije so pogosto modularne in jih je mogoče relativno hitro izpeljati glede na različne zahteve, so okolju prijazne ter okoljsko sprejemljive, a večinoma od njih še ni javno sprejeta (Lokalna energetska agentura Spodnje Podravje, LEA, 2012).

Obnovljivi viri energije (OVE) so tako danes edini ekološko sprejemljiv vir energije. V Sloveniji imamo mnogo hidroelektrarn, ki jih umešamo med OVE. V bistvu so hidroelektrarne edini vir izmed OVE, ki ima pomemben delež pri slovenski energetski bilanci. MHE pri tem proizvedejo 3,2 % vse električne energije, ki se porabi v Sloveniji (Statistični urad RS za leto 2006). MHE v Sloveniji torej proizvedejo majhen, a vendar opazen in pomemben delež električne energije (Kadež, Gorenjske elektrarne, 2004).

EU se že dolgo časa zaveda potrebe po nadaljnjem spodbujanju obnovljive energije, ker njeno izkoriščanje prispeva k zmanjšanju podnebnih sprememb z zmanjševanjem toplogrednih plinov, k trajnostnemu razvoju, zanesljivosti oskrbe z energijo in razvoju na

znanju temelje tega gospodarstva, s čimer nastajajo nova delovna mesta ter se spodbujajo gospodarska rast, konkurenčnost ter regionalni razvoj in razvoj podeželja (Direktiva EP o spodbujanju rabe energije iz obnovljivih virov, 2008).

Obnovljivi viri energije so po Energetskem zakonu (Energetski zakon, EZ-UPB1, Uradni list RS, št. 26/2005) viri energije, ki se v naravi ohranjajo in v celoti ali pretežno obnovljajo, zlasti pa energija vodotokov, vetra, biomase, geotermalna in neakumulirana sonna energija ter ostali viri, ki se izkoriščajo z ustreznim izkoristkom. Kvalificiran proizvajalec je proizvajalec, ki v posameznih proizvodnih objektih proizvaja električno energijo z nadpovprečno dejansko doseženim izkoristkom pri sproizvodnji toplotne in električne energije, ali se izkorišča obnovljive vire energije na način, ki je skladen z varstvom okolja (Papler, Gorenjske elektrarne, 2005).

Hydroenergija je glavni vir proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov v številnih državah v Evropski uniji: po vsej celini je več kot dve tretjini proizvedene energije iz obnovljivih virov vodna energija. Kljub temu, da je hidroenergija obnovljivi vir energije, pa vplivi posameznih hidroelektrarn niso isti, ampak se vpliv na okolje in vodne ekosisteme razlikuje po posameznih hidroelektrarnah (CH2OICE, 2011).

Vodna energija ima veliko prednosti v primerjavi z ostalimi obnovljivimi viri:

- višina storilnosti je do 90 %, kar naredi vodno energijo veliko učinkovitejšo od sončne energije ali energije vetra;
- vodna energija je neodvisna od količine sonca ali hitrosti vetra, kar omogoča neprekinjeno proizvodnjo energije;
- investicije v vodno energijo na kratku povzročajo relativno visoke stroške, a le-ta sledijo dolga obdobja obratovanja in zelo nizki stroški delovanja;
- vodna energija omogoča hiter odgovor na zahteve pretoka omrežja, ki jih povzročajo ostali obnovljivi viri.

Ker ostale obnovljive energije, kot sta sončna in vetrna, niso konkurenčne, mora biti njihov razvoj podprt s pomočjo javnih sredstev (SHARE: <http://www.share-alpinerivers.eu/sustainable-hydropower-sl>, 2012).

V skladu s podnebno-energetskim svežnjem, kot ga je 23. januarja 2008 sprejela Evropska komisija, naj bi do leta 2020 delež obnovljivih virov energije dosegel 20 % v končni porabi energije. Pri tem je potreben pristop na ravni EU, saj je potrebno zagotoviti, da je breme za doseganje tega cilja pravično porazdeljeno po državah članicah EU. Poleg tega sveženj določa tudi najnižji cilj, 10 %, za uporabo biogoriv v prometu v EU, ki ga je prav tako potrebno doseči do leta 2020 in velja enako za vse države članice (Direktiva EP o spodbujanju rabe energije iz obnovljivih virov, 2008).

## 2.1 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

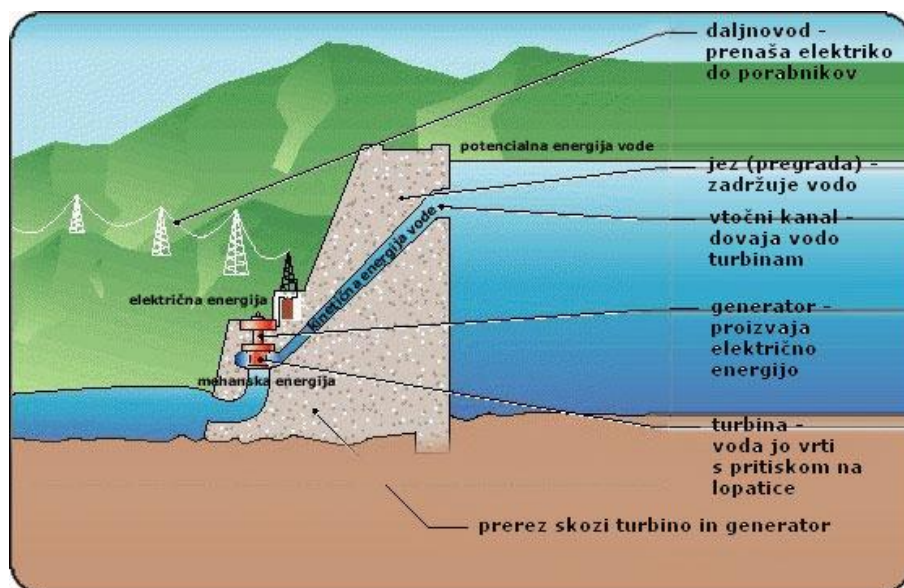
Prednosti uporabe obnovljivih virov energije se kaže v pozitivnem učinku na podnebje, stabilnosti v dobavi energije ter dolgoročni gospodarski koristi. Evropska komisija ocenjuje, da bo doseganje zastavljenih ciljev v podnebno-energetskem svežnju do leta 2020 pomenilo (Direktiva EP o spodbujanju rabe energije iz obnovljivih virov, 2008):

- zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> v višini 600 do 900 milijonov ton letno;
- zmanjšanje porabe fosilnih goriv za 200 do 300 milijonov ton letno;
- zmanjšanje odvisnosti EU od uvoženih fosilnih goriv ter s tem povečanje stabilnosti dobave energije v EU;
- večje spodbude za razvoj visoko-tehnoloških industrij z novimi gospodarskimi priložnostmi in delovnimi mesti.

Uporaba obnovljivih virov energije in njihova vpeljava v gospodarske panoge naj bi predvidoma stala od 13 do 18 milijonov evrov. Ob tem je potrebno imeti v mislih, da gre za dolgoročno investicijo, ki bo imela ne le pozitivne učinke na varovanje okolja, temveč bo hkrati znižala cene obnovljive energije. Hkrati se, v luči naraščajočih in nestabilnih cen nafte, zamisel o povečanju uporabe obnovljivih virov energije vsak dan bolj bliža realnosti. Samo letni se je na svetovni ravni vlaganje v trajnostno energijo povečalo za 43 %, kar kaže na to, da se bo nadaljnji razvoj na tem področju le še povečeval. Toda uporaba obnovljivih virov energije ne prinaša le novih gospodarskih priložnosti, temveč tudi nova delovna mesta. S postopnim zniževanjem uporabe fosilnih goriv se bo sicer zmanjšalo število delovnih mest v tradicionalnih panogah za proizvodnjo energije, toda hkrati se bodo odprle priložnosti za nova delovna mesta. Obnovljiva energija v EU trenutno nudi približno 350.000 delovnih mest. Zaposlitvene možnosti so raznovrstne in segajo od visoko-tehnoloških do vzdrževalnih del ter del v kmetijstvu, na primer pri proizvodnji biomase (Direktiva EP o spodbujanju rabe energije iz obnovljivih virov, 2008).

## 2.2 HIDROENERGIJA

Voda je najpomembnejši obnovljiv vir energije in kar 21,6 % vse električne energije na svetu je proizvedeno z izkoriščanjem energije vode oziroma hidroenergije. Pretvorba hidroenergije v električno energijo poteka v hidroelektrarnah. Količina pridobljene energije je odvisna tako od količine vode kot od višinske razlike vodnega padca. Hidroelektrarna pridobiva električno energijo iz potencialne energije vode. Za zajezeno reko strugo nastane umetno jezero oziroma akumulacija. Voda v akumulacijskem jezeru predstavlja shranjeno, a še nepridobljeno energijo (primarna energija). Po vstopu oziroma dovodnem tunelu, ki je lahko različen dolg; glede na tip elektrarne (pretočna ali akumulacijska) se potencialna energija vode spreminja v kinetično energijo, ki je največja tik pred vstopom v turbino. V turbini se kinetična energija vode pretvori v mehansko (turbina se zavrti). Na os turbine je nameščen rotor generatorja, ki se tako vrti skupaj s turbino in v statorju generatorja inducira napetost, ki predstavlja pridobljeno električno energijo (sekundarna energija). Električna napetost na generatorju je dokaj nizka (običajno nekaj kV), zato se potem s transformatorji pretvori v višjo napetost, ki omogoča prenos na daljše razdalje do končnega uporabnika (končna energija) (Agencija za učinkovito rabo energije RS, AURE, 2012). Princip je predstavljen na naslednji sliki.



**Slika 1: Shema delovanja HE**

Vir: <http://www.he-moste.sel.si/index.php?id=24>

Glede na to razlikujemo različne tipe hidroelektrarn:

- Preto ne elektrarne, ki izkoriščajo veliko količino vode, ki ima relativno majhen padec. Reko se zajezi, ne ustvarja pa se zaloga vode;
- Akumulacijske hidroelektrarne, ki izkoriščajo manjše količine vode, ki pa ima velik višinski padec. Pri teh elektrarnah akumuliramo vodo z nasipi ali s poplavitvijo dolin in sotesk;
- Preto no-akumulacijske hidroelektrarne, ki so kombinacije prej omenjenih. Gradijo se v verigi v kateri ima le prva elektrarna akumulacijsko jezero (Agencija za prestrukturiranje energetike, 2006).

Razpoložljiva moč in količina proizvedene energije je odvisna od vodnega padca in pretoka vode. Tako obstajajo hidroelektrarne z majhnimi instaliranim pretokom (nekaj  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ), a velikim padcem (nekaj 100 m), kakor tudi elektrarne z velikim instaliranim pretokom (nekaj  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ ), a majhnim padcem. Ta je v rekah odvisen od naravnega dotoka. Da bi povečali regulacijsko sposobnost elektrarne tako, da bi bila njena moč manj odvisna od trenutnega dotoka pred elektrarnami, pogosto ustvarimo akumulacijsko jezero. V njem se v času manjše potrošnje električne energije oziroma večinoma naravnih dotokih zbira voda, ki jo lahko koristno uporabimo za proizvodnjo električne energije v času večje porabe oziroma manjših naravnih dotokov reke. Hidroelektrarne kinetično ali potencialno energijo, ki jo ima tekoča voda ali akumulirana voda, spremenijo v mehansko energijo s pomočjo vodnih pogonskih strojev. To so vodne turbine, ki poganjajo generatorje električne napetosti (Voršič et al., 1996, str. 1–2).

Vodna energija ima naslednje značilnosti:

- je zanesljiva, preizkušena, zrela tehnologija z znanimi pozitivnimi in negativnimi vplivi;
- hidroelektrarne imajo dolgo obratovalno dobo – do 100 in več let;
- hidroelektrarne so bolj učinkovite kot vse ostale vrste elektrarn, ki uporabljajo neobnovljive in obnovljive vire; izjema so mogoče geotermalne elektrarne;
- stroški vzdrževanja in obratovanja so nizki, nadzor obratovanja je razmeroma enostaven;
- ne nastajajo nobeni plini tople grede kot posledica obratovanja (vendar pa plini lahko nastajajo v zaježitvah);
- olajšan je hiter odziv na spremembe pretoka, zelo učinkovita je izhodna regulacija;



- vodne elektrarne so lahko razvite v sklopu ve namenske uporabe vode in upravljanja z vodnimi viri;
- vodni viri so zelo porazdeljeni in so funkcija podro ja, topografije in padavin (Vorši , 2009, str. 2).

Iz ekološkega vidika je pomembno dejstvo, da s pomo jo vodne energije pridobimo veliko energije z malo energetske porabo. Pridelan faktor energije je razmerje med pridobljeno energijo in vloženo energijo za proizvodnjo same energije. Izkoristek, s katerim pretvarjajo vodne turbine kineti no energijo vode v mehansko, je na splošno med 85 % in 95 %, kar je precej ve kot so vrednosti za ostale vrste elektrarn (Vorši , Orgulan, 1996, str. 6).

Positiven ekološki vidik hidroelektrarn in s tem vodne energije je v tem, da zagotavljajo trikratno trajnost hidroenergetskih objektov, saj hidroelektrarne vplivajo pozitivno na ekologijo, ekonomijo in družbo, kar pa je pomembno, e želimo naš razvoj voditi po na elih trajnosti in sonaravnosti (Vorši , Orgulan, 1996, str. 6).

Glede lokalnega okolja imajo male in velike hidroelektrarne mo nejši negativni ekološki vidik, kot e gledamo globalno. Lokalni prostor, sama gradnja in kasneje delovanje hidroelektrarn v smislu ekologije popolnoma osiromašijo, saj v prvi vrsti uni ujejo naravne živalske in rastlinske vrste, ki ostajajo v naravnih okoljih, kjer ni zaradi loveških posegov ve jega pretresa v njihovih življenjskih zahtevah (Vorši , Orgulan, 1996, str. 6).

e pa gledamo z vidika globalnosti, imajo hidroelektrarne pozitiven vidik, saj varujejo naše okolje pred velikimi podnebnimi spremembami, ki bi imele lahko negativne posledice za življenje ljudi, saj pozitivno vplivajo na trenutno zelo zaskrbljujo loveški problem segrevanje ozra ja. Iz globalnega vidika so hidroelektrarne zelo pomembne, zato bi bilo v prihodnosti potrebno, da bi inženirji in okoljevarstveniki s skupnim sodelovanjem vplivali na boljše razumevanje o gradnji vodnih elektrarn na tak na in, da bi bilo možno negativne ekološke vidike hidroelektrarn s samo gradnjo zmanjšati (Vorši , Orgulan, 1996, str. 6).

Prednosti izkoriš anja hidroenergije (AURE, 2012):

- ne onesnažuje okolja,
- dolga življenjska doba in relativno nizki obratovalni stroški,
- zanesljiva tehnologija,
- zmanjševanje odvisnosti od fosilnih goriv,
- stabilnost priklopa na omrežje itd.

Slabosti izkoriš anja hidroenergije (AURE, 2012):

- izgradnja hidrocentral predstavlja velik poseg v okolje,
- nihanje proizvodnje glede na razpoložljivost vode po razli nih mesecih leta,
- visoka investicijska vrednost.

V Sloveniji je 18 hidroelektrarn z mo jo ve jo od 10 MW. Vse so locirane na treh rekah: Dravi, Savi in So i. Predvidene pa so tudi hidroelektrarna na Muri in Idrijci. Za slednje bo potrebno poiskati optimalne rešitve med vplivom na okolje in uporabo obnovljivih virov energije. Ob velikih re nih vodnih elektrarnah so postale pomembne elektrarne na manjših vodotokih, male hidroelektrarne, gradnja katerih se je zelo pove ala konec osemdesetih let. Leta 1994 je v Sloveniji obratovalo 412 mikro, mini in malih vodnih elektrarn s skupno mo jo 80 MW, ki so proizvedle 29,8 GWh elektri ne energije ali nad 10 % energije proizvedene z vodnimi elektrarnami v Sloveniji. Hidroelektrarne so postavljene ve inoma tam, kjer so ugodni geografski pogoji in hidroenergetski vplivi reke za izkoriš anje vodne energije. To so predvsem hriboviti predalpski predeli Slovenije, le malo pa jih je v ravninskih predelih (Breg, 2006, str. 44).

Poleg različnih tipov ločimo hidroelektrarne tudi po velikosti. MHE so manjši objekti postavljeni na manjših vodotokih. V svetu so različni kriteriji, kdaj neko hidroelektrarno štejemo za malo. V Sloveniji štejemo za male hidroelektrarne tiste, ki imajo moč do 10 MW. Male hidroelektrarne so lahko povezane in oddajajo energijo v javno omrežje ali samostojne in napajajo omejeno število porabnikov. Ker imajo velike hidroelektrarne po navadi izjemno škodljive vplive tako na okolje kot tudi na družbo, jih, čeprav so vodne, ponekod ne štejejo med obnovljive vire energije (Focus, 2005, str. 8).

Po podatkih Statističnega urada RS (SURS, 2011) se daleč največ električne energije iz obnovljivih virov v Sloveniji proizvede v hidroelektrarnah; leta 2010 kar 95 %. Malo več kot 2 % električne energije se proizvede iz lesa in iz druge trdne biomase, prav tako malo več kot 2 % pa iz drugih obnovljivih virov (fotovoltaika, deponijski plin, plin iz istilnih naprav in drugi bioplini). Delež električne energije iz obnovljivih virov v bruto porabi električne energije je leta 2010 znašal 34,4 % ali za 2,7 odstotne točke več kot leta 2000.

### 3 MALE HIDROELEKTRARNE

Eden izmed alternativnih virov energije za proizvodnjo elektri ne energije v bodo e so postale male hidroelektrarne, ki izrabljajo še vedno najpomembnejši obnovljivi energetski vir – vodo. Po razli nih raziskavah so okoljevarstveniki ugotovili, da velike hidroelektrarne preve posegajo v samo okolje in iz tega vidika v današnjem vedno bolj okoljsko osveš enem svetu, niso zaželjene. Voda pa kljub vsemu še vedno predstavlja velik energetski potencial, ki ga je potrebno v vedno bolj potratnem energetskem okolju izkoristiti. Naravovarstveniki in ekologi dopuš ajo, da se lahko na primernih mestih gradijo male hidroelektrarne, ki ne povzro ajo tako velikih sprememb na okolje (Small hydropower barometer, 2006, str. 2–3).

Male hidroelektrarne se obravnava v okviru obnovljivih virov energije (v nadaljevanju OVE). Njihovo vlogo v energetskem sistemu v Sloveniji dolo a na Evropskem nivoju Direktiva o obnovljivih virih energije 2001/77/EC (v nadaljevanju RES) Evropskega parlamenta in Evropskega sveta in njena dopolnjena verzija Direktiva 2009/28/ES, na nacionalnem nivoju pa Resolucija o Nacionalnem energetskem programu (ReNEP). Cilj Direktive RES je prestrukturiranje evropske proizvodnje energije, da se doseže poraba energije vsaj 20 % iz OVE za celotno Evropsko unijo. Vsaka lanica ima dolo eno svojo kvoto deleža porabe energije iz OVE, vendar je za vse lanice kvota vsaj 10 % porabe do leta 2020. V delež porabljene energije iz OVE se šteje tudi uvožena (iz EU ali tujine) energija, ki pa mora biti dokazljivo pridobljena iz OVE (certifikat izvora).

Cilj deleža porabe energije iz OVE za Slovenijo je zastavljen v Direktivi RES in v ReNEP ter v Akcijskem na rtu za obnovljive vire energije 2010–2020 na 25 % bruto porabe energije do leta 2020 (Planinšek, 2011, str. 6).

Za etki izgradnje malih hidroelektrarn segajo v obdobje mlinov in žag, nekako v obdobje pred letom 1900. Takrat so se posamezni industrijski obrati in lokalna elektri na omrežja oskrbovala z malimi hidroelektrarnami, ki so delovale le za lokalni trg. Gradnjo teh malih obratov so narekovale predvsem lokalne potrebe po elektri ni energiji. Z rastjo omrežja in proizvodnih zmogljivosti ter obdobje velike elektrifikacije vseh mest, se je gradnja usmerila na podro je srednjih in velikih hidroelektrarn. V tem obdobju je zanimanje za pridobivanje elektri ne energije iz malih hidroelektrarn zamrlo. Zanimanje za te obrate se je ponovno rodilo v za etku sedemdesetih let prejšnjega stoletje. Takrat je prišlo v svetu do energetske krize. Ta kriza je prvi pokazala, kako ob utljiva je lahko preskrba z energijo. Kasneje je prišlo še do enega problema, saj je veliko izkoriš anje fosilnih goriv za pridobivanje energije pustilo v okolju nepopravljive posledice in veliko ekološko škodo. Ta spoznanja so prepri ala veliko držav, da so takoj pri ele intenzivno raziskovati uporabnost vseh svojih obnovljivih virov energije za proizvodnjo potrošne energije. Tako so odkrili ponovno pozitivne u inke malih hidroelektrarn. Izkazalo se je, da so ti energetski obrati zanesljivi, rentabilni in predvsem sprejemljivi za okolje (Jerkovi , 1996, str. 6).

V Sloveniji se je gradnja malih hidroelektrarn za ela v za etku 80. let. Gradnjo je spodbudil Zakon o energetskem gospodarstvu (Zakon o energetskem gospodarstvu, UR. I. SRS 33/81, str. 2001, 16. len), ki je dovolil gradnjo energetskih objektov tudi izven elektrogospodarstva. Po tem lenu ob ani in civilno pravne osebe ter organizacije združenega dela lahko svoje elektroenergetske potrebe pokrivajo z naložbami v lastne proizvodne objekte. V primeru, ko proizvedena energija v lastnih proizvodnih objektih presega lastne potrebe, lahko tak presežek oddajo v elektroenergetski sistem.

Tako je bilo do osamosvojitve leta 1990 zgrajenih ve ina malih hidroelektrarn. Spremenjena zakonodaja po osamosvojitvi pa je gradnjo malih hidroelektrarn skoraj zaustavila (Zveza društev MHE Slovenije, 2012). Z ve anjem potreb po elektri ni energiji in s tem rastjo omrežja in proizvodnih zmogljivosti, se je gradnja usmerila predvsem na podro je srednjih in

velikih elektrarn. Male hidroelektrarne, ki so se pojavljale predvsem v industriji, niso bile deležne posebne pozornosti, še zlasti v primerjavi z velikimi elektrarnami, ki so same po sebi bolj ekonomične.

MHE izkoriščajo potencialno energijo tekoče vode (rek, kanalov ali potokov), pri čemer ugodna lokacija zahteva primerno padavinsko območje, zadosten hidravlični padec, dovodni sistem za dovod vode na turbino in strojnico, v kateri je nameščena elektro in strojna oprema. Voda iz turbine se vrne v naravno strugo vodotoka. Pri grobi delitvi velikosti hidroelektrarn med večje in manjše, se je izraz mala hidroelektrarna v praksi udomačila za elektrarne do 10 MW instalirane moči (Papler, Gorenjske elektrarne, 2005).

Male hidroelektrarne delimo glede na moč v tri skupine: mikro elektrarne, ki imajo moč manjšo kot 100 kW, mini elektrarne, ki imajo moč od 100 kW do 1 MW in male elektrarne, katerih moč znaša od 1 MW do 10 MW. Mikro sistemi delujejo tako, da je del toka reke speljan po kanalu ali ceveh do turbine, ki poganja generator in s tem proizvaja elektriko. Izstopna voda iz turbine se nato vrača v reko strugo. Mikro sistemi so po navadi »run of the river« sistemi, ker dovoljujejo glavnemu toku reke, da neovirano teče naprej. To je izredno pomembno z vidika ekologije, saj ne naredimo nobenega bistvenega posega v reko. S tem ne spreminjamo vodostaja in režima reki ter ne onemogočamo normalnega vodnega življenja. Poleg tega ne potrebujemo velikih sredstev za zaježitev reke. Sistem je lahko zgrajen lokalno pri majhnih stroških, kjer je zaradi preprostega sistema zanesljivost daljša. Problem lahko nastopi, če imamo izrazita sušna in deževna obdobja, še posebno v sušnih obdobjih, če si ne moremo zagotoviti dovolj velike količine vode. Če elektrike ne oddajamo v omrežje in če nimamo nameščeni akumulatorjev za njeno shranjevanje, potem je presežek elektrike energije izgubljen. Mikro sistemi so še posebno primerni za podeželske in izolirane kraje in so ekonomska alternativa obstoječemu električnemu omrežju. Sistemi priskrbijo poceni, neodvisen in nepretrgan električni tok brez škodljivega vplivanja na okolje (Focus, 2005, str. 7).



**Slika 2: Mala hidroelektrarna**

Vir: Splošne smernice za uporabo malih hidroelektrarn v Alpskih regijah, 2011

Osnovni pogoj za izrabo vodne energije je ustrezen umetno ustvarjen vodni tlak, na primer od nivoja zaježitve do mesta turbine, med katerima vodi tla ni cevovod. Pri MHE pa gre

na elno za prosti vodni tok reke, pri katerem izgradnja ve jih jezov in rezervoarjev ni potrebna. Lo imo dva osnovna tipa turbin:

- Impulzne (enakotla ne) turbine: pri katerih vodni curek z veliko hitrostjo izstopa iz šobe in udarja v lopatice, na njih spremeni smer in odda kineti no energijo. Ta tip turbine je primeren za velike neto vodne padce in majhne volumenske tokove (npr. Peltonova turbina);
- Reakcijske (nadtla ne) turbine: pri katerih je gonilnik v celoti napolnjen z vodo. Ustvarijo se hidrodinami ne “dvižne” sile, ki poganjajo lopatice (npr. Francisova in Kaplanova turbina). Ta tip turbine je primeren za srednje in majhne neto vodne padce in srednje do velike volumenske tokove. Obratovanje malih elektrarn je povezano predvsem z racionalnim izkoriš anjem naravnega obnovljivega energetskega vira in dolo ene zagotovljenosti napajanja lokalnih odjemalcev. Letna proizvodnja je odvisna od letnih hidroloških razmer. Dinamika proizvodnje je neposredno odvisna od vodnih dotokov, saj male elektrarne niso opremljene z akumulacijami, ki bi lahko urejale dinamiko proizvodnje v daljšem asovnem obdobju.



Preusmeritvena hidroelektrarna<sup>11</sup>



Pretočna hidroelektrarna<sup>12</sup>



Hidroelektrarna v omrežju dovajanja pitne vode<sup>13</sup>



Hidroelektrarna znotraj sistema odvajanja odpadnih voda<sup>14</sup>

### Slika 3: Primeri MHE

Vir: Splošne smernice za uporabo malih hidroelektrarn v Alpskih regijah, 2011

Pridobljeno elektri no energijo lahko direktno porablamo, pošiljamo v omrežje ali pa jo skladiš imo v akumulatorjih. Pri direktni porabi elektri ne energije sistem proizvaja 240 V izmeni nega toka, ki se dovaja do porabnika preko turbine, ki mora biti zadosti velika, da pokrije konice elektri ne porabe. Ti sistemi zahtevajo velik vodni padec ali velik pretok. V sistemih z akumulatorji, generator proizvade konstanten enosmerni tok, ki se dovaja do porabnika preko inverterja. Akumulatorski sistem mora biti prilagojen dnevni porabi elektri ne energije in lahko uporabljamo manjše turbine, kot pri direktni porabi elektrike (Tuma, 2008).

Mala hidroelektrarna je na splošno sestavljena iz:

- zajetja, peskolova in vtoka v dovodni kanal ali cevovod,
- dovodnega objekta, ki je lahko kanal ali cevovod,
- strojnice, v kateri se nahaja agregat, sestavljen iz turbine in generatorja, upravljalnega sistema ter povezave z distribucijskim omrežjem,
- odvodnega objekta.

Pri lokaciji MHE so potrebni pogoji, ki zagotavljajo energijsko izkoriš anje vodotoka:

- padec od zaježitve do strojnice ter
- zadostna koli ina vode potrebna za proizvodnjo.

Elektrarni dajeta mo padec in pretok vode. Padec je razlika med kotom zaježitve na zajetju ter kotom turbine. To je bruto padec objekta na dolo enem odseku.

Za izbor lokacije je pomembna predvsem oblikovanost terena, da lahko po njem speljemo dovod vode do strojnice. Ve ji kot je padec, ve ja je mo elektrarne pri enakem pretoku vode. Zato je smiselno na najkrajšem odseku poiskati najve ji padec (Mesner, 2010, str. 10).

### 3.1 GRADNJA MALIH HIDROELEKTRARN V SVETU IN V SLOVENIJI

V Sloveniji se je gradnja MHE pri ela že pred II. svetovno vojno. Ve inoma je šlo za predelave mlinov ali za potrebe industrije. Ve ji zagon se je zgodil z mo no privatno iniciativo v sredini osemdesetih let in trajal tja do sredine devetdesetih let prejšnjega stoletja. Investitorji so gradili z lastnim kapitalom in znanjem, mnogokrat je bilo potrebno pose i tudi po inovacijah. Gradnja MHE se je po letu 1994 prakti no ustavila. Nekatere MHE so prenehale obratovati (1996–1997), ta primanjkljaj pa so pokrile redke nove MHE (1998). Dejanski blokadi gradenj sta botrovala predvsem neustrezna in nepripravljena javna uprava z nejasnimi upravnimi postopki ter vpliv negativnega javnega mnenja, ki so ga oblikovali lai ni posamezniki, ki so našli svojo tržno nišo v ekologiji.

V zadnjih 5–10. letih je slovenska stroka pri ela pri na rtovanju MHE intenzivneje vklju evati tudi arhitekta, že ob pripravi dokumentacije pa tudi ožjo lokalno javnost. Rezultat so objekti, ki kljub temu, da so industrijski in locirani praviloma v ob utljivih gorskih predelih, sovpadajo z lokalno arhitekturo in upoštevajo ter posnemajo krajinske zna ilnosti. Ve ina gradbenih objektov je karseda skrita, cevovodi so popolnoma vkopani, tudi priklop na omrežje se praviloma izvaja z zemeljskimi kabli. Energetski objekt izdaja le šum strojev, ki pa zaradi bližine potoka ni mote (Gospodjina ki, 2003, str. 9).

Hydroenergija danes predstavlja 17 % proizvodnje elektri ne energije v Evropi, od tega MHE prispevajo okoli 3 %. Zaradi obvezujo ega cilja, s katerim mora Evropa dose i 20 % delež obnovljivih virov energije (OVE) v kon ni porabi energije do leta 2020, se bo delež hidroenergije v energetski mešanici moral ob utno pove ati, s emer se bodo odprle nove naložbene možnosti tega sicer dobro uveljavljenega energetskega sektorja (Hydroenergia, 2008).

Gospodjina ki (2003) navaja glavne ovire za nadaljnji razvoj MHE, kot so:

- Kompleksnost in dolgotrajnost upravnih postopkov znotraj EU in postopkov, ki se razlikujejo med državami lanicami;
- Pomanjkanje razumevanja lokacij za MHE med soglasodajalci in finan nimi združbami;
- Zahteva mnogih držav po presoji vpliva na okolje za predlagane MHE; presoje vklju ujejo vrsto podro ij, kot so ribištvo, ekologija potokov, kvaliteta vode in hrup;
- Pomanjkanje splošno sprejetih metod za dolo anje sprejemljivega ekološko sprejemljivega pretoka;
- Tehni ni, finan ni in tržni riziko, ki spremlja razvoj MHE.

Potrebno je poudariti, da so najcenejše lokacije za MHE v gorskih podro jih, eprav so najboljše ve inoma že izrabljene in v preostalih je okoljska ob utljivost pomemben faktor. Lokacije z nizkimi padci so za primerjavo pogosto v bližini naselij, kjer je dobro razvito elektroenergetsko omrežje in reke onesnažene ter zato posledi no tudi z manjšimi okoljskimi zadržki. Poseben potencial se nahaja v obliki modernizacije obstoje ih ali nedelujo ih objektih (Gospodjina ki, 2003, str. 8).

V 27 državah EU je trenutno 17.800 MHE, njihova skupna moč pa znaša 12.333 MW. Po podatkih HSE (<http://www.hse.si/si/>) ima Slovenija v javni in zasebni lasti preko 399 MHE. Skupna moč znaša približno 90 MW s približno letno proizvodnjo 290 GWh. Delež proizvodnje iz MHE v povprečni letni proizvodnji električne energije iz HE (3200 GWh/l) je nižji od 10 %. Možnega potenciala je še za 180 MW, z ocenjeno letno proizvodnjo okoli 500 GWh.

Prednost izkoriščanja hidroenergije ni samo v tem, da zagotavlja stabilen in varen vir električne energije, ampak lahko s tem pokrivamo tudi nihanja v proizvodnji energije iz drugih obnovljivih virov (sončna energija, veter...). MHE predstavljajo približno desetino vseh slovenskih HE, k celotni slovenski proizvodnji električne energije prispevajo približno dva odstotka energije, trenutno pa izkoriščamo le 40 odstotkov razpoložljivega energetskega potenciala. V Sloveniji je zastavljen cilj, da z obnovljivimi viri energije do leta 2020 pridobimo približno vse potrebne električne energije, vendar tega cilja ne bomo dosegli, če pred tem ne zaustavimo naraščanja porabe električne energije. EU bo v naslednjih letih potrebovala še veliko novih MHE, vendar njihovo gradnjo v nekaterih državah še vedno ovira dolgotrajno pridobivanje dovoljenj, pa tudi javnost njihovi gradnji marsikje nasprotuje, ker se boji njihovih negativnih vplivov na okolje (Jereb, 2008).

Slovenija je vodno bogata država s še veliko neizkoriščenega vodnega potenciala rek, potokov, hudournikov itd. Če primerjamo na primer izkoriščanje sončne, vodne in vetrne energije je vodna energija tista, s pomočjo katere se da proizvesti največ električne energije in za katero je tehnologija pri nas najbolj razvita in je skoraj v celoti domača. Po podatkih skupine HSE (<http://www.hse.si>) znaša ves ocenjeni hidropotencial v Sloveniji 19.400 GWh na leto, pri čemer bi ga tehnično bilo mogoče izrabiti 9.100 GWh in v ekonomskem smislu nekaj manj kot 6.370 GWh. Dejansko pa izkoriščamo le 4.130 GWh na leto oz. 45 % tehnično razpoložljivega potenciala. Trenutno pridobimo s pomočjo hidroenergije 32 % vse proizvedene električne energije v 16-ih hidroelektrarnah na Dravi, Savi, Soči in Muri. 819 MW je celotna inštalirana moč hidroelektrarn v Sloveniji. Leta 2010 je bilo po besedah Marka Gospodjina Kege, predsednika evropskega združenja za male hidroelektrarne, v Sloveniji 439 MHE. Letna proizvodnja je približno 290 GWh pri skupni moči približno 90 MW. Delež proizvodnje iz malih hidroelektrarn v povprečni letni proizvodnji električne energije iz HE je nižji od 10 %. Holding Slovenskih elektrarn trenutno vlaga največ v potencialne reke in meni, da so trenutno le 65 % izkoriščene. V bodoče naložbe v OVE v višini 1,5 milijarde €. Na področju OVE se v Slovenski energetiki številne priložnosti in tudi ovire. Med glavne ovire sodijo zapleti pri pridobivanju koncesij za rabo vode in usklajitev prostorskih in drugih aktov potrebnih za nemoteno izvajanje projektov OVE. Problem predstavljajo tudi dolgotrajni postopki umeščanja objektov v prostor, ki jih dodatno otežujejo naravovarstvena določila, predvsem pa določila Nature 2000. Natura 2000 območja zajemajo kar 36 % celotne površine slovenskega ozemlja. Vse omenjeno pa vpliva na vse naložbe in podaljšuje dokončanje projektov. Kompromisi med energetiko in okoljem so tako odločilnega pomena za izvajanje naložb. Uspešna umestitev objekta v prostor je šele takrat, ko ga tudi lokalno prebivalstvo podpre v vseh pogledih in spozna tudi številne koristi, ki prevladajo nad slabostmi. Problemov pa ne predstavlja samo lokalno prebivalstvo, pa tudi državne institucije ali toga slovenska zakonodaja.

Na področju MHE imamo še vedno precej možnosti za gradnjo novih objektov in za povečanje instalacij obstoječih, kljub temu pa se zelo malo gradi. Glavni razlogi so v slabi ekonomiki, nerešenih lastniških razmerjih in mnogokrat nerazumni okoljski zaščiti, ki preprečuje podeljevanje koncesij. Umestitev MHE v prostor tako postane interdisciplinarni problem, pri katerem tehnična ugodnost rešitev ne igra glavne vloge (Gorenjske elektrarne, 2012).



Poraba elektri ne energije in odvisnost od nje je vedno večja. Novi pripomočki, ki se pojavljajo za splošno rabo, potrebujejo vedno več razpoložljive energije. Strokovnjaki ocenjujejo, da bo potrebno v EU do leta 2020 zgraditi za 300000 MW novih elektrarn (Orešič, 2008, str. 6), da bi pokrili pričakovano porabo energije.

Poznavalci energetike (Kerin, 2009; Žumber, 2009) v svojih člankih navajajo, da so še vedno neizrabljene možnosti za izgradnjo novih ali za obnovo obstoječih objektov, čeprav se mnogi lastniki primernih zemljišč ali lokacij tega slabo zavedajo ali pa sploh ne pokažejo interesa. Problem je tudi v pomanjkanju znanja ali pa si preprosto ne upajo tvegati (Zveza društev MHE Slovenije, 2012).

Izraba potencialnih virov energije ni odvisna le od zakonodaje, temveč mora biti zagotovljena tako tehnično kot tudi ekonomska izvedljivost. Na spletni strani Statističnega urada RS (Energetika, 2011) je navedeno, da male hidroelektrarne proizvedejo 3,2 % vse električne energije, ki se porabi v Sloveniji. Ob obratovanju vseh elektrarn pa proizvedemo okvirno 25 % celotno proizvedene električne energije (Obnovljivi viri energije, 2009). Vodna energija je tretji največji vir električne energije na svetu (18,5 %), takoj za premogom, ki predstavlja 40 % in nafto/plinom (24 %) električne energije (Obnovljivi viri energije, 2009).

V predlogu Nacionalnega energetskega programa je predvidenih za 45 MW novih MHE. Glede na dejansko stanje pripravljenosti države za spodbujanje gradnje MHE lahko ocenimo, da se bodo MHE gradile večinoma kot sestavni deli večnamenskih objektov, kot so zadrževalniki, vodovodi itd. Vedno večja potreba po kvalitetni energiji je tudi razlog, da bo potrebno v prihodnosti namestiti akumulacijske elektrarne in to v višje legeh, saj bo edino na ta način mogoče zadostiti tudi potrebi po zadrževanju vode v času visokih, poplavnih vodostajev, in uporabi zadržane vode v energetske namene v času pomanjkanja energije (Gospodinjica, 2003, str. 9).

Energija iz MHE ima velik, a doslej le malo izkoriščen potencial, ki lahko pomembno prispeva k pokrivanju prihodnjih potreb po energiji. Za izboljšave in optimizacijo je na voljo še precej prostora. Pravilno vzdrževanje in prenova obstoječih elektrarn je pomemben korak v razvoju področja MHE. Če glede na zmanjšanje deleža s 86 % na 60 % v skupni instalirani moči naprav za pridobivanje energije iz obnovljivih virov ostajajo MHE daleč največji posamezni vir obnovljive energije. V Evropi je na voljo najsodobnejša tehnologija MHE, vendar so se razmere na tržišču zaostriale kljub nacionalnim ciljem za istejšo proizvodnjo energije. Vedno večje število institucionalnih in okoljskih ovir vpliva na pridobivanje dovoljenj za gradnjo novih MHE. Najpomembnejši tržni segment za proizvajalce iz držav EU tako predstavlja prenova obstoječih elektrarn (Direktiva o spodbujanju..., 2008).

Eden izmed najpomembnejših zakonov za prihodnost hidroelektrarn je Zakon o varstvu okolja, ki temelji na trajnostnem in sonaravnem razvoju v okolju samem ter skrbi za ohranjanje biotske raznovrstnosti. Sama gradnja hidroelektrarn vpliva na okolje, saj v večini primerov spreminja naravno okolje v negativnem smislu, kar pomeni, da ga uničuje, s tem pa posledično zmanjšuje biotsko raznovrstnost. Zakon o varstvu okolja določa celoten postopek presoje vplivov na okolje in pridobitve okoljevarstvenega soglasja za primere, ki bi lahko ob utneje vplivali na okolje. Tako je potrebno pred začetkom del izvesti presojo vplivov na okolje in pridobiti okoljevarstveno soglasje ministrstva. V postopku presoje vplivov na okolje se ugotovi, opiše in oceni dolgoročne, kratkoročne, posredne ali neposredne vplive nameravanega posega na tla, vodo, biotsko raznovrstnost in naravne vrednote ter krajino. Presoja vplivov na okolje je bila uvedena z Zakonom o varstvu okolja, kot poseben postopek, v katerem je treba ugotoviti, ali nameravani posegi v okolje, ki predstavlja potencialno nevarnost na okolje, lahko povzročijo njegovo poškodbo ali degradacijo, oziroma ali je ta poseg sploh možen z vidika posledic na okolje (Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, št. 41/2004).



Najhitrejši razvoj na področju večanja kapacitet MHE poteka v Nemčiji, Španiji in Grčiji. V teh državah se tudi količina elektrike, pridobljene s pomočjo MHE, povečuje precej hitreje kot v drugih državah EU. Nove možnosti za izvoz in prenos tehnologij se evropskim proizvajalcem kažejo izven Evrope. Gospodarski razvoj in naraščajoče potrebe po energiji vplivajo na vlogo hidroenergije. Vodilno vlogo bodo prevzele azijske države (posebej Kitajska in Indija), ki imajo kar za 83.000 MW potenciala (ESHA, 2010).

### **3.2 NARAVNOGEOGRAFSKE DANOSTI ZA GRADNJO MALIH HIDROELEKTRARN V SLOVENIJI**

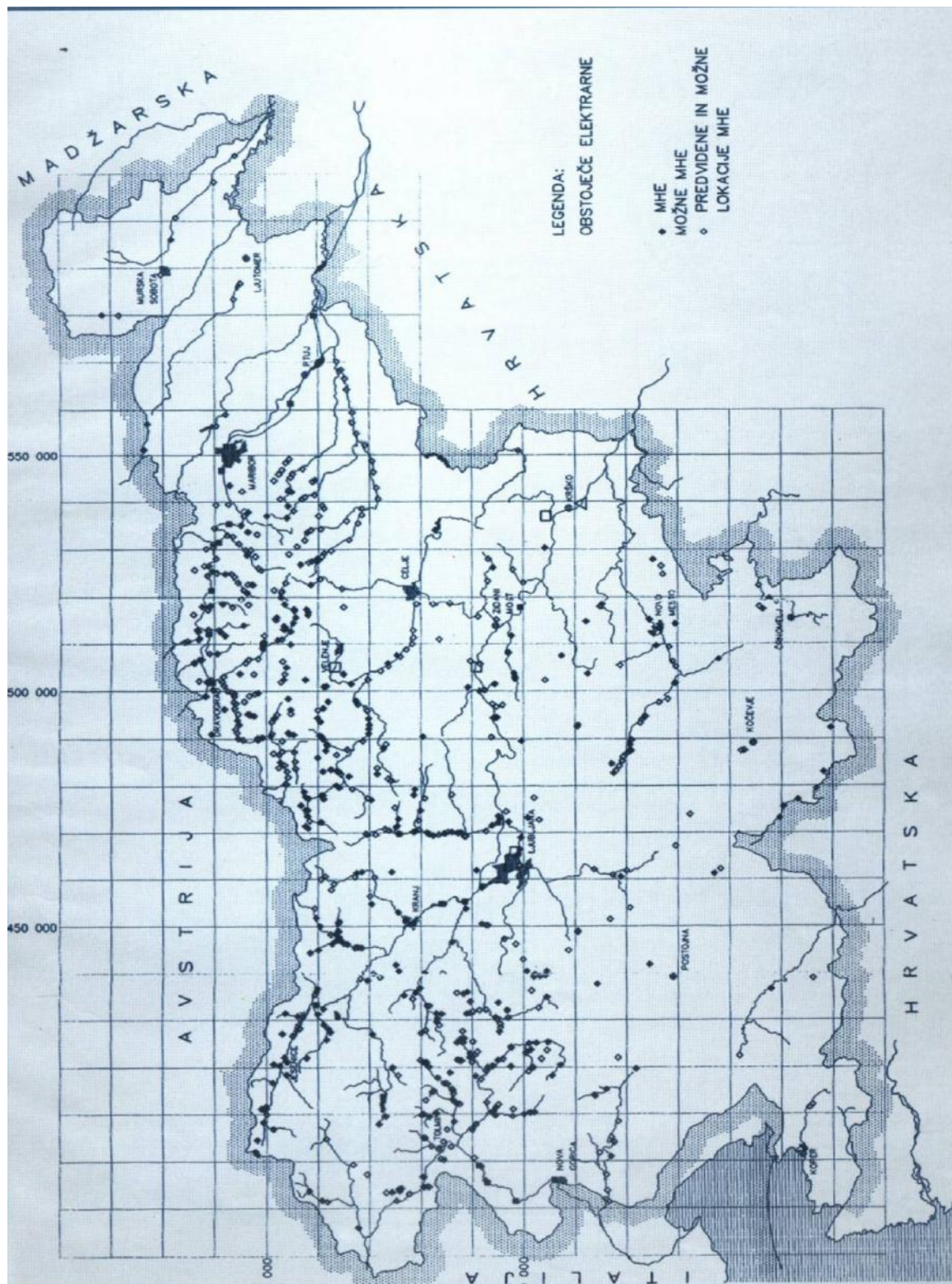
Slovenija leži na stiku štirih naravnogeografskih enot, posledično zato ima naša država zelo razgibano površje. Večina naših večjih rek (Drava, Sava, Soča in Mura) izvira v visokogorju južno alpskih karbonatnih Alp. Reke so v tem predvsem alpskem površju vrezale svojo pot tam, kjer je bilo najlažje – ob prelomnicah, kjer je bila kamnina bolj pestra. Zato imajo slovenske reke, ki izvirajo v našem delu Alp velike padce, kar omogoča velike hidroenergetske potenciale. Skozi svojo pot te reke izgubljajo vedno na moč, vendar zaradi razvejane mreže so dovolj vodnate, da ostanejo tudi v gori evnatem in ravninskem delu velik hidroenergetski potencial (Bat, 2004, str. 8–10, 49–50).

V primerjavi z drugimi državami sveta je Slovenija nadpovprečno vodnata. Zaradi neenakomerne razporejenosti padavin in raznolikosti odtočnih razmer se razpoložljivost vode spreminja na posameznih območjih, tako za oskrbo prebivalcev s pitno vodo, kot tudi za druge rabe (Jakin, 2010, str. 6).

Mali vodotoki predstavljajo 14 % vodnega potenciala Slovenije, pri čemer je potencial za gradnjo MHE izkoriščen le 27-odstotno. Če bi izkoristili preostali gospodarno izkoristljiv potencial, bi to pomenilo dodatnih 180 MW moči in 820 GWh srenje letne proizvodnje iz objektov, zgrajenih z zasebnim kapitalom. To energijo bi v Sloveniji zelo potrebovali, saj bi zmanjšali odkupni delež elektrike od drugih držav. Vse članice EU morajo do leta 2020 zmanjšati izpust toplogrednih plinov. Slovenija je že začela podpirati in subvencionirati okolju prijazne projekte. Ustanovili so EKO sklad, ki spodbuja in pomaga pri gradnji okolju prijaznih objektov (Mesner, 2010, str. 7).

Celotno območje Pohorskih in Koroških gozdov, kjer je kar nekaj primernih rek in potokov za gradnjo MHE, spada med Ekološko pomembna območja, od katerih so glede poseganja v prostor najbolj pereča Natura območja. Prav Natura 2000 s strogimi določenimi ali omejuje vse posege v prostor in s tem gradnjo male hidroelektrarne, jih vseeno ne izključuje in dopušča določene možnosti, saj zavzema kar 35,5 % vse površine Slovenije ter večino rek in bi tako bilo sploh nemogoče karkoli graditi.

Male hidroelektrarne so v Sloveniji postavljene na manjših vodotokih, na katerih izkoriščajo njihovo vodno moč (Jerkovič, 1996, str. 7). Najprimernejše so reke, ki se nahajajo na območju alpskega in predalpskega dela Slovenije, kjer imajo reke zaradi razgibanega reliefa ugoden padec in večje padavin. Ugodni pogoji so tudi poleti, ko ni veliko padavin, vendar je zaradi nadmorske višine temperatura nižja in posledično je zaradi tega manjše izhlapevanje, tako da je vodna gladina v reki skorajda konstantna. Te reke imajo večinoma mešane režime, med katerimi prevladuje dežno-snežni režim. Njihova značilnost je zimski minimum, ki ga vsekakor poudari snežna retinca (Plut, 2000, str. 73). Neprimerni so pritoki, ki ob močnih padavinah dobijo hudourniški značaj in se jim pogosto ob poletni suši vodna gladina zniža pod optimalni minimum, zaradi česar MHE ne more obratovati (Jerkovič, 1996, str. 7).



Slika 4: Obstoje e in možne MHE v Sloveniji (Jerkovi , 1996, str. 11)

Slika 4 prikazuje obstoje e in možne MHE na obmo ju Slovenije. Iz karte lahko ugotovimo katere manjše reke so najbolj primerne za gradnjo MHE. Do danes je zgrajenih malo ve kot 400 malih hidroelektrarn (Jerkovi , 1999, str. 34–36). Ve ina teh je na manjših rekah alpskega in predalpskega sveta. Najmanj pa jih je na obmo ju dinarskega dela Slovenije,

zaradi specifične hidrologije, saj na tem območju Slovenije prevladuje kraški svet, zaradi česar veliko rek ponikne in zato ni veliko površinskih vodotokov (Jerkovič, 1996, str. 11).

### **3.2.1 POSTOPKI PRIDOBIVANJA DOVOLJENJ**

Da ne bi prihajalo do neuskkljenih in slabo načrtovanih gradenj MHE, je za gradnjo potrebno pridobiti lokacijsko dovoljenje, gradbeno dovoljenje in vodnogospodarsko soglasje ter uporabno dovoljenje in vodnogospodarsko dovoljenje. Samo prigrasitev del za take objekte ne zadostuje, tudi ne v primeru, da je na isti lokaciji v bližini že stal nek objekt (mlin, žaga ipd.) (Šeme, 1992).

Gradnja MHE predstavlja večji ali manjši poseg v prostor in če tak poseg ni dovolj strokovno pripravljen, če se h gradnji pristopa stihijsko, kampanjsko in neuskkljeno z upravljavci prostora, ima taka gradnja lahko za posledico nepopravljivo in daljnosežno škodo za vodotok in širši prostor.

Predpisi, s katerimi se določajo merila, pogoje in načini rabe vode ter izhodišča za določanje vrednosti vode. Cilj predpisov je spodbujanje trajnostne rabe voda v različne namene ob upoštevanju dolgoročne varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti. Zato je raba voda potrebno načrtovati in izvajati tako, da se ne slabša stanja voda, temveč se omogoči njeno izboljšanje. Skladno z Zakonom o vodah je potrebno za rabo voda od leta 2004 pridobiti vodno dovoljenje. Posledično se je število vlog in kasneje tudi izdanih vodnih dovoljenj po podatkih Inštituta za vode RS skokovito povečalo. Do konca leta 2008 je vodno pravico za posebno rabo vode pridobilo okoli 40.000 pravnih in fizičnih oseb v RS. V letu 2008 je bilo izraženih največ potreb po rabi vode za tehnološke vode, vode za namakanje in vode za proizvodnjo električne energije. Ob upoštevanju razmerja med razpoložljivo vodo in željami po rabi voda je cilj rabe voda omogočiti rabo voda različnim sektorjem in zagotoviti, da bo pravica do rabe voda optimalno porazdeljena med vse pobudnike. Pri tem je treba slediti določilom Zakona o vodah (Zakon o vodah (ZV-1). 2002. Uradni list RS, št. 67, 15. 12. 2009) in Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o vodah, kjer ima raba vode za oskrbo s pitno vodo prednost pred drugimi rabami voda (Pušnik, 2010).

Ena od pomembnih ekonomskih rab vode je tudi proizvodnja električne energije, ki zahteva gradnjo različnih objektov (za zajem vode, za transport vode, za pretvorbo kinetične energije v električno energijo, za izpust vode,...).

### **3.2.2 VODNA DOVOLJENJA ZA OBRATOVANJE MALIH HIDROELEKTRARN**

V primeru gradnje MHE je najprej potrebno pridobiti vodno pravico, ki se glede na določila 125. člena Zakona o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdrI-A, 41/04-ZVO-1 in 57/08, 57/12) podela z vodnim dovoljenjem. Za rabo vode na podlagi vodnega dovoljenja, ki ga je treba, v skladu z Zakonom o vodah in Zakonom o spremembah in dopolnitvah zakona o vodah, pridobiti z rabo vode za proizvodnjo električne energije, se plačuje vodno povračilo in plačilo za vodno pravico (Agencija RS za okolje, ARSO, 2012).

Za pridobitev vodnega dovoljenja država izvede tehnično presojo, ki zajema naslednja mnenja: mnenje Zavoda za ribištvo Slovenije, mnenje Zavoda za varstvo narave in mnenje Inštituta za vode RS, kateri tudi vodi postopek tehnične presoje. Institucije izdelajo svoje mnenje enostransko, s stališča njihove stroke. Zoper njihovo mnenje ni možna pritožba (Zamuda, 2011, str. 52).

Po pridobljenem vodnem dovoljenju (gospodarsko izkorišanje vode), more investitor, ki želi graditi malo hidroelektrarno, po veljavni zakonodaji, pridobiti lokacijsko dovoljenje od obinskega oziroma državnega upravnega organa pristojnega za urejanje prostora. Lokacijsko dovoljenje je upravni akt, na podlagi katerega se dovoljuje gradnja objekta. Osnova za izdajo lokacijskega dovoljenja je lokacijska dokumentacija, izdelana v skladu z določbami zakona o urejanju naselij in drugih posegov v prostor ter v skladu s splošnimi usmeritvami in merili iz odloka o prostorsko-ureditvenih pogojih. Lokacijski dokumentaciji morajo biti predložena soglasja in dokazilo, da ima investitor pravico razpolagati z zemljištem. Sestavine lokacijske dokumentacije so (ARSO, 2012):

- kopija katastrskega načrta obravnavanega primera,
- geodetski načrt obstoječega stanja terena, objektov in naprav,
- načrt predvidene rabe površin s podatki o oblikovanju objekta,
- karta – situacija celotnega objekta od zajetja do strojnice.

V vseh teh primerih so male hidroelektrarne priklopljene na distribucijsko omrežje, kar pomeni, da mora investitor pridobiti tudi soglasje pristojnega podjetja za distribucijo električne energije. V vsakem primeru pa je potrebno predložiti tudi še nekatera druga soglasja, kot so (ARSO, 2012):

- vodnogospodarske smernice in stališča (izda jih pristojna, pooblaščenca vodnogospodarska organizacija Ministrstva za okolje in prostor ali podjetje za urejanje hudournikov po Zakonu o vodah),
- energetska soglasja (po Zakonu o energetskem gospodarstvu ga izda Ministrstvo za gospodarske dejavnosti Republike Slovenije),
- sanitarno in požarno-varstveno soglasje (samo za male hidroelektrarne, ki so predvidene za obratovanje v omrežje elektroenergetskega sistema),
- dokazilo, da je investitor upravičen razpolagati z zemljištem, na katerem namerava graditi ali drugače posegati v prostor,
- soglasje Zavoda za ribištvo,
- pogoji Zavoda za varstvo okolja in kulturne dediščine,
- morebitna druga soglasja.

Investitor male hidroelektrarne lahko za ne gradnjo na podlagi gradbenega dovoljenja, ki ga za male hidroelektrarne izda območna upravnena enota Republike Slovenije. Zahtevi po izdaji gradbenega dovoljenja je treba predložiti naslednje dokumente (ARSO, 2012):

- dokazilo o pravici do razpolaganja z zemljištem,
- pravnomočno lokacijsko dovoljenje,
- soglasja prizadetih sosedov, ki tako določajo posebni predpisi,
- projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja in izvedbo pridobitve gradbenega dovoljenja, ki vsebuje gradbeni in elektro-strojni del,
- vodnogospodarsko soglasje.

Preden pristojni organ izda gradbeno dovoljenje, preveri tudi ali je bila opravljena kontrola projekta, ali ima projekt (pridobitev gradbenega dovoljenja) vse vsebinske sestavne dele ali je projekt izdelan v skladu s pogoji lokacijskega dovoljenja. Po pridobitvi gradbenega dovoljenja, tehničnem pregledu in pridobitvi uporabnega dovoljenja, pridobimo še vodnogospodarsko dovoljenje. Vodnogospodarsko dovoljenje izda upravni organ, ki izda tudi vodnogospodarsko soglasje (ARSO, 2012).

Po dokončani izgradnji objekta sme investitor prijeti s poskusnim obratovanjem potem, ko si je pridobil soglasje pristojne inšpekcije. Po zaključnem poskusnem obratovanju mora investitor zaprositi organ, ki je izdelal gradbeno dovoljenje za tehniški pregled zgrajenega objekta, Upravni organ, ki je izdal gradbeno dovoljenje, izda takoj po opravljenem tehničnem pregledu in po odpravi eventuelnih pomanjkljivosti uporabno dovoljenje za obratovanje MHE (ARSO, 2012).

### 3.3 OKOLJSKI VPLIVI MALIH HIDROELEKTRARN

Hidroenergija je kot obnovljiv vir zelo uinkovita in ista na proizvodnjo električne energije, vendar sama gradnja objekta in njeno delovanje puša v okolici velike spremembe, ki vplivajo na ekosisteme in biodiverzitetu v vodnem in obvodnem okolju. Največje spremembe so opažene na hidroloških, bioloških in morfoloških spremembah v vodnem ekosistemu pod jezom (Smolar-Žvanut, ..., 2005, str. 99).

Zaradi izkoriščenja vodne energije je lovek pogostokrat skoraj popolnoma osušil potoke in reke, ker je vodo preusmeril na vodne turbine. Posledica tega sta nižanje gladine vode ter izguba življenjskih prostorov in drstiš v vodotokih. Prav tako se izgublja pestrost vegetacije, ki je značilna za obvodne loke. Na odsekih vodotokov, po katerih odteka preostala ali odvečna voda, se spreminja tudi odtočni režim, ki postane odvisen samo še od proizvodnje električne energije in ne več od naravnih pojavov, kot so npr. taljenje snega, padavine ali suša (CIPRA, 2002).

Iz ekološkega vidika predstavlja izgradnja MHE trajni poseg v naravno okolje. Z vodnogospodarskega vidika naj bi vodotoki tudi po izgradnji elektrarne zagotavljali odvodno visoke vode in odpadne vode, pretok plavin, omogočali ribištvo, rekreacije in turistične aktivnosti, na eloma tudi plovbo. Najizrazitejše okoljske spremembe ob izgradnji MHE vodotoka in njegove okolice so:

- znižanje gladine v strugi,
- zmanjšanje hitrosti toka vode,
- povečano odlaganje proda in mulja,
- večja obremenitev vodotoka z odpadnimi vodami,
- povečanje temperaturnih ekstremov vodotoka,
- sprememba vsebnosti kisika v vodi,
- vplivi na rečno in obrežno krajino,
- znižanje nivoja podtalnice,
- kvantitativna in kvalitativna sprememba favne in flore.

Posebej pomembno je ohranjanje minimalnega pretoka v delu vodotoka, ki teče mimo hidroelektrarne po stari strugi. Tako so zagotovljeni ekosistemski pogoji življenja v vodotoku in ob njem (Jerkovič, 1996, 12–25).

Odvzem vode iz vodotokov vpliva na vodni in obvodni ekosistem pod pregrado v treh zaporednih fazah: najprej pride do spremenjenega premeščenja plavin, režima pretoka voda, fizikalno-kemijskih parametrov in kvalitete vode; sledi sprememba v strukturi plavin, obliki struge ter v združbi perifitonskih alg in makrofitov; vse to se v zadnji fazi odraža na nevretenarjih in ribah. Kompleksnost vplivov med vsemi dejavniki v ekosistemu omogoča, da je ekosistem zmožen prenesti večino poasnih in relativno majhnih sprememb, ki se pojavljajo v naravi. Če to ravnotežje prekinejo velike spremembe, potem sistem ni več stabilen in se nepovratno spremeni (Smolar-Žvanut, 2005, str. 58).

Spremembe hidromorfoloških ter fizikalnih in kemijskih dejavnikov v vodotoku vplivajo na spremembe v življenjski združbi ekosistema. Za ovrednotenje vpliva odvzema vode za potrebe malih hidroelektrarn na vodni ekosistem je treba ekosistem obravnavati celostno, kar pomeni, da moramo preučiti tudi njegove žive dele (Peroci et al., 2009, str. 5–23).

Na številnih vodotokih v Sloveniji je bil ugotovljen vpliv zajezitve in odvzema vode na hidrološke, morfološke in biološke parametre vodnega ekosistema. Rezultati so pokazali spremembe teh parametrov v vodnem ekosistemu pod jezom. Opazna je bila fragmentacija mezohabitatov, zmanjšanje njihove pestrosti, velikosti in hidroloških značilnosti. Pod pregrado je bil izmerjen manjši pretok vode in hitrost vodnega toka, ugotovljena pa je bila

velika stopnja dolvodne drobnitve plavin. Poleg tega je prišlo tudi do spremembe v vrstnem sestavu in pogostosti fitobentosa (Smolar-Žvanut, Krivograd-Klemen i , Mikoš, 2008, str. 1–8).

Omenjeni argumenti se pogosto nanašajo na povsem specifične primere in jih je nepravilno posplošiti na vse MHE. Nove tehnologije in izboljšani načini delovanja MHE vztrajno in zanesljivo zmanjšujejo lokalne negativne vplive. MHE pa na okolje in družbo vplivajo tudi pozitivno: nadomeščajo proizvodnjo energije iz fosilnih goriv, katere posledica so emisije škodljivih snovi, kot na primer toplogrednih plinov in žveplovega dioksida. Emisije CO<sub>2</sub> so se doslej zmanjšale za 32 milijonov ton letno, SO<sub>2</sub> pa za 105.000 ton. MHE zmanjšujejo nevarnost poplavljanja rek, v določenih primerih pa celo povečujejo biološko raznovrstnost (Šmit & Jerot, 2007, str. 8).

Strokovnjaki EU Projekta SHARE ([www.share-alpinerivers.eu/](http://www.share-alpinerivers.eu/)) so mnenja, da hidroenergija ni v vseh pogledih vedno »zelena energija«: pogosto namreč povzroči hude hidrološke spremembe, uničuje rečne ekosisteme in poslabšanje ekološke funkcionalnosti. Biotska raznovrstnost alpskih rek je veliko bolj ranljiva od tistih rek v nižinah. Te reke so bile v zgodovini predmet izkoriščanja ljudi, kar je pustilo za posledico znatne vplive na biodiverziteti vodnih in obvodnih ekosistemov. Strokovnjaki ocenjujejo, da je več kot 90 % alpskih rek izkoriščanih, se pravi, da niso več v naravnem stanju.

Veliko število ravninskih hidroelektrarn, ki se nahajajo v Alpah, ima že sedaj velik pomen za alpsko regijo v evropskem energetskega sistema. Število pa se bo v bližnji prihodnosti najverjetneje še povečalo za potrebe stabilnosti omrežja po vsej Evropi. Zato je ideja za prihodnost vodne energije, ki ga predlaga EU projekt CH2OICE ([www.ch2oice.eu/](http://www.ch2oice.eu/)), za certificiranje hidroelektrarn, zelo pomembna. To bi pomenilo izvedljiv postopek certificiranja ("zeleno označevanje") za hidroelektrarne, da bi dosegle cilj trajnostne hidroenergije. Taka hidroenergija bi bila obnovljiva in ekološko prijazna do rečnih ekosistemov.

### **3.3.1 VPLIV NA HIDROLOŠKE IN MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODOTOKA**

V razvitih državah imajo obremenitve, kot so odvzemi vode, regulacije vodnih tokov in morfološke spremembe, pogosto največji vpliv na kakovostno stanje vodotokov. Poleg preoblikovanja same pokrajine lahko takšne spremembe odvzamejo vodnim organizmom njihove habitate in s tem ogrozijo njihov obstoj. So pa vse te spremembe med seboj bolj ali manj povezane, saj na primer regulacije vodnih tokov ne pomenijo zgolj preoblikovanja struge vodotoka in s tem bolj uravnanih strug brez bogatega obvodnega prostora s številnimi mrtvicami in poplavnimi logi, temveč tudi spremenjen hidrološki režim, saj voda hitreje odteka. Tudi hidrološke spremembe, kakršne so na primer nepovratni odvzemi vode, imajo dolgoročen vpliv na morfologijo struge (Zavod za vode RS, 2006).

Zajezitev rek v energetske namene povzroči številne spremembe v vodnem režimu, ki se bodo pokazale v višjih vodostajih (globinah), spremembah hitrosti vode, temperaturi vode, transportu plavin, favni, flori, nivoju podtalnice, kvaliteti vode itd. Posledice zajezitve reke na kvaliteto vode so lahko pozitivne ali negativne. Če je vpliv pozitiven ali negativen se lahko ugotovi na dva načina (Sedej, 2005, str. 25):

- z rezultati monitoringa pred zajezitvijo in po zajezitvi – dejansko stanje,
- z izdelavo matematičnega modela – napoved bodočega stanja pred izvedbo zajezbe.

Vplivi na hidrološke parametre se odražajo v spremenjeni dinamiki pretokov vode pod pregradami, trajanju in pogostosti pretokov vode, v zmanjšanju hitrosti in asovni enakomernosti vodnega toka. Spremembe pretoka vode zaradi obratovanja hidroelektrarn so lahko 3 tipov (Smolar-Žvanut, 2005, str. 59):



- pretok vode v asovnih presledkih narašča in upada;
- hitre kratko- asovne spremembe v pretoku vode;
- konstantni pretok tekom leta.

Zaradi zmanjšanih pretokov vode pod jezom pride v primerjavi z odsekom nad zajezitvijo do bistvenih sprememb v tipih, velikosti, pestrosti in razporeditvi mezohabitatov. Mezohabitat je definiran kot območje relativno homogene globine in pretoka vode. Tipi mezohabitatov so: kaskada, drava, visokovodna brzica, nizkovodna brzica, rahlo valovanje, gladek tok, tolmun, zastal tolmun,...(Smolar-Žvanut,..., 2005, str. 105). Število mezohabitatov se za jezovno pregrado zmanjša, predvsem zaradi negativnega vpliva prevelikega odvzema vode za potrebe hidroelektrarn. Za pregrado se navadno pojavljajo mezohabitati, kjer prevladujejo neturbolentne vode, predvsem tolmini in gladek tok. Vplivi odvzema vode so pogosto povezani ne le s številom habitatov, temveč tudi s fragmentacijo habitatov. Rezultat nižjega pretoka vode pod jezom je večje število mezohabitatov na kilometer v primerjavi z odsekom nad jezom. Primerjava fragmentacije mezohabitatov na območju pod jezom nakazuje večjo diverzijo mezohabitatov in posledično večjo biodiverzitetu. Tudi povprečna površina mezohabitata je manjša pod jezom v primerjavi s povprečno površino mezohabitata nad jezom. Kljub povečani fragmentaciji na odseku pod jezom, je celotni uinek jezov in povzročena manjšega pretoka nizvodno negativen. Prav tako so nižje povprečne globine vodotoka v mezohabitatih pod jezom, kot nad jezom. Spremeni se tudi vrednost hitrosti toka v mezohabitatih, ki je pod pregrado nižja kot nad pregrado. Pri tem pa moramo omeniti tudi dejstvo, da na pojavljanje mezohabitatov zraven zajezitve vpliva še lokalna geomorfologija terena (Smolar-Žvanut,..., 2005, str. 105–109).

Jezovi spremenijo naravni režim. Zajezitve vplivajo na rečno hidrologijo in sezonsko spremenljivost pretoka (O'Reilly, Silberblatt, 2009, v Pušnik, 2010, str. 13). Pretoki so tako v deževnem obdobju manjši kot normalno, v suhih obdobjih pa so lahko zaradi povečane izpusta večji kot normalno. Eliminacija manjših poplav, ki nastopijo trenutno, in nizkih pretokov v času suše, ima velik vpliv na rečni in obrečni ekosistem.

Plavine, ki jih voda ne premeša, se odlagajo iz vodnega toka kot naplavine ali usedline. Antropogeni vplivi kot so regulacije strug, lahko povzročijo zmanjšanje odlaganja, zastajanje in spiranje drobnih sedimentov. V času nizkih pretokov se v vodotokih kopičijo drobni sedimenti in povečano je odlaganje organskih delcev, predvsem v tolmunih in na odsekih, kjer voda zastaja (Smolar-Žvanut, 2005, str. 59).

Zaradi spremembe pretočnega režima (zaradi zmanjšanja hitrosti vodnega toka, ki je posledica zajezitve oziroma odvzema vode iz vodotoka), se sedimenti in plavine, ki jih voda ne premeša, odlagajo iz vodnega toka kot naplavine ali usedline. Akumulacija pomeni popolno prekinitev transporta rečnih sedimentov (mulj, pesek, prod) in drugih plavin dolvodno. Tako prekinjen dotok plavin ali dotok plavin neustrezne zrnivosti vodi k delno ali popolno nezasičenim vodnim tokovom. Ravnovesje posteljice – dna struge se poruši, zato je potrebna umetna stabilizacija dna, da se le-ta ne bi več poglabljala. Onemogočeno je tudi stalno obnavljanje posteljice dna in je zmanjšana samo-istilna sposobnost (Mikoš, 1989, v Pušnik, 2010, str. 33).

Nalaganje sedimentov v obliki delte na mestu, kjer reka priteče v zajezitev, lahko zmanjša zadrževalni volumen akumulacije, vpliva na dvig gladine in povzroči večjo pogostost poplav. Vegetacija, ki raste na naplavinah, tako poveča poplavno ogroženost gorvodno (poveča se hrapavost struge in količina odloženih sedimentov). Zemeljski plazovi in plavine lahko zapolnijo zajezitev ter v ekstremnih primerih tudi povzročijo katastrofalne poplave, ki lahko porušijo jez. Odlaganje sedimentov v zajezitvi lahko spremeni strukturo določene vrste, kar lahko povzroči tudi spremembo določene habitata (O'Reilly and Silberblatt, 2009, v Pušnik, 2010, str. 33).

Zaježitev reke ima lahko velik vpliv na podtalnico. Zatesnitev dna in brežin akumulacije lokalno prekine izmenjavo vode med reko in podtalnico, zato se nivo podtalnice zniža, kar lahko povzroči propad obrežne vegetacije ob akumulaciji. Na območju nezatesnjene akumulacije se podtalnica napaja, kar je posebej izrazito v začetnem obdobju, ko še ni oblikovan sloj finih sedimentov, ki s seboj precej zmanjša pronicanje. Zaradi umetnega polnjenja se v okolici akumulacije dvigne nivo podtalnice, kar lahko povzroči zamor virjenje tal (Pušnik, 2010, str. 32).

Spremenjen sezonski pretok ni režim, ki je posledica obratovanja akumulacije, vpliva na spremembo režima polnjenja in praznjenja podtalnice vzdolž reke dolvodno. Povečan pretok v sušnih obdobjih zmanjša praznjenje podtalnice, zmanjšani pretok v času visokih voda pa vpliva na manjše naravno polnjenje podtalnice. Manjše sezonsko nihanje nivoja podtalnice pozitivno vpliva na preskrbo z vodo in negativno vpliva na obrežno vegetacijo, ki je prilagojena na naravni režim nihanja. Poleg sezonskega nihanja pretoka na podtalnico nekoliko vpliva tudi dnevno nihanje, ki je posledica dnevnega obratovalnega urnika (Stojič, 1996, v Pušnik, 2010, str. 32).

Odvzem vode iz vodotokov se odraža tudi v degradiranem krajinskem izgledu, zmanjšanju vodnih habitatov ter v spremenjeni strukturi plavin, ki je lahko selekcijski dejavnik za življenjsko združbo. Spremembe v nihanju hitrosti vodnega toka vplivajo na diverzitetu mikrohabitatov, na katere je prilagojena bentoška flora in favna (Smolar-Žvanut, 2005, str. 59).

### **3.3.2 VPLIV NA VODNE IN OBVODNE ORGANIZME**

Človek z izgradnjo hidroelektrarn spreminja biotsko ravnovesje, saj se s tem spremenijo fizikalne in kemijske lastnosti rečne vode, katere vplivajo na osnovne pogoje za življenje vodne in obvodne flore in favne. Največ sprememb se v vodnem ekosistemu zgodi takoj po samem posegu v reko. S tem se poruši ustaljeno razmerje v združbi reke, razmerja med razkrojevalci – heterotrofne bakterije in plesni, proizvajalci – alge, mahovi in višje vodne rastline ter potrošniki – živali v bentosu in ribe. Tako je popolno biološko samoočiščenje prizadeto. Spremembe so dolgotrajne in večinoma vodijo v novo, drugačno razmerje med biotskimi in abiotnimi dejavniki, ki ustvarijo nov ekosistem z drugačno floro in favno (Toman, 1999, str. 46–48).

Male hidroelektrarne s svojim umetno ustvarjenim pretoknim režimom vplivajo na spremembo obvodne in vodne favne in flore. Posledično se zniža diverzitet vrst, zmanjša se število vrst združbe, ki govori o ohranjanju narave in okolja. Male hidroelektrarne v veliki meri vplivajo na spremembe v obvodnih ekosistemih, ker je vodni režim reke posredno in neposredno povezan s floristično sestavo združbe obrežnega pasu. Gre za spremembe, ki jih sproži spreminjanje nivoja vode v strugi, pogosto zmanjševanje velikih naravnih sezonskih nihanj ter neposredne spremembe brežin zaradi erozijskih pojavov – edini velik resen problem, ki nastane pri gradnji malih hidroelektrarn, je potreba po zagotovitvi ekološko sprejemljivega pretoka. Male hidroelektrarne so postavljene tudi na majhnih rekah z malimi pretoki, kateri lahko ob določenih vremenskih razmerah zdrsnejo pod ekološko sprejemljiv pretok, ki še zagotavlja nemoteno življenje v prostoru. V primeru padca pod ekološko sprejemljiv pretok, pa so nekateri življenjski procesi prekinjeni in to se negativno izraža na rastlinskih in živalskih vrstah tega območja (Simič, 1999, str. 73–76; Toman, 1999, str. 47–51).

Po podatkih strokovnjakov ima izkoriščanje vodne energije kompleksne učinke na rečne ekosisteme: V naslednjih točkah je opisan splošen pogled na učinke vpliva na rečne sisteme (SHARE: [www.share-alpinerivers.eu/](http://www.share-alpinerivers.eu/)):



- Splošni vpliv: Zajezitev reke vpliva na vse dimenzije reke in ekosistema: moten je kontinuum rek in spremeni se naturalizacija naravnega okolja; lahko se izgubi stik s podtalnico; naravna poplavnost je zmanjšana, reka pa le redko preseže strugo (bo ne in asovne dimenzije). Veliko ribje populacije je ogrožene in onemogočeno vzdrževati stabilno gostoto, saj so to ene od svojega prednostnega območja drstitve.
- Zajezitev in sprememba temperature: Primarna lastnost zajezitve je zmanjšanje hitrosti pretoka in povečan volumen vode v zgornjem delu toka. Temperature vode v rezervoarjih in zajezitvah so hladnejše poleti in toplejše pozimi, nasprotno od naravnih okoliščin; pri preostalih poreklih pa je evidentiran vzorec ravno obraten. Če strnemo: temperaturni diferencial nekaj stopinj (°C) pripelje do pomembnih posledic za biološka razmerja v rečnih sistemih.
- Zmanjšanje hitrosti pretoka: zmanjšana trenutna hitrost, s samo manjšo turbulenco površja v zajezitvah in rezervoarjih, zmanjšuje koncentracijo kisika iz atmosfere v vodi. Sedimentacija raztopljenega materiala je povečana in hranilo se lahko akumulira. Zmanjšana hitrost vode, istina vode, povečana radiacija in zaloga hranila omogočajo boljše rast vodnih rastlin in alg, kar celo lahko vodi do prenasičenosti s kisikom.
- Prepustnost rečnih strug: Spremembe razmer v rečnih koritih in sestavi substratov so pogosto rezultat spremembe zaradi zajezitve. To vpliva na globinsko favno in floro ter medprostorno nevretenarsko skupnost. Prepustnost substrata je tudi glavni problem za ribe: prepustne prodnate struge so neprimerne za drstenje in zato ogrožajo reprodukcijo ribje populacije.
- Kontinuum rek: prekinitev kontinuitete rek z nasipi ali jezi ustvarja pritisk, ki v glavnem vpliva na favno rib, saj preprečuje migracijo rib navzgor in navzdol reke in toka. Nasipi delijo naravno okolje in ločujejo ribjo populacijo, saj zmanjšujejo genetsko raznovrstnost.

Zaradi odvzema vode so pogosto najbolj prizadeti pritrjeni organizmi (primarni producenti), kar se kaže v spremembi razmerja primarni in sekundarni producenti ter v bioprodukciji vodotoka. Najbolj je prizadet litoralni del vodotoka, ki je biološko najproduktivnejši in ima neposredni vpliv na samo istilno sposobnost vodotoka (Bergey et al., 2010, v Smolar-Žvanut, 2011, str. 6).

Zajezitve in odvzemi vode iz vodotokov vplivajo na vodni in obvodni ekosistem. Rezultati številnih študij so pokazali na kvalitativne in kvantitativne hidrološke, biološke in fizikalno kemijske spremembe pod pregradami (Smolar-Žvanut, 2005, str. 55).

Zaradi osušenosti struge ali zmanjšanja globine vode je preprečena migracija nevretenarjev in rib po toku navzgor in navzdol, kar prekine prehranjevalne verige in povezave med organizmi. Npr., pod pregradami je pogosto opažena sprememba starostne strukture in zmanjšanja gostote ribje populacije (Bundi & Eichenberger 1989, v Smolar-Žvanut, 2011, str. 6).

Pod pregrado lahko nastanejo spremembe v dotoku hranilnih snovi, svetlobnih razmer in aktivnosti nevretenarjev, ki se hranijo s fitobentoškimi algami (Stevenson 1984, v Smolar-Žvanut, 2011, str. 6). Z odvzemom vode iz vodotoka se zmanjša količina in driftna (Biggs & Close 1989, v Smolar-Žvanut, 2011, str. 6) in pride do spremenjene razporeditve organizmov ter porušitve zgradbe in funkcije združbe (Gore 1994, v Smolar-Žvanut, 2011, str. 6). Zmanjšanje pretoka vode vpliva tudi na obvodne živali, ki živijo na bregu, in tiste, ki živijo v tleh na vplivnem območju podtalnice.

Pri nižjem pretoku se v vodotoku povečajo vrednosti hranilnih in strupenih snovi. S povečanjem količine hranilnih snovi se poveča biomasa alg, bakterij in drugih mikroorganizmov, ob povečani strupenosti pa vrstno osiromašijo ali celo izginejo. Odvzem vode iz vodotokov in porast koncentracije hranilnih snovi v vodotoku ima podoben vpliv, saj

se v obeh primerih spremeni vrstna diverziteteta (Rott & Pfister 1988). Zmanjšanje vodne površine v strugi lahko onemogoči obstoj združbe bentoških alg (Bergey et al., 2010, v Smolar-Žvanut, 2011, str. 6).

Voda je pomembna za biološko neokrnjenost naslednjih ekoloških dobrin (Šantl, Smolar-Žvanut, Colnari, SEE HydroPower, 2011, str. 64):

- parametrov populacije rib (in ostalih vodnih organizmov) – (kot npr. številnost in biomasa);
- obdobje brstenja in lokacija (območje drstenja) ribjih vrst;
- povezanost rek in njihovega pretoka (prehodnost), ki omogoča migracijo rib;
- ohranitev naravnega okolja rib (in drugih vodnih organizmov).

Prednosti, ki izhajajo iz izvedbe ekoloških meritev so (v glavnem):

- zaščita in ohranitev omenjenih ekoloških dobrin;
- preventiva, zmanjšanje in odstranitev posledic pomanjkanja vode za ribe in ostalih vodnih organizmov (upoštevajo omenjene ekološke dobrine);
- rehabilitacija vodnih površin, ki so že pod vplivom pomanjkanja vode.

Spreminjanje pretokov vode pod pregradami je eden izmed stresnih dejavnikov, ki prav tako vplivajo na vodni in obvodni ekosistem. Ti vplivi so pogosto v povezavi s fragmentacijo vodnih habitatov, toksini in snovmi, ki so prisotne v sedimentih in v vodi, invazijo tujerodnih vrst ter onesnaženjem, zato je pri vplivih zajezev in odvzemih vode potrebno obravnavati vse dejavnike med seboj povezano (Smolar-Žvanut, 2005, str. 57).

### **3.3.2.1 VPLIV NA RIBE**

V Evropi se ribe kot pokazatelje stanja vodnega okolja uporablja šele nekaj let, največjo veljavo dobivajo s sprejetjem Direktive o vodah. Kot ena najvišje razvitih vodnih živali in končno člen v prehranjevalni verigi v vodnih ekosistemih, so ribe pomemben sestavni del vodnega prostora, njihova naseljenost, raznolikost in kondicijsko stanje pa sta v veliki meri odvisna od človekovega vpliva na neko določeno območje. So odlični pokazatelj dobrega ali slabega stanja vodnega okolja, ker preživijo vse življenje v vodi, različne vrste so različno občutljive na spremembe okolja, živijo več let in lahko jih je določiti do vrste. Poznavanje raznolikosti ribjih vrst in stanje njihovih populacij je po smernicah Vodne direktive najpomembnejši pokazatelj ekološkega stanja vsakega vodnega telesa. Ovrednotenje vodnega okolja na osnovi poznavanja stanja ribjih populacij v danem vodnem telesu je možno zato, ker ribe naseljujejo različne habitate in so manj odvisne od mikrohabitatov, večina jih živi več let, vodno telo naseljujejo na daljšem odseku in so za javnost zelo opazna komponenta vodne združbe, zelo pomembno pa je tudi dejstvo, da je pogostost vzorčenja, potrebna za namene ovrednotenja stanja ribjih populacij, manjša kot za ostale vodne organizme (Schmutz, 2001, str. 14–27).

Ihtiološke raziskave (Zavod za ribištvo Slovenije, 2011) na reki Oplotnici so pokazale zmanjšanje vodnega pretoka in posledično povišano temperaturo vode za pregrado, kot tudi drugačno strukturo dolžine rib in zmanjšanje gostote ribje populacije. Natančneje so meritve pokazale nizko število velikih vrst rib ali celo njihovo odsotnost. V nekaterih primerih zmanjšanje pretoka z vplivanjem na hidromorfologijo indirektno zmanjša številnost rib v vodotoku.

Zaradi zajezev in odvzema vode pride do spremembe v vrstni sestavi in pogostosti fitobentosa. Za zajezevami vodotoka se pogosto pojavljajo vrste, ki so značilne za odseke z nizko hitrostjo vodnega toka (Smolar-Žvanut, ..., 2005, str. 111). Zajezev vplivajo na naravne selitvene poti ribje populacije in drugih živali, ki živijo v vodnih biotopih. Jezovi in

re ne pregrade ribjim vrstam predstavljajo nepremagljive prepreke (Vodna energija, kot ekološka znamka, str. 4).

Hydroenergetski objekti ovirajo migracijo rib – posledica tega je izolacija ribje populacije. Ribe na svojih selitvenih poteh zaidejo v rešetke in turbine in se poškodujejo. Prav tako prihaja do sprememb in motenega poteka re ne dinamike in s tem transportne sposobnosti prodnega nanosa. Koli ine materiala, ki ga prenaša voda, se kopi ijo, v zajezenih tokovih se pogosto nalaga mulj, to pa uni uje življenjske prostore drugih živih bitij. Pri gnitju mulja v vodi nastajata metan in ogljikov dioksid. Obratovanje hidroenergetskih naprav povzro a tudi nihanja globine vode, pretoka in temperature. Zaradi zajezitve in kanaliziranja je reka lo ena od svojih prvotnih stranskih vodotokov in poplavnih površin. Nekatere vrste rib izgubljajo svoj življenjski prostor, uni uje se tesno prepreden sistem vodnih tokov (CIPRA, 2002).

Zajezitev vodotokov vpliva na nastajanje oziroma prepre evanje visokih voda, zaradi esar se usedline odlagajo na dno vodotokov. Vsebnost kisika v vodi je vedno manjša. Drobnejše usedline se kopi ijo v votlih delih peš enega sloja, kjer se v ekološko neokrnjenih rekah razvijajo zgodnje oblike številnih vodnih živali, npr. jaj eca in zalega številnih ribjih vrst ali pa jaj eca in li inke insektov. Biotska raznolikost je vedno manjša tudi zaradi izginjanja organizmov, ki so zna ilni za teko e vode, npr. li inke enodnevnice, vrbnic in mladoletnic, kakor tudi tistih ribjih vrst, ki so se prilagodile hitro teko i vodi (CIPRA, 2002).

Pod pregradami je pogosto opažena sprememba starostne strukture in zmanjšanja gostote ribje populacije. Pod pregrado pride do sprememb v dotoku hranilnih snovi, svetlobnih razmer in aktivnosti nevreten arjev, ki se hranijo s perifitonskimi algami. Zmanjšanje pretoka vode vpliva tudi na obvodne živali, ki žive na bregu in tiste, ki žive v vplivnem obmo ju podtalnice v tleh (Smolar-Žvanut, 2005, str. 60).

Zajezitive vplivajo na re no hidrologijo in sezonsko spremenljivost pretoka. Zaradi odstranjene obrežne vegetacije so brežine izpostavljene segrevanju, posledica je višja temperatura vode in manjša vsebnost kisika. Višja temperatura vode in nižje vsebnosti kisika so za ribe stresni dejavniki. Na drugi strani hladnejša voda negativno vpliva na razmnoževanje, manj je potomstva, pove a pa se število velikih osebkov in odraslih rib. Na mestih izpusta toplejše vode v vodotok z normalno hladno vodo tako lahko pogine ve rib. Taka sprememba vpliva na razmnoževanje in produkcijo hrane za preostale ribje populacije (Kolman et al., 2010, str. 86).

Pregrada je neprehodna ovira, ki prepre uje stalnim ribjim vrstam, kot tudi selivkam, prehajanje med gor in dol vodnimi habitati, zaradi tega se spremeni sestava vrst nad pregrado kot pod njo. Zaradi pregrade lahko nekatere vrste rib celo izginejo. Ribe potrebujejo na razli nih razvojnih stopnjah in v razli nih obdobjih življenja razli ne življenjske prostore za drst, za razvoj in odraš anje zaroda in mladice, za rast, za obdobje spolnega dozorevanja, za prehranjevanje. Po izgradnji pregrade so ti razli ni in za preživetje rib pomembni prostori lo eni in v dolo enih življenjskih obdobjih zanje nedostopni (McCartney et al., 2001, Jackson in Marmulla, 2000, str. 82).

Izgradnja velikih pregrad, s posegom v vodni in obvodni prostor, pomeni dokon no in uni ujo o spremembo življenjskega okolja vodnih organizmov, katerih preživetje je popolnoma odvisno od njihovih sposobnosti prilagajanja novonastalim življenjskim pogojem. S pregraditvijo re ne struge se bistveno spremeni režim vodotoka: re ni tok se upo asni, zaradi upo asnitve vodnega toka se zmanjšana transportna sposobnost vodotoka in pride do usedanja naplavin v zadrževalnikih. Spremembe re nega režima posledici no vplivajo tudi na fizikalno stanje akumulirane vode – temperaturne razmere v zadrževalniku so razli ne od razmer v naravnem vodotoku. Ojezeritev pomeni tudi kakovostne spremembe vode. Ob prisotnosti hranil, kot posledica onesnaženja na prispevnem podro ju, daljšem zadrževalnem

asu vode v zadrževalniku in spremenjenem temperaturnem režimu je bistveno ve ja možnost za nastanek evtrofi nih pojavov (Smolar-Žvanut in dr., 2004, v Polž, 2007, str. 66).

Pregrada je neprehodna ovira, ki lahko popolnoma spremeni naravni re ni režim in prepre uje tako stalnim ribjim vrstam, kot selivkam prehajanje med razli nimi gor- in dolvodnimi habitati. Novonastala zaježitev ima sicer ve jo vodno površino, vendar manj ribjih habitatov, ki se obi ajno ohranijo le v izlivnih delih pritokov ali na zamuljenih plitvinah v sami zaježitvi. Selitvene poti so prekinjene. Domorodne vrste oziroma ihtiocenoze se spremenijo in nove vrste naselijo spremenjene habitate. Ker moramo na vseh vodotokih skladno z vodno direktivo dose i dobro ekološko stanje oziroma potencial, je treba vodotoke s primernimi ukrepi im bolj približati naravnemu oziroma referen nemu stanju. To pomeni, da je cilj vzpostaviti habitate za referen ne vrste favne in flore oziroma se takšnemu stanju v najve ji možni meri približati (Kolman et al., 2010, str. 87).

Z zaježitvijo vodotoka so ve inoma dokon no prekinjene migracijske poti, ki niso potrebne zgolj za reprodukcijo v asu drsti, temve so bistvenega pomena tudi za preživetje ribje populacije s stališ a prehranjevanja (Balajut, 1982, Jungwirt in dr., 1998, v Povž, 2005). Obnašanje ribjih vrst je v spremenjenih razmerah razli no: nekatere vrste so prizadete neposredno zaradi spremembe življenjskega prostora, veliko pa jih je prizadetih zaradi prepre ene migracije, sprememb re nega režima in drugih aktivnosti na vodotoku (Ward in dr., 1979, v Povž, 2005, str. 66).

Obrežna vegetacija zagotavlja posameznim ribam skivališ a pred plenilci in tekmeci za hrano ter zavetiš a v obdobju visokih voda. Taki habitati so pomembni predvsem za mlade ribe in manjše vrste, ker se lahko skrijejo pred plenilci ali izognejo toku, ki bi jih lahko odplaknil. Zaradi tega se spremeni raznolikost ribjih vrst tako nad kot pod pregrado. Nekatere celo izginejo. RIBE namre potrebujejo na razli nih razvojnih stopnjah in v razli nih obdobjih življenja razli ne življenjske prostore, in sicer za drst, razvoj in odraš anje zaroda in mladice, rast, obdobje spolnega dozorevanja in prehranjevanje. Po postavitvi pregrade so ti razli ni in za preživetje rib pomembni prostori lo eni in v dolo enih življenjskih obdobjih zanje nedostopni. Zaradi izpusta sedimentov v izjemnih razmerah in izpiranja zaježitve se pove ata hitrost vodnega toka in erozija brežin dolvodno od zaježitve. V asih voda ne more sproti odnašati usedlin. Za nejo se kopi iti na dnu struge in v plitvinah, ki so najpomembnejši habitati zaroda in mladice. Posledi no se zmanjšajo produkcija hrane, drstiš a in predvsem habitati ribjega zaroda in mladice. Zaradi erozije brežin se poslabša kakovost vode. Neustrezna kakovost vode v zaježitvi vpliva na ribe neposredno tako, da spremeni njihovo vedenje in fiziološke funkcije, posredno pa tako, da so prizadeti bodisi habitati bodisi vrsta razpoložljive hrane (Kolman et al., 2010, str. 87).

Hitri ali ekstremni pretoki lahko odplaknejo zarod in mladice iz zaježitve v predele pod pregrado, kjer nimajo niti najmanjše možnosti za preživetje. Za preživetje potrebujejo razli ne in specifi ne habitate zato, da imajo na voljo dovolj hrane, da se lahko razmnožujejo in skrivajo pred plenilci. e pri iztokih pod pregrado ni dovolj pretoka, izginejo raznoliki in specifi ni habitati, zmanjšajo se ribje populacije in motena je selitev rib. Cilj je zagotoviti preto ni režim oziroma ekološko sprejemljiv pretok, ki je im bolj podoben naravnim preto nim razmeram in režimu, s imer naj se ne bi spreminjala ali rušila obstoje a povezava med površinsko in podzemno vodo in koptim (Kolman et al., 2010, str. 87).

Zaježitev postanejo žariš a najrazli nejših bolezni. V anaerobnih procesih nastaja na dnu zaježitev metan, ki lahko povzro i pogin rib. Vzroki za selitev re nih (reofilnih) vrst rib so torej v iskanju razli nih za preživetje nujnih življenjskih prostorov. Številne spolno zrele sladkovodne ribe se selijo po toku navzgor na drstiš a bodisi v reki sami bodisi v njenih pritokih, mlade ribe pa se s tokom selijo dolvodno. Pod pregradami se ribe zbirajo zaradi ve jih možnosti za plenjenje tudi v asu sezonskih selitev. Dokazano je, da se po postavitvi

pregrade zelo hitro zmanjšata število vrst in velikost populacij. Ostanejo le tiste vrste rib, ki v novih razmerah lahko preživijo (Kolman et al., 2010, str. 86).

Vplivi visokih re nih pregrad na ribe se pojavijo takoj po izgradnji oziroma po pri etku obratovanja ali pa z zakasnitvijo bodisi po letu, dveh ali pa še kasneje po ve letih. Pri nekaterih vrstah rib se populacije takoj zmanjšajo ali celo izginejo. Spremenijo se tako pogostost, kot diverziteteta in distribucija živali v loti nem in lenti nem predelu, kajti njihova abundanca, diverziteteta in distribucija so pogojene s celo vrsto dejavnikov, ki so v najrazli nejših povezavah in medsebojnih odvisnostih (Smolar-Žvanut, 2005, str. 59).

S takimi posegi je prizadetih okoli 18 % evropskih ribjih vrst. Med okoli 500 evropskimi vrstami jih je 12 resno ogroženih in 16 neposredno prizadetih prav zaradi prepre ene migracije. Obi ajno je prehodnost preko jezov omogo ena z gradnjo ustreznih ribjih prehodov. Raziskave navajajo, da se ribjih prehodov poslužuje 36 vrst rib. Izjemno pomembno vlogo pri preživetju rib v novo nastalih pogojih ima temperatura vode. Spremembe temperaturnega režima bistveno vplivajo na poselitev v novih pogojih: vrste, ki so manj ob utljive na temperaturne spremembe se razmnožijo, populacije ob utljivih vrst pa se zmanjšajo oz. se preselijo na ustreznjša obmo ja. S spremembo re nega režima – posebej uni ujo a so nihanja gladin in pretokov v re ni strugi, se popolnoma spremenijo življenjski prostori na predelu akumulacije in dolvodno pod pregrado. Zaradi pogostih nihanj vodne gladine se zmanjšajo ali izginejo drstiš a in pasiš a in plitvejši predeli z mirno in toplejšo vodo, kjer se zadržujejo predvsem zarod in mladice. V asih se posledice vplivov na vodne živali pojavijo šele po nekaj letih (Povž, Kryžanovski, 2005, str. 67).

Te težave lahko vsaj nekoliko omilimo z ribjimi prehodi. V slovenski zakonodaji ureja problem ribjih prehodov Zakon o sladkovodnem ribištvu v svojem 15. lenu. Ribji prehodi so tehni en omilitveni ukrep, ki naj bi zmanjšal negativen vpliv hidroenergetskih pregrad na ribe. Dolo en tip ribjega prehoda (ribja steza, ribje dvigalo, obto ni kanal itd.) se izbere in zgradi na na in, da ustreza vsem ribjim vrstam. Pomemben element ribjega prehoda je njegov vhod in zmožnost privabljanja rib za gorvodno migriranje. Klju nega pomena so tudi pretok v asu selitve rib in vedenjski vzorci vrst rib. Na rt za ribji prehod vklju uje mehani ne in hidravli ne rešitve za odvrta nje stalnih rib bodisi s plašenjem med dol-vodno selitvijo in usmerjanjem, npr. z rešetkami in usmerjanje v transportne naprave med gor-vodno selitvijo (Kolman et al., 2010, str. 88).

Pri zagotavljanju vzdolžne kontinuitete za ribe na hidroenergetskih pregradah z razli nimi tipi ribjih prehodov so odlo ilnega pomena izbira lokacije za postavitve ribjega prehoda, konstrukcija in kapaciteta vtoka. Vgraditi je treba odvrta lne naprave za ribe (npr. elektri ne zapore, elektri ne rešetke itd.), ki bodo ribam prepre evale dostop do vto nih odprt in zahajanje v obmo ja, kjer obstaja nevarnost, da jih vodni tok odnese v cevovode. Pred za etkom vzpostavitve novih migracijskih poti je treba napraviti naslednje 4 korake (Kolman, 2010, str. 89):

- popisati obstoje e ribje vrste,
- oceniti, na kateri razvojni stopnji so posamezne vrste,
- zbrati biološke podatke za vsako stopnjo razvoja posamezne vrste in
- jasno definirati razmere za preživetje rib.

Pri postavitvi ribjega prehoda je pomembno, da se prehod dimenzionira na na in, da se zagotovi prehajanje najmanjših in najšibkejših ribjih vrst, s imer se omogo ljo migracije na drstiš a in pasiš a, posled no pa tudi izmenjava genetskega materiala, pomembnega za razvoj in ohranjanje ribjih vrst. e ribjega prehoda ni, ni možen dostop do drstiš a. Kjer prehod obstaja, ga ribe težko ali sploh ne najdejo brez zadostnega, vendar ustrežno zavarovanega atrakcijskega toka pri vtoku. Nezavarovan in nepravilno na rtovan ali nameš en vtok vode je za ribe nevaren. Premo an vodni tok pri vtoku jih lahko posrka v

turbine. Z odvrta alnimi napravami (svetila, zvo ni signali, elektri ne zapore) je treba ribam prepre iti približevanje potencialno nevarnim obmo jem. Prehajanja skozi turbine je dodaten negativen vpliv na ribe in ovira za dolvodno selitev. Kadar med dolvodno selitvijo opazimo, da ribe zaradi poškodb pri prehajanju skozi turbine poginjajo, lahko problem rešujemo z ustrezno spremembo lokacije ali namestitvijo vtoka (Kolman, 2010, str. 89).

Pri vsem tem pa moramo poudariti, da se problematika prehajanja rib ve inoma omenja le na velikih hidroelektrarnah, na male hidroelektrarne na manjših vodotokih pa se pozablja. Takšni vodotoki so s stališ a varovanja ribjega živilja prav tako pomembni. Velikokrat so manjši vodotoki drstitvena obmo ja oziroma pasiš a, v katera se zatekajo ribe iz ve jih vodotokov. Pri nas trenutno ni dobro urejene baze podatkov oziroma katastra o pregradah na manjših vodotokih. V Sloveniji je bilo januarja 2007 evidentiranih 425 malih hidroelektrarn (ARSO 2007), ki prav tako lahko vplivajo na ribje migracije, e nimajo prehodov za ribe oziroma ti niso delujejo i ali u inkoviti. Ve ina malih hidroelektrarn v Sloveniji pa nima ribjih prehodov. V prvi fazi bo za vzpostavitev migracijskih poti treba izhajati iz dobro urejene baze podatkov o pregradah na malih vodotokih in natan ne sheme prioritetnih vodotokov, pomembnih za drst, rast, razvoj in hranjenje ribjih vrst (Kolman, 2010, str. 92).

### **3.3.3 VPLIV NA FIZIKALNO-KEMIJSKE ZNA ILNOSTI VODOTOKA**

Izgradnja velikih pregrad, s posegom v vodni in obvodni prostor, pomeni dokon no in uni ujo o spremembo življenjskega okolja vodnih organizmov, katerih preživetje je popolnoma odvisno od njihovih sposobnosti prilagajanja novonastalim življenjskim pogojem. S pregraditvijo re ne struge se bistveno spremeni režim vodotoka: re ni tok se upo asni, zaradi upo asnitve vodnega toka se zmanjšana transportna sposobnost vodotoka in pride do usedanja naplavin v zadrževalnikih. Spremembe re nega režima posledi no vplivajo tudi na fizikalno stanje akumulirane vode – temperaturne razmere v zadrževalniku so razli ne od razmer v naravnem vodotoku. Ojezeritev pomeni tudi kakovostne spremembe vode. Ob prisotnosti hranil, kot posledica onesnaženja na prispevnem podro ju, daljšem zadrževalnem asu vode v zadrževalniku in spremenjenem temperaturnem režimu je bistveno ve ja možnost za nastanek evtrofi nih pojavov (Smolar, 2004).

Ob gradnji hidroelektrarne se reki spremeni hitrost vodnega toka. Vplivi zajezitev na hidrološke parametre se odražajo v spremenjeni dinamiki pretokov vode pod re nimi pregradami, trajanje in pogostost pretokov vode ter v zmanjšani hitrosti in asovni enakomernosti vodnega toka. Zaradi zajezitve ali odvzema odtoka se reki zmanjša vodni tok. Vodotok se tako upo asni, da dobi vse oblike jezerskega vodotoka. Spreminjanje pretokov vode pod re nimi jezovi je eden stresnih dejavnikov, ki vpliva na obvodni in vodni ekosistem. Zmanjšanje hitrosti toka povzro i hkrati verižno reakcijo vplivov, ki imajo asovno in prostorsko daljnosežne posledice. Ti vplivi so pogosto povezani s fragmentacijo vodnih habitatov, toksimi snovmi, ki so prisotne v sedimentih v vodi (Stoji , 1999, str. 110–111, Smolar-Žvanut, 2005, str. 99–100).

Nasi enost s kisikom v vodotoku je povezana z biološkimi procesi v vodnem ekosistemu. Avtotrofne rastline proizvajajo v procesu fotosinteze kisik in fotosintetska aktivnost alg ter makrofitov lahko povzro i prenasi enost s kisikom preko dneva. Kisik se v vodotoku porablja za dihanje vodnih organizmov in mikrobne aktivnosti. Zmanjšanje hitrosti vodnega toka vode se odraža v majhni vsebnosti kisika, ki vstopa v vodo z difuzijskimi procesi. Posebej v poletnem obdobju, v asu nizkih pretokov vode, so zaradi manjše prostornine in posledi no manjše toplotne kapacitete vodotoka zna ilna dnevno-no na nihanja v temperaturi vode, posebej v majhnih skalnatih vodotokih. V primerjavi z naravnim odsekom vodotoka pride na odseku, kjer je odvzem vode, do sezonskih in urnih sprememb v temperaturnem režimu vode (Smolar-Žvanut, 2005, str. 59).

Zaradi zmanjšanja globine vode in odlaganja drobnih plavin pride do spremembe srednje letne temperature v vodi. V času nizkih pretokov so pogosto izmerjene višje koncentracije hranilnih snovi v vodotoku, zato se poveča vpliv onesnaženja na vodne organizme. Z umetnim spreminjanjem pretoka vode lahko povečamo eutrofikacijske procese. V času nizkih pretokov lahko zaradi vtoka hranilnih snovi pride na površini podlage do sprememb v redoksnem potencialu (Smolar-Žvanut, 2005, str. 59).

Biološki procesi so v vodnem ekosistemu povezani z nasičenostjo kisika v vodotoku. Vodni organizmi uporabljajo kisik za dihanje, prav tako pa se kisik v vodotoku uporablja za mikrobne aktivnosti. Zaradi zmanjšanja hitrosti vodnega toka je vsebnost kisika v vodi manjša, saj vstopa v vodo z difuzijskimi procesi.

Posebej v poletnem obdobju, ko so pretoki vode nižji, so zaradi manjše prostornine in posledično manjše toplotne kapacitete vodotoka značilna dnevna nihanja v temperaturi vode, posebej v majhnih skalnatih vodotokih. Na odsekih, kjer je odvzem vode, prihaja do sezonskih in urnih sprememb v temperaturnem režimu vode. Ob nizkem pretoku se zmanjša obseg vodnega okolja, povečajo pa se odlaganje sedimentov in koncentracija polutantov (Haley, 2009, v Pušnik, 2010, str. 17).

### **3.3.4 VPLIV NA KRAJINO**

Energetsko najbolj zanimivi so ponavadi zgornji tokovi vodotokov, kjer so padci še veliki. Isti odseki pa so zaradi odročnosti oziroma težke dostopnosti navadno še popolnoma naravno ohranjeni in so biotopsko najbolj pomembni. Tako so lokacije MHE praviloma v soteskah in grapah, kjer so ostanki še popolnoma ohranjene naravne krajine. Gradnja MHE povzroči s preoblikovanjem reliefa, dovodnim sistemom, jezom in samo strojnico v praviloma nedotaknjenem okolju relativno velike spremembe.

Negativni vplivi MHE na krajino (Simič, 1996, v Pušnik, 2010, str. 38):

- Zajetje, cevovod, strojnica, dostopna cesta, transformatorska postaja, električni priključek na javno omrežje, iztok iz strojnice, so izraziti tujki v naravnem okolju.
- Poseben problem je dostop do gradbišča, saj je ta pogosto bolj sporen od objekta samega. V sotesko oziroma grapo je treba priti z mehanizacijo, kar pomeni izgradnjo ceste. Na traso cevovoda je potrebno priti s strojem, kar pomeni posek vegetacije in izkop v določeni širini. Pogosto so problematični izkopi v strminah, kjer se material posipa v strugo in jo dodatno prizadene. Poleg tega so taka posuta pobočja krajinsko zelo izpostavljena rane, ki se zaradi erozije zelo postopoma zaraščajo.
- Velikost in obliko strojnice narekujejo dimenzije, oblika in način montaže elektro-strojne opreme. Če je lokacija strojnice v sonaravnem okolju, je še tako dobro oblikovana zgradba arhitektonski tujek v krajini. Tudi priključitev elektrarne na električno omrežje je lahko zelo sporna, saj v okolici običajno ni električnega omrežja in se v krajini pojavi še en tujek – električni vod, ki povezuje MHE z omrežjem.
- S stališča varstva naravne dediščine so akumulacijske MHE še bolj sporne od preostalih. Pri akumulacijskih MHE se naštetim negativnim učinkom pridruži še bolj ali manj visoka pregrada, ki učinkuje kot tujek v naravnem okolju, predvsem pa je tujek akumulacijsko jezero, katerega gladina zaradi nenehnega obratovanja moremo niha.

## **3.4 KONVENCIJE IN DRUGI AKTI, KI OBRAVNAVAJO OKOLJSKO PROBLEMATIKO MALIH HIDROELEKTRARN**

Temeljna izhodišča glede pravne ureditve ohranjanja narave in varstva okolja vsebuje že Ustava Republike Slovenije. Skrb za ohranjanje naravnih bogastev in kulturne dediščine

nalaga državi v splošnih določbah in ustvarja možnosti za skladen civilizacijski in kulturni razvoj Slovenije.

V Ustavi Republike Slovenije je v 73. členu zapisano, da je dolžan vsakdo v skladu z zakonom varovati naravne znamenitosti in redkosti ter kulturne spomenike ter da država in lokalne skupnosti skrbijo za ohranjanje naravne in kulturne dediščine.

Ustava določa tudi, da morajo biti zakoni in drugi predpisi v skladu s splošno veljavnimi na področju mednarodnega prava in mednarodnimi pogodbami, ki obvezujejo našo državo. To določilo je za ohranjanje narave in varstvo okolja pomembno, saj so tako konvencije s tega področja sestavni del našega pravnega reda. Država je dolžna skrbeti za zdravo življenjsko okolje in z zakoni določiti pogoje in načine opravljanja gospodarskih in drugih dejavnosti.

Zakon o ohranjanju narave (ZON) (Uradni list RS, št. 96/2004) je temeljni zakon varstva narave in določa:

- ukrepe ohranjanja biotske raznovrstnosti, s katerimi se ureja varstvo prostožive in rastlinskih in živalskih vrst, vključno z njihovim genetskim materialom in habitatami ter ekosistemi, in omogoča trajnostno rabo sestavin biotske raznovrstnosti ter zagotavlja ohranjanje naravnega ravnovesja,
- sistem varstva naravnih vrednot, ki določa postopke in načine podeljevanja statusa naravnih vrednot ter izvajanje njihovega varstva.

ZON določa, da se vsebine (naloge) s področja ohranjanja narave podrobneje razložijo v operativnih programih, ki jih sprejme vlada. Vsebine nekaterih operativnih programov so podrobneje določene tudi z drugimi pravnimi akti. Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti predvideva kot obliko operativnega programa pripravo in izvajanje medsektorskega štiriletnega akcijskega načrta ohranjanja biotske raznovrstnosti (vrst, ekosistemov oz. habitatnih tipov in genskih virov) za poglobljeno sektorsko razvojno politiko.

Temeljni sistemski predpis na področju varstva okolja oziroma narave je Zakon o varstvu okolja (ZVO, Uradni list RS, št. 41/2004). Naš Zakon o varstvu okolja naj bi, kot podobni zakoni drugih držav, v osnovi zagotovil zlasti: trajno ohranjanje vitalnosti narave, biološke raznovrstnosti, avtohtonosti bioloških vrst in njihovih habitatov, ekološko ravnotežje, obnavljanje raznovrstnosti in kakovosti naravnih dobrin, naravni genetski sklad, ohranjanje rodovitnosti zemljišč, ohranjanje in obnavljanje pestrosti ter kulturne in estetske vrednosti krajine in naravnih vrednot ter še zmanjšanje porabe naravnih virov, snovi in energije. Gre torej za to, da so oziroma postanejo vse loveške dejavnosti čim bolj neškodljive za naravno ravnovesje, kar edino lahko zagotovi ohranitev polnega življenja na zemlji.

Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1, Uradni list RS št. 110/2002) ureja prostorsko načrtovanje in uveljavljanje prostorskih ukrepov za izvajanje načrtovanih prostorskih ureditev, zagotavljanje opremljanja zemljišč za gradnjo ter vodenje sistema zbirk prostorskih podatkov. Zraven navedenega zakona določa tudi pogoje za opravljanje prostorskega načrtovanja, določa nadzorstvo nad izvajanjem določb zakona ter kazenske določbe. Namen urejanja prostora je omogočiti skladen prostorski razvoj z usklajevanjem gospodarskih, družbenih in okoljskih vidikov razvoja, pri čemer morajo nosilci urejanja prostora upoštevati javne koristi in zasebne interese. Prostorske ureditve se določajo in na njihujejo s prostorskimi akti.

Z urejanjem prostora v državni pristojnosti se določijo pogoji prostorskega načrtovanja in umešanja objektov v prostor, ki jih narekujejo predpisani režimi varovanja okolja, ohranjanja narave in trajnostne rabe naravnih dobrin, ohranjanja kulturnih spomenikov in druge kulturne dediščine državnega pomena, varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami ter obrambne potrebe (ZUreP-1, 11. člen).



Evropska konvencija o krajini govori o tem, da je krajina ključna sestavina lovekove in družbene blaginje. Njeno varstvo, upravljanje in ohranjanje so pravica in obveznost vsakogar. Namen konvencije je zasnovati temeljni okvir za zaščito krajinskih vrednot, in ohranitev krajinske dediščine v celotni Evropi. Konvencija podaja temeljne zakonodajne usmeritve za področje krajine, ki jih morajo države podpisnice pri razvojnih politikah, strategijah, programih in pri mednarodnem sodelovanju, obvezno upoštevati. S 1. marcem 2004, ko je več kot tretjina držav podpisnic konvencijo ratificirala, je Evropska konvencija o krajini začela veljati. V Sloveniji, ki je konvencijo ratificirala leta 2003, je skrbnik za izvajanje Evropske konvencije o krajini Ministrstvo za okolje in prostor (<http://www.trajekt.net/?id=513&tid=22>). Nanaša se na: naravna, kmetijska, mestna in obmestna krajinska območja. Obravnava: izjemne, običajne in razvrednotene krajine. Cilji so uveljaviti varstvo krajine, upravljanje in planiranje ter zagotoviti evropsko medsebojno sodelovanje v zvezi s problemi krajine. Predvideva vključevanje krajinskega planiranja v prostorsko planiranje.

Vlada Republike Slovenije je leta 2003 sprejela Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov (TGP), ki opredeljuje ključne instrumente, za doseganje ciljev, zadanih v Kjotskem protokolu. V okviru teh aktivnosti je med drugim tudi predvideno povečanje energetske učinkovitosti na določenih področjih gospodarstva v državi, med drugim tudi razvoj in uporaba novih in obnovljivih virov energije. Evropska unija je sprejela mnoge ukrepe in smernice v zvezi z gradnjo in obnavljanjem HE, pri tem pa je velik pomen pripisala varovanju vodotokov in okolja. Zelena infrastruktura (zrak, voda in prostor) je predpogoj za ohranjanje sive infrastrukture, ki sicer ni neposredno namenjena upravljanju biotske raznovrstnosti in naravnih vrednot (Tacer et al., 2005, str. 17).

Ob hkratni nepopustljivi politiki zaščite vodotokov so se države članice Evropske unije zavezale k ohranitvi in izboljšanju vodnih ekosistemov. Te smernice so morale biti vključene v nacionalne zakone do konca leta 2003. Do decembra leta 2009 so morale vse države EU sprejeti plan gospodarjenja z vodotoki. Le-ti morajo vključevati tudi programe ukrepov glede varovanja vodnih ekosistemov. Vodne smernice pa so pogosto v nasprotju z evropskimi smernicami za vzpodbujanje pridobivanja električne energije iz obnovljivih virov, katerih cilj je zagotoviti visoko energetska neodvisnost Evrope. Poglavitne teme v vodnih smernicah so (Tacer et al., 2005, str. 18):

- ekološko usmerjen režim iztokov iz HE,
- kvaliteta in dinamika iztoka vode,
- prepoved poslabšanja obstoječega stanja,
- stroškovne cene vode (plačila koncesij za rabo rek za proizvodnjo električne energije).

V okviru teh evropskih direktiv, je Slovenija ustanovila mrežo posebej varovanih območij »Natura 2000«. Ekološko pomembno območje je, ki je na ozemlju EU pomembno za ohranitev ali doseganje ugodnega stanja vrst, njihovih habitatov in habitatnih tipov, zakon poimenuje »območje Natura 2000« ali »posebno varstveno območje«.

Oblikovanje mreže posebej varovanih območij Natura 2000 pravno ureja Zakon o ohranjanju narave. Območja Natura 2000 za celotno Slovenijo določi Vlada RS po predhodnem mnenju lokalnih skupnosti. Prav tako vlada določi varstvene cilje na teh območjih, predpiše varstvene usmeritve za ohranitev ali doseganje ugodnega stanja vrst, njihovih habitatov in habitatnih tipov ter z ukrepi zagotavlja njihovo varstvo. Vsa območja Nature 2000 zavzemajo površino 733.092 ha, kar je okoli 36 % površine Slovenije. Varovanje z opredelitvijo statusa območja Natura 2000 pomeni le, da imajo v ekonomskem usklajevanju prednost tisti družbeni interesi in skupine, ki spoštujejo naravni ritem obnove zadevnih naravnih bogastev, z namerajo pa ne omejujejo komercialnih, niti socialnih dejavnikov trajnostnega razvoja v samoupravnih lokalnih skupnostih ali državi (Tacer et al., 2005, str. 18).

Ob vsem tem je potrebno poudariti, da se na območjih Natura 2000 zagotavlja varovanje narave s presojo po konkretnih merilih. Presoja se konkretni predlog, le-ta se opravi na ravni države. V sodelovanju z Brusljem se izdeluje le »ugotavljanje posebnega javnega interesa«. Sama presoja ima lahko enega izmed treh izidov (Tacer et al., 2005, str. 18):

- če predlagani poseg nima vplivov na okolje, se izda pozitivno mnenje za izvedbo posega,
- če ima predlagani poseg vplive na okolje, ki so blagi in se jih da odpraviti, se izda pozitivno mnenje za izvedbo posega s pogoji,
- kadar pa vplivov posega na okolje ne moremo omiliti z nobenimi ukrepi, se izda negativno mnenje glede predlaganega posega.

Vendar obstaja v tej točki še ena možnost, to je »ugotavljanje posebnega javnega interesa«. Vsako izgubo, ki nastane s posegom v prostor, ki je na posebnem varstvenem območju, je potrebno nadomestiti. Nadomestna rešitev mora biti vsebinsko enakovredna prvotnemu stanju okolja.

Kot vidimo, te prepovedi precej otežujejo kakršne koli posege v naravo v okviru projekta postavitve MHE. Vpliv MHE na okolje je povezan z razvojem le-teh in pomembno varira v odvisnosti od lokacije in konfiguracije samega projekta. V primeru izgradnje preto ne male HE ob že obstoječem jezcu so v splošnem vplivi na okolje minimalni. Podobni so tistim, ki so povezani s povečanjem že obstoječih zmoglosti. Na izgradnjo preto male HE na manj primerni lokaciji lahko sproži večje vplive na okolje. Običajno je potreben majhen jezik ali nasip. Najbolj ekonomična varianta lahko vsebuje tudi oblikovanje nekaj brzic na jezcu ali nasipa.

Vse vplive na okolje so povezani tudi z izgradnjo malih hidroelektrarn, ki vključujejo akumulacijo vode. Ti se nanašajo predvsem na jezik in akumulirano vodo za jezikom. Vsekakor je pomembno poudariti, da prenova že obstoječih objektov v smislu vplivov na okolje prinaša vrsto pozitivnih sprememb in nobene negativne glede na obstoječe stanje. V tem primeru so objekti že zgrajeni in njihov vpliv na okolje v smislu novogradnje ni aktualen. Najpomembnejše tehnološke rešitve zasnove opreme, ki prispevajo k zmanjšanju negativnih vplivov na okolje so (Tacer et al., 2005, str. 19):

- čiščenje naplavin brez ročnih posegov in odlaganje na ustrezno deponijo ter s tem delno čiščenje vodotoka,
- opustitev mazanja ležajev z mastjo z vgraditvijo ležajev s samomazalnimi materiali in s tem preprečitev uhajanja izrabljene masti v vodotok,
- odsesovanje oljnih hlapov na izvorihih in zbiranje v zbiralniku ter s tem preprečitev onesnaževanja strojnice in okolice ter ogrožanja zdravja osebja na delu v strojnici,
- zbiranje razlitega olja v strojnici z lovilniki olja na drenažnem sistemu,
- zmanjšanje hrupa v strojnici pod zakonsko dovoljeno raven,
- sodobne varnostne naprave na opremi, ki povečujejo zanesljivost obratovanja in s tem zmanjšujejo možnost havarijskih stanj z negativnimi vplivi na okolje,
- negativni učinki zamuljevanja obalnega predela se izboljšajo s čiščenjem.

### 3.4.1 NATURA 2000 IN EKOLOŠKO POMEMBNA OBMOČJA

Resolucija o Nacionalnem varstvu okolja za obdobje 2005–2012 (Uradni list RS, št. 2/06) določa za cilj na področju varovanih območij povečanje njihovega deleža za 5 %, na področju Nature 2000 pa sprejem operativnega programa, ki ga je vlada RS sprejela že oktobra 2007 (Program upravljanja območij Nature 2000 za obdobje 2007–2013). Za doseganje varstvenih ciljev so v programu določeni varstveni ukrepi, ki so potrebni za zagotavljanje ugodnega stanja rastlinskih in živalskih vrst, ter habitatnih tipov. To bi

zagotovilo klju ni cilj na podro ju ohranjanja narave, in sicer zaustavitev upadanja biotske raznovrstnosti.

Ekološko pomembna obmo je so dolo ena z Uredbo o ekološko pomembnih obmo jih iz leta 2004 in so po Zakonu o ohranjanju narave obmo ja habitatnega tipa, dela habitatnega tipa ali ve je ekosistemske enote, ki pomembno prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti. Ekološko pomembna obmo ja so eno izmed izhodiš za izdelavo naravovarstvenih smernic in so obvezno izhodiš e pri urejanju prostora in rabi naravnih dobrin. Za gradnjo objektov na teh obmo jih, ki niso obenem obmo je Natura 2000, zavarovano obmo je ali obmo je naravnih vrednot, ni treba pridobiti naravovarstvenih pogojev in soglasja. Kot ekološko pomembno obmo je je med drugim dolo eno tudi osrednje obmo je življenjskega prostora velikih zveri ter morje in morsko obrežje. Natura 2000 obmo ja so tudi sestavni del ekološko pomembnih obmo ij.

Natura 2000 je evropsko omrežje posebnih varstvenih obmo ij, razglašanih v državah članicah Evropske unije z osnovnim ciljem ohraniti biotsko raznovrstnost za bodo e rodove. Posebna varstvena obmo ja so torej namenjena ohranjanju živalskih in rastlinskih vrst ter habitatov, ki so redki ali na evropski ravni ogroženi zaradi dejavnosti loveka. S pridružitvijo EU je bila Slovenija obvezana dolo iti in vzdrževati obmo ja Natura 2000. Vzpostavljena so bila leta 2004 in predstavljajo 36 % ozemlja RS. Dodatno so bila v maju 2008 dolo ena še obmo ja, ki po mnenju evropske komisije izpolnjujejo pogoje za posebna varstvena obmo ja, t. i. SPA-dodatki, ki predstavljajo dodatnih 1,7 % površine. Obmo ja Natura 2000 so sestavni del Ekološko pomembnih obmo ij (EPO), tj. obmo ij pomembnih habitatnih tipov, njihovih delov ali ve jih ekosistemskih enot, ki prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti. EPO pokrivajo celo 52,2 % RS.

Obmo ja NATURA 2000 so dolo ena na podlagi Direktive o pticah (Direktiva Sveta 79/409/EGS z dne 2. aprila 1979 o ohranjanju prosto žive ih ptic) – SPA-obmo ja, in Direktive o habitatih (Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto žive ih živalskih in rastlinskih vrst) – pSCI-obmo ja. Predloge obmo ij, ki jih je Slovenija opredelila z vladno uredbo na podlagi Direktive o habitatih, je Evropska komisija sprejela po posebnem postopku, ki obi ajno traja nekaj let.

Okrog 70 % Slovenskega obmo ja Natura 2000 pokrivajo gozdovi, kar kaže na njihovo splošno dobro ohranjenost. V preteklosti so bili precej izkr eni nižinski poplavni gozdovi in se sedaj s pomo jo omrežja Natura še posebej ohranjajo. Od negozdnih površin je v omrežju Nature 20 % kmetijskih zemljiš v uporabi, od katerih so najpomembnejši ekstenzivni travniki. V omrežju Nature 2000 se posebej ohranjajo tudi jame (v okviru 70-tih obmo ij od skupaj 260-tih obmo ij). Celinske vode predstavljajo površinsko le dober odstotek omrežja, vendar pa je njihov pomen pri ohranjanju omrežja zelo velik, eprav je ve ina voda v neugodnem stanju ohranjenosti. V obmo ju Nature pa so bistvena tudi nekatera pozidana obmo ja, ki so pomembna za razmnoževanje, po ivanje in prezimovanje nekaterih vrst ptic (bela štoklja, veliki skovik) in sesalcev (npr. netopirji).

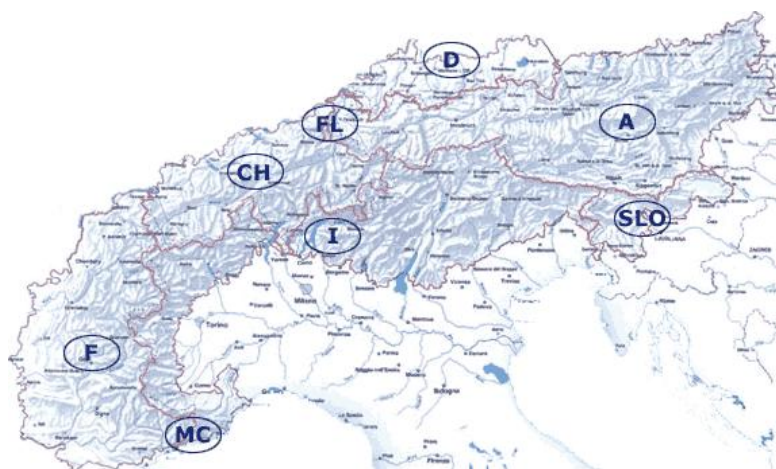
Zavarovana obmo ja narave so ukrep države za ohranjanje naravnih vrednot in biotske raznovrstnosti. Zavarovana obmo ja se deloma prekrivajo z varstvenimi obmo ji Natura 2000. Zavzemajo manjšo površino kot obmo ja Nature 2000, imajo pa višjo stopnjo organiziranosti z izdelanimi upravljavskimi na rti in dolo enimi upravljavci. Trenutno imamo v Sloveniji: 1 narodni park, 3 regijske parke, 43 krajinskih parkov, 1 strogi naravni rezervat, 54 naravnih rezervatov in 1277 naravnih spomenikov. Zavarovanih je 254847 ha, kar je 12,57 % površine Slovenije.

Za naravovarstvene pogoje in naravovarstveno soglasje je potrebno zaprositi v primeru, da se bodo predvidena dela pri gradnji MHE oz. poseg v naravo izvajal na obmo ju, ki ima na podlagi predpisov s podro ja ohranjanja narave poseben status. Obmo ja, ki imajo s predpisi

na področju ohranjanja narave poseben status so naslednja: območja Natura 2000 – posebna varstvena območja in potencialna posebna varstvena območja, določena z Uredbo o posebnih varstvenih območjih, zavarovana območja, določena z akti o zavarovanjih in območja naravnih vrednot državnega ali lokalnega pomena. Mnogokrat se varovana območja, zavarovana območja in območja naravnih vrednot tudi prekrivajo. V primeru, da se poseg nahaja na ekološko pomembnem območju, naravovarstveno soglasje ni potrebno.

### 3.4.2 ALPSKA KONVENCIJA

Glede na to, da velik del ozemlja Slovenije leži na območju, ki ga obravnavamo kot alpski svet, je za nas zanimiva tudi Evropska konvencija o varstvu Alp oz. Alpska konvencija (Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu Alp, Uradni list RS – MP, št. 5/1995). Slovenija je kot območje, ki ga zadeva ta konvencija opredelila skoraj polovico svojega ozemlja, kar je razvidno tudi iz naslednje slike.



**Slika 5: Območje, ki ga pokriva Konvencija o varstvu Alp**

Vir: [http://www.alpenkonvention.org/page4a\\_slo.htm](http://www.alpenkonvention.org/page4a_slo.htm)

Alpska konvencija obravnava naslednja področja  
([http://www.alpenkonvention.org/page2\\_slo.htm](http://www.alpenkonvention.org/page2_slo.htm)):

- prebivalstvo in kultura,
- prostorsko načrtovanje,
- ohranjanje čistega zraka,
- varstvo tal,
- vodno gospodarstvo – s ciljem ohranjanja ali obnove zdravih vodnih sistemov, še posebno z ohranjanjem istoimenske vodovja, sonaravno gradnjo hidroelektrarn in s takim izkoriščanjem vodne sile, ki v enaki meri upošteva interese avtohtonega prebivalstva in ohranjanja okolja,
- varstvo narave in krajinska nega,
- gorsko kmetijstvo,
- gorski gozd,
- turizem in prosti čas,
- promet,
- energija – s ciljem uvedbe pridobivanja, razdeljevanja in izkoriščanja energije na način, ki prizanaša naravi in krajini ter je neškodljiv okolju in pospeševanja ukrepov za varovanje z energijo,
- gospodarjenje z odpadki.

Na podlagi tega je bila tudi sprejeta Platforma za upravljanje voda v Alpah. Na osnovi mandata z X. ministrske konference v okviru Alpske konference, ki je bila marca 2009 v Evianu in upoštevajo Akcijski načrt za podnebje v Alpah, potrjen na tej isti ministrski konferenci, je platforma za upravljanje voda v Alpah (PWA) izdelala skupne smernice za uporabo malih hidroelektrarn, vključno s primeri dobre prakse. Te splošne smernice so bile sprejete na XI. Alpski konferenci, ki je marca 2011 potekala na Brdu pri Kranju (Slovenija).

Zaradi visokega potenciala hidroenergije na eni strani in prizadevanj za ohranitev ekosistemov in pokrajine na drugi strani povzročajo uporaba malih hidroelektrarn v alpskih predelih nasprotje interesov med zagovorniki uporabe obnovljivih virov energije in tistimi, ki si prizadevajo zaščititi vodne ekosisteme in pokrajine. Dodatni problem je, da so zaradi uporabe malih hidroelektrarn postali odseki rek, ki so še v prvotnem stanju ali blizu naravnega stanja, vse redkejši. Zaradi želje po zmanjšanju emisij toplogrednih plinov so v energetsko zakonodajo vključeni eni kvantitativni cilji za porast energije iz obnovljivih virov. Na alpskem območju je doprinos hidroenergije k proizvodnji elektrike posebej pomemben, saj temelji na uporabi obnovljivih virov energije. Prav zaradi tega si je večina alpskih dežel kot posebni nacionalni cilj zastavila povečati hidroelektrično proizvodnjo, zaradi česar so se povečali pritiski na odseke rek, ki so še v prvotnem stanju. Dejanski izkoristek proizvodnje hidroenergije v alpskih predelih je precejšen. Preostali hidroelektrični potencial je odvisen od še neuporabljenih odsekov rek in izpustov, zaradi česar je pri akovati konflikte zaradi prizadevanj po ohranitvi ekosistemov in pokrajin. Ker so neizkoriščene reke postale že prava redkost, je nujno potrebna strateška refleksija z namenom, da bi se izognili nepopravljivim posledicam (Splošne smernice za uporabo MHE v Alpskih regijah, 2011).

Ravnovesje med splošnimi cilji o »povečanju proizvodnje energije iz obnovljivih virov s pomočjo hidroenergije« in »zmanjšanjem škodljivih vplivov na vodni ekosistem in pokrajino na minimum« je mogoče doseči s tehtanjem interesov na osnovi trajnostnih meril. Celotni hidroenergetski sektor lahko potencialno doprinese k uresnitvi trajnostnega razvoja; vloga malih hidroelektrarn znotraj tega sektorja je potrebno presojati v okviru priporočilnih smernic. Poleg hidroenergetske proizvodnje in ohranjanja vodnih ekosistemov in pokrajin je potrebno upoštevati tudi sledeče vidike (Splošne smernice za uporabo MHE v Alpskih regijah, 2011):

- druge nacionalne in regionalne cilje in ovire (socialne, pravne, ekonomske, finančne);
- splošne okoljske vidike, vključno s cilji o ohranjanju podnebne stabilnosti;
- ostalo uporabo vodnih virov (npr. oskrba s pitno vodo, namakanje itd.);
- družbeno-ekonomske vidike: zagotavljanje dohodka, decentralizirani pristopi, zaposlovanje, socialni razvoj regij, turizem itd.

Pri tem te smernice dajejo predvsem sledeča priporočila (Splošne smernice za uporabo MHE v Alpskih regijah, 2011):

- Pri presoji ekološke vrednosti rečne odseka je potrebno upoštevati ali ima specifični ekološki pomen za druge rečne odseke v porečju.
- Nacionalni/regionalni pristopi k ravnanju z malimi hidroelektrarnami v Alpah morajo biti oblikovani na osnovi skupnih načel, splošnih priporočil in standardnih vidikov, ki veljajo za celotno alpsko območje, ob tem pa morajo upoštevati tudi specifične nacionalne in regionalne dejavnike.
- Hidroelektrarne, povezane z infrastrukturo, ki izkoriščajo le vodo, uporabljeno za primarne namene, na splošno ne predstavljajo dodatne obremenitve za vodne ekosisteme in so kot take ekonomsko smiselne. Tudi s stališča varovanja okolja so takšne večinoma namenske male hidroelektrarne primerne in zaželeno.
- Pri tehtanju interesov je potrebno razmisliti o namenu male hidroelektrarne. Posebej močan je argument za izgradnjo malih hidroelektrarn na oddaljenih lokacijah, kot npr. za dobavo elektrike do alpskih koč in kmetij, do katerih bi bila povezava z javnim omrežjem predraga in kjer ni na voljo nobene okolju prijaznejše možnosti.

- Obnovo delujo ih, ponovno odprtje in obnovo nedelujo ih objektov je potrebno spodbujati in ji dajati prioriteto z namenom, da bi optimizirali hidroelektri no proizvodnjo ob hkratnem zmanjšanju vplivov na okolje na minimum. Vendar pa je obenem potrebno redno preverjati, e bi bilo z uporabo dobre prakse in brez prevelikih stroškov mogo e ublažiti nadaljnje negativne vplive na okolje in dose i boljšo usklajenost z obstoje o okoljsko zakonodajo.
- Potrebne so pobude za spodbujanje ekološke nadgradnje obstoje ih in delujo ih objektov zato, da bi ublažili vplive na ekološki status obmo ja in pokrajine in pospešili uresni evanje minimalnih pravnih zahtev ali celo ve kot to.
- Obnovitev koncesij ali dovoljenj lahko smatramo za primerno, e poteka v skladu z obstoje o okoljsko zakonodajo. Kljub temu pa je zaradi potrebe po upoštevanju ekološkega potenciala lokacije potrebna asovna omejitev koncesij in dovoljenj, ne da bi pri tem ogrozili investicijo.
- Da bi lahko odgovorili na vprašanji „kje“ so najprimernejše lokacije za uresni itev ciljev pove anja hidroelektri ne proizvodnje in „kako“ izvesti posamezni projekt, potrebujemo transparentne, strukturirane in na jasnih merilih zasnovane postopke, v katerih mora biti upoštevan regionalni/strateški pogled v kombinaciji z lokalno oceno posameznega projekta. Razvoj regionalne strategije je proces, ki ga sproži kompetentna avtoriteta. Za zagotavljanje transparentnosti in iskanje rešitev, ki upoštevajo interese razli nih vpletenih strani, je potrebno na ustrezen na in vklju evati poglede vpletenih deležnikov po principu participacije. Na regionalnem nivoju se bo izvajala transparentna presoja o potencialni ustreznosti re nih odsekov za uporabo hidroenergije z ozirom na hidroelektri ni potencial, ekološko in pokrajinsko vrednost in posebno zaš ito obmo ij. Pregledati je potrebno možne na ine za integracijo izdelanih rezultatov strateškega na rtovanja v obstoje e nacionalne/regionalne instrumente (npr. v na rte za upravljanje s pore ji ali instrumente za prostorsko na rtovanje).
- Drugi nivo predlaganega postopka presoje je poglobljena lokalna ocena konkretnega projekta, pri emer se upoštevajo merila za izgradnjo in natan na merila za specifi no lokacijo, kot tudi dodatni družbeno-ekonomski vidik, pri emer gre za celostno tehtanje vseh ustreznih meril.
- Avtorizacija se ne podeli samo na osnovi presoje ali naj se dolo enemu projektu podeli dovoljenje za dolo eno lokacijo ali ne, ampak tudi na osnovi presoje o ustreznosti realizacije projekta.

### **3.5 PRIMERI DOBRE PRAKSE – POSKUS REVITALIZACIJE MLINOV V BELI KRAJINI**

Mlini na belokranjskih vodotokih so pomemben del kulturne dediš ine, ki vse bolj propadajo, saj že nekaj asa nimajo ve svoje vloge kot vodne naprave (mlini, žage, delavnice). Tovrstna kulturna dediš ina po asi izginja, zato so se Ob ine rnomelj, Metlika in Semi odlo ile, da celovito pristopijo k reševanju te problematike. Projekt je namenjen širši zainteresirani javnosti, odgovornim strokovnim službam in posameznikom na ministrstvih in drugih ustanovah, ki sodelujejo v postopkih pridobivanja ustreznih dovoljenj za njihovo obnovo in koncesij za izgradnjo malih hidroelektrarn na takšnih lokacijah, z namenom pospešitve postopkov in pomo i zainteresiranim potencialnim investitorjem, ki so pripravljeni investirati v revitalizacijo mlinov z namenom ureditve MHE.

Priprava Okoljskih vidikov in usmeritev za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev MHE je potekala na podlagi terenskega ogleda lokacij mlinov in pogovora z lastniki, pregleda zakonskih dolo il in strateških dokumentov na državni, regionalni in lokalni ravni ter javno dostopnih podatkov (prostorske, podatkovne baze, spletne strani). Pri oblikovanju okoljskih vidikov in izhodiš so izhajali tudi iz strokovne

literature in primerov dobre prakse umešanja hidroenergetskih objektov na vodotoke v Sloveniji in tujini. Analiza možnih tehnologij za MHE je bila izdelana na podlagi pregleda literature ter spletnih strani, poleg tega so bili opravljeni tudi intervjuji s ponudniki sistemov za MHE. V okviru projekta je bila s strani Obine Metlika organizirana strokovna ekskurzija z ogledi primerov dobrih praks umestitve MHE v Sloveniji in sosednji Avstriji.

Za ustrezno opredelitev potencialnih okoljskih vplivov, ki bi nastali z revitalizacijo mlinov in hidroenergetsko izrabo belokranjskih vodotokov, je bila oblikovana matrika, v kateri smo za vse v izhodiščih določili pristope k hidroenergetski izrabi določenih potencialnih vplivov njihove izvedbe na vsako od obravnavanih področij (voda, narava/biodiverzitet, kulturna dediščina/krajina). Določeni so bili potencialni vplivi, ki bi lahko nastali med samo gradnjo in vplivi, ki bi nastali med obratovanjem hidroenergetskih objektov. Za vsak potencialni vpliv je bilo opredeljeno ali je vpliv: pozitiven/negativen, neposreden, daljinski, kumulativen ali sinergijski. Opredeljena je bila tudi verjetnost nastanka vpliva in njegovo trajanje. Za ugotovljene potencialne vplive so bile oblikovane splošne usmeritve za zmanjšanje negativnih vplivov in povečanje pozitivnih vplivov.

V okviru projekta je bilo predhodno opredeljenih 14 lokacij obstoječih mlinov na Kolpi (11), Lahinji (2) in Krupi (1). Vsi predstavljajo potencialno lokacijo za hidroenergetsko izrabo, zato smo jih – za medsebojno primerjavo in enotno obravnavo – opisali z izbranimi kriteriji: gradbeno stanje objekta, stanje jezov, zainteresiranost lastnika, namen obnove, poplavna ogroženost, dostop do objekta, oddaljenost do elektroenergetskega omrežja, varovano območje narave, status kulturne dediščine (Okoljski vidiki in usmeritve za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev malih hidroelektrarn, 2012).

Na podlagi značilnosti posamezne lokacije je bila opredeljena možnost izvedljivosti pristopov k hidroenergetski izrabi vodotokov in po potrebi še dodatne posebne usmeritve za posamezno lokacijo.

Izkoriščanje hidroenergetskega potenciala (Okoljski vidiki in usmeritve za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev malih hidroelektrarn, 2012):

- Vsi trije obravnavani vodotoki imajo hidroenergetski potencial, ki ga je mogoče najlažje in z najmanjšimi vplivi na površinske vodotoke izkoristiti na lokacijah nekdanjih mlinov in žag.
- Vsi obravnavani mlini so uporabljali enako tehnologijo za izkoriščanje vodne energije – prelivni jez, z zapornico in grabljami pred dotokom vode do vodnih koles. Voda je po betoniranem dovodu prihajala od spodaj in poganjala mlinsko kolo s tokom pod kolesom, tako da se je le-to vrtelo v nasprotno smer toka vode. Voda je tekla naprej po kratki mlinšnici in se vračala nazaj v glavno strugo.
- Jezovi na Kolpi so bili pri vseh mlinih neke podobne višine in so omogočali ali izkoriščali padca v višini med 1 in 1,5 m. Na danes že obnovljenih jezovih je višinska razlika med dnom podslapja in krono preliva jezov povprečno do 2 m, pri čemer ima največje jezov pri običajnih hidroloških razmerah hidravli ni bruto padec okoli 1,3 m. Ostali jezovi, ki niso obnovljeni, omogočajo padec od 0,7 m do največ 1 m.
- Uporabljena tehnologija v vodi ter vsa inštalacija MHE v stavbi (ali drugje) se mora prilagoditi poplavam ter najvišji točki, ki jo dosežejo na posamezni lokaciji.
- Veljalo bi poiskati načine, da se obstoječim – predvsem pa podrtim – jezovom doda še energetska funkcija. Ob uporabi tehnologij elektrarn na morsko plimo bi s tem zagotovili trajni vir sredstev za vzdrževanje reke.
- Energetska izraba mlinov in žag bo lastnikom omogočila zaslužek za vzdrževanje objektov, s čimer se bodo ti objekti – prepoznani kot tehniška kulturna dediščina – ohranili. Hkrati pa se bo povečala pestrost turistične ponudbe. Objekti bodo neposredno (ureditev nastanitvenih kapacitet, muzej/ureditev zbirke/prikaz mlinarske obrti) ali posredno (pomožni objekt na lokacijah urejenih za obiskovalce, urejena krajinska podoba) vključeni vanjo. Varstvo voda in poplavna varnost.

- Poplavne karte za vse tri vodotoke niso bile izdelane. Glede na opozorilno karto poplav se 7 mlinov na reki Kolpi nahaja v območju redkih poplav, preostalih 7 mlinov pa ni poplavno ogroženih. Na terenskem ogledu je bilo ugotovljeno, da se – po podatkih lastnikov – praktično vsi obravnavni mlinci nahajajo v poplavnem območju 100-letnih voda.
- Skladno z OPN (Obinski prostorski načrt) za območja občine Romenj, Metlika in Semi je umestitev MHE na lokacijah nekdanjih mlinov in žag dopustna. Okoljski poročila ali za OPN-ja za območja občine Romenj in Metlika nista ugotovili pomembnejših kumulativnih vplivov na površinske vode v primeru obnove mlinov in žag za potrebe umestitve MHE.
- Z vidika površinskih vodotokov je potrebno ob rabi vode za potrebe MHE paziti na zagotavljanje ekološko sprejemljivega pretoka oz. na to, da se izberejo takšne tehnološke rešitve, ki vode fizično ne bi odvajale iz vodotokov.
- Podatki obeh vodomernih postaj na obravnavanem odseku reke Kolpe (Radenci in Metlika) kažejo na upadanje pretoka reke Kolpe. Srednji pretok je bil v obdobju 1979–2008 nižji kot v obdobju 1952–2008 (VP Radenci – upad iz 51,6 m<sup>3</sup>/s na 48,2 m<sup>3</sup>/s; VP Metlika – upad iz 72,1 m<sup>3</sup>/s na 68,6 m<sup>3</sup>/s), kar kaže na vpliv podnebnih sprememb na razpoložljive količine vode v reki Kolpi.

Ohranjanje narave/biodiverzitete (Okoljski vidiki in usmeritve za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev malih hidroelektrarn, 2012):

- Vseh 14 obdelanih lokacij se nahaja v območjih ohranjanja narave (Natura 2000 območja, zavarovana območja, ekološko pomembna območja, naravne vrednote), kjer so prisotni življenjski prostori varovanih vrst in habitatnih tipov.
- Na reki Kolpi in Krupi gradnja novih objektov v skladu z zakonodajnimi režimi in strateškimi dokumenti ni dovoljena. Revitalizacija je možna le v okviru obstoječih objektov.
- Pri izkoriščanju hidroenergetskega potenciala je potrebno uporabljati najboljše dostopne tehnologije.
- Ne glede na pristop in tehnološke rešitve za izkoriščanje hidroenergetskega potenciala je potrebno pri vseh z vidika ohranjanja narave zagotavljati naslednja osnovna izhodišča:
  - ekološko sprejemljiv pretok in stalna omejenost jezov,
  - prehodnost jezov za vodne organizme,
  - preprečevanje poškodb rib,
  - obnova objektov v obstoječih gabaritih.

Varstvo kulturne dediščine (Okoljski vidiki in usmeritve za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev malih hidroelektrarn, 2012):

- Na podlagi podatkov iz Registra nepremične kulturne dediščine in objektov, ki so obravnavani v okviru predmetnega projekta izhaja, da je 8 od 11 obravnavanih mlinov na Kolpi varovanih kot profana stavbna dediščina, od tega dva kot tehniška spomenika na podlagi Odloka o razglasitvi Krajinskega parka Kolpa (Uradni list RS, št. 82/1998): Breg pri Sinjem vrhu – Mlin in jez, EŠD 10086 in Pobrežje pri Adlešičih – Mlin in žaga, EŠD 10099. Poleg tega sta kot profana stavbna dediščina varovana tudi oba obravnavana mlina na Lahinji.
- Varstveni režim za tehniška spomenika določa ohranjanje osnovne namembnosti objektov, ohranjanje naprav in postrojenja v objektih ter prepoved zamenjave lesenih vodnih koles z železnimi. Hkrati pa določa, da je zaradi razvojnih potreb in ohranjanja poseljenosti, ne glede na prepovedi, v soglasju s pristojno strokovno službo za varstvo kulturne dediščine izjemoma dovoljena obnova in revitalizacija objektov kulturne dediščine.



- Primerov celovite obnove mlinov je zelo malo. V skladu z zakonodajo je v primeru kompleksnih obnov objektov kulturne dediščine, še posebej tistih, ki so razglašeni za spomenike, potrebna izdelava konservatorskega načrta.
- Vsi obravnavani objekti so obstoječi v prostoru, vendar v zelo različnem stanju, nekateri med njimi so ohranjeni zgolj kot ruševine. Prednostno se ohranjanja tradicionalna funkcija objektov, možne pa so tudi nove funkcije objektov (bivanje, turizem, izobraževanje).

Splošna značilnost vseh treh obravnavanih rek je veliko nihanje vodostajev, padci 1,2–1,7 m na Kolpi (na Lahinji in Krupi so nižji od 1 m), povprečni ocenjeni pretok na obstoječe mliniščih 2–5 m<sup>3</sup>/s. Hitrost rečne tekočine je na Kolpi povprečno okrog 0,8 m/s, na Lahinji in Krupi so hitrosti nižje. Glede na hidrološke značilnosti belokranjskih vodotokov so tehnološke rešitve in dobre prakse za gradnjo MHE iskali v treh smereh (Okoljski vidiki in usmeritve za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev malih hidroelektrarn, 2012):

- Pristop A – energetski jez.
- Pristop B – prenova tehnologije energetske izrabe vodotokov vezano na obstoječe objekte.
- Pristop C – revitalizacija mlina in energetska izraba vodotokov z novimi tehnologijami, ki so neodvisne od objekta.

Po opravljeni okoljski analizi in deloma tudi analizi ekonomske sprejemljivosti obravnavanih rešitev se kot najbolj primerne za nadaljnjo obravnavo kažejo tehnološke rešitve pristopa B – prenova tehnologije energetske izrabe vodotokov vezano na obstoječe objekte. To sta vodno (mlinsko) kolo in Arhimedov vijak. Obe tehnologiji sta primerni za ocenjene energetske potencialne vse treh rek (Kolpa, Krupa, Lahinja). Pretoki niso stabilni, saj nihajo od zmernih (1 m<sup>3</sup>/s) do relativno visokih (nekaj 10 m<sup>3</sup>/s). Za potrebe energetskega izkoriščanja stanje ni idealno, je pa sprejemljivo. Kljub nizkim hidravličnim padcem (1–1,5 m) se s sodobno tehnologijo koriščenje vodnega potenciala kaže kot ekonomsko upravičeno (Okoljski vidiki in usmeritve za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev malih hidroelektrarn, 2012).

Za vsakega od obravnavanih mlinov so – glede na značilnosti objekta in okolice ter opredeljenih potencialnih vplivov izvedbe posameznih pristopov – opredeljeni možni pristopi k revitalizaciji mlina in umestitvi MHE.

Po pogovoru z lastniki (potencialnimi investitorji) so dobili zelo različne odzive. Nekatere vodi želja po čim večji proizvodnji električne energije, drugim je pomembnejša muzejska dejavnost (vodno kolo za mletje žita z ali brez proizvodnje električne energije), nekaterim je pomembnejši star tip vodnega kolesa, kot novejši z večjim energetskim izkoristkom. Končna odločitev je zagotovo v rokah lastnika, njegovega interesa, želja in finančnih možnosti za investiranje.

## 4 ŠTUDIJA VPLIVOV NA OKOLJE

Gradnja MHE je v osnovi namenjena zmanjšanju negativnega delovanja loveka na okolje, saj le-te pridobivajo energijo iz obnovljivega vira energije. Kljub temu pa je gradnja MHE, kot vsaka gradnja, povezana z obremenitvami okolja. Male hidroelektrarne v globalnem smislu veliko prispevajo k uresni evanju programov za zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> v ozra je, lokalno pa lahko imajo velik, tudi negativen, vpliv na izkoriš an vodotok in njegovo okolico.

Okoljski vplivi se v grobem delijo na vplive (dogodke) med gradnjo in vplive med obratovanjem MHE. Vplivi med gradnjo so za asni, vendar lahko bistveno vplivajo na ekosistem v okolici MHE.

Vplive na okolje med obratovanjem MHE so stalni v celotnem na rtovanem obratovalnem obdobju MHE in pogosto tudi po kon anju na rtovanega življenjskega obdobja MHE, ker je velikokrat bolj ekonomično obnoviti obstoje sistem, kot pa ga demontirati in postavljati novega ali urediti okolico vodotoka v stanje, kot je bilo pred za etkom posegov.

Direktiva Sveta 85/337, z dne 27. junija 1985, o oceni vplivov dolo enih javnih in zasebnih projektov na okolje, nam daje naslednjo definicijo: »Ocena vpliva na okolje bo na primeren na in identificirala, opisala in ocenila neposreden in posreden vpliv projekta na naslednje faktorje (<http://ec.europa.eu/environment/eia/full-legal-text/85337.htm>):

- ljudi,
- živali in rastline,
- zemljo, vodo in podnebje,
- interakcijo med zgornjimi faktorji,
- materialnim premoženjem in kulturno dediš ino.

Ocena vpliva na okolje je postopek, ki podpira odlo itve, saj študije vpliva ne morejo biti reducirane na enostavne opise, ampak jih mora oceniti predlagatelj projekta ter pristojnim organom priskrbeti vse potrebne elemente, da se bodo lahko za projekt odlo ili. Zato mora študija vsebovati znanstveno razložene vse vplive »projekta« na okolje. Ta pristop povzro i dva pomembna problema: transparentnost korakov, ki so pripeljali do odlo itve, in ponovitev celotnega procesa odlo itve. Kot proces odlo itve je ocena vpliva na okolje pomembna takrat, kadar obstaja ve alternativ, med katerimi se odlo amo: potrebno je upoštevati razli ne projektne in vzor ne alternative, med katerimi je tudi »ni elna alternativa«, potrebno je analizirati relevantne vplive. Glede na trenutek procesa odlo itve lahko ima ocena vpliva na okolje razli ne stopnje podrobnosti: v uvodni fazi je lahko ocena narejena na podlagi idejnega osnutka, v vmesni fazi je potrebna bolj natan na študija izvedljivosti, v zadnjem koraku je potrebno upoštevati kon ni na rt za izvedbo (Pušnik, 2010, str. 40).

Na splošno bi morala biti ocena vpliva na okolje izvedena, kakor hitro je v postopku odlo itve to mogo e; po drugi strani je o itno, da so informacije, upoštevane v kon nem na rtu za izvedbo, zelo podrobne, alternative na rta so pogosto reducirane na olajševalne ukrepe, medtem ko je v idejnem osnutku ter študiji izvedljivosti možno ve svobode, saj lahko še vedno prou ujemo tako tehnološke alternative kot razli ne lege.

Vsako študijo vpliva na okolje lahko razdelimo v naslednje korake (EC, Guide to the Environmental Approach and Assessment, 2000):

- Opis projekta, okolja ter razli ic na rta: Opis je prvi korak v študiji vpliva na okolje. Cilj je opisati, kaj, zakaj, kdaj, kje, zakaj na tem obmo ju in ne kje drugje se želi graditi. Kakorkoli že, vse, kar se opisuje, mora biti materialna, fizi na, merljiva karakteristika, saj bo osnova za slede e korake. Po drugi strani so v tem koraku vedno prisotna nekatera apriorna vrednotenja: ni jih možno izlo iti ter pogojujejo opis.

- Določitev ter ocena vplivov projekta na okolje: Glavno področje je analiza vplivov je primerjava okolja pred in po realizaciji dela. Z drugimi besedami, ta faza povezuje projektne dejavnosti z njihovimi vplivi na okolje. Za določitev področja je potrebno projekt razdeliti na osnovna dejanja, ne samo zaradi jasnosti same raziskave, pa še posebej zaradi tega, ker lahko le s podrobnimi detajli v opisu prepreimo splošne, kvalitativne in naključne informacije. Razdelitev na osnovna dejanja pa pripelje do problema, kako izvesti sintezo vseh informacij v fazi ocenitve. Med fazo analize se sprva sooimo s problemom popisa pomembnih vplivov, ki jih povzročijo projekt ter okoliški cilji. Veliko pomoč nam lahko nudi vnaprej pripravljen seznam takih dejanj kot vplivov. Ko so relevantni vplivi za določeno situacijo določeni, sledi naslednji korak – ocenitev vplivov. Ocena vpliva mora biti kolikor je le mogoče kvantitativna. To je najpomembnejši vidik celotnega postopka. Vplivi so zelo pogosto definirani s kvalitativnimi kriteriji, ki so arbitrarni in nemerljivi, tako da je že pred samo ocenitvijo prisotna nesprejemljiva stopnja nezanesljivosti. Nadalje morajo biti vplivi definirani s kriteriji, ki so lahko merljivi ali pa kompatibilni s stopnjo projektnih podrobnosti ter možnostjo pridobitve odgovorov glede okoliške sprejemljivosti projekta s strani pristojnih organov. Zato je še posebej za MHE priporočljivo, da se ocena vpliva na okolje nanaša na abiotične indekse, ki so lažje merljivi kot biotski, in iz katerih biotski tudi izhajajo.
- Ocena vpliva na okolje, ki jo izvede predlagatelj projekta: V koraku ocenitve prehajamo iz določitve in ocenitve vplivov, kjer je vsak merjen z ustrežno kvantiteto, v ocenitev pomembnosti odstopanja, ki smo ga predvideli za specifično komponento okolja. V tej fazi moramo definirati kriterij na osnovi, na kateri je vpliv na preučevano okolje bolj ali manj pomemben. Da bi bil prehod iz prejšnjega koraka na korak ocenitve, kolikor je le mogoče, nearbitraren, je nujno, da so kriteriji čim bolj jasni. Faza ocenitve je zelo obutljiva: vse elemente je potrebno vnaprej določiti, da bi pristojni organi lahko sprejeli končno odločitev o projektu. V tej fazi morajo predlagatelj projekta in pristojni organi delovati skupaj ter natančno definirati svoje dolžnosti in naloge. Predlagatelj projekta mora vnaprej določiti okoliško oceno, da bi lahko pristojni organi preverili zanesljivost izdelane ocene ter tehtnost izdelave analize ob utljlivosti. Zelo pomembno je, da predlagatelj raziskave ne ustavi v fazi opisa projekta in v fazi ocenitve vplivov ter prepusti izvedbo ocene pristojnim organom: bolje je, da predlagatelj izmeri globalne vplive projekta glede na metodologijo, ki dopušča pristojnim, da izdelajo lastno avtonomno oceno.

Eno izmed glavnih področij ocene vplivov na okolje je določitev metodologije, s katero se strinjata tako predlagatelj projekta kot pristojni organi, in ki predstavlja skupno osnovo za razpravo ter vrednotenje. Uporabljena metoda mora dopustiti možnost preverjanja, kako smo do končne ocene prišli in kako se končna ocena razlikuje, kadar se razlikuje tudi tehtnost posameznih vplivov (Guide to the environmental approach and impact assesment). V Sloveniji je za posege v okolje, na področju gradnje HE, potrebno izdelati presojo vplivov na okolje, če je akumulacija HE večja od 10.000 m<sup>3</sup> in za HE z močjo 1.000 ali več kW (Uredba o vrstah posegov v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje, UR. L. RS 78/2006).

Na naslednji sliki predstavljamo možna merila za ocenjevanje vpliva MHE na okolje kot ga predvidevajo smernice Alpske konvencije.

MERILA	OPIS
<b>Klasifikacija ekološkega stanja</b>	<i>Klasifikacija rečnih odsekov v skladu z Okvirno vodno direktivo (WDF) ali s Švicarskim modularnim postopkom (Swiss Modular Stepwise Procedure)<sup>32</sup></i>
Hidrološki režim	Minimalni tok, fluktuacije, zaježitvena dolžina...
Morfologija	Naravna struktura in ovire na poti toka, longitudinalna povezanost
Biologija (kvalitativno in kvantitativno)	Ribe, macrozoobenthos, diatomea...
<b>Možna dodatna merila:</b>	
Kemična kakovost vode	
Termalni režim	
Obremenjenost struge	
<b>Vrsta vodnega telesa</b>	
Redkost vrste vodnega telesa	
Občutljivost vrste vodnega telesa	
Redkost razreda visokega statusa znotraj vrste vodnega telesa	
<b>Pomembnost habitata</b>	
Redek / zaščiten habitat	Pomembno; področje drstenja rib, itd.
Pomembno za zaščitene vrste	Favna in flora
Bogat spekter raznolikosti živalskih in rastlinskih vrst	Favna in flora
<b>Možna dodatna merila:</b>	
Podolžna (longitudinalna) povezanost	
Prečna (transverzalna) povezanost	
Ribolovne vode	
<b>Pokrajinska vrednost</b>	
Zaščiten območja	Odvisno od nivoja zaščite in interakcije z vodnim telesom
Območja za rekreacijo	
Lepota	Razgledna točka, simbolična vrednost, lokalna identiteta
Pomen za celoten rečni sistem	Upoštevanje specifičnega pomena za ostale rečne odseke ali podporečje

#### Slika 6: Merila za presojo ekološke in pokrajinske vrednosti

Vir: Splošne smernice za uporabo MHE v Alpskih regijah, 2011

### 4.1 DOLO ITEV EKOLOŠKO SPREJEMLJIVEGA VODOTOKA (Qes)

Odvzemi vode iz vodotokov vplivajo na ekosistem. Za ohranjanje in izboljšanje vodnih ekosistemov je zato potrebno ohranjati ustrezno koli ino in kakovost vode v vodotokih, kar pa lahko zagotovimo z ekološko sprejemljivim pretokom (Qes). Velika pestrost vodotokov ter biološka diverziteteta narekujejo dolo itev Qes razli no za posamezne odseke vodotokov, pri emer je potrebno poznavanje zgradbe in delovanje vodnega ekosistema (Smolar-Žvanut, 2008, str. 18–197).

Obstoje a MHE mora biti optimizirana tako, da dokaže u inkovitost rabe vode. Prav tako mora zagotavljati ekološko sprejemljiv pretok (Qes) in njegovo spremljanje. Eden izmed najbolj pomembnih ciljev dolo itve ekološko sprejemljivega pretoka je zaš ita vodnih habitatov. Dolo ene vrednosti ekološko sprejemljivega pretoka morajo zagotavljati minimalno koli ino vode, ki prepre uje negativne posledice zajemanja vode na strukturo in funkcionalnost življenjske združbe vodnih organizmov. Biološko so ribe široko obsežne sladkovodne vrste vreten arjev, ki predstavljajo zadnjo stopnjo v sladkovodni verigi prehranjevanja. Prav zaradi tega imajo sladkovodne ribje vrste specifi ne zahteve za habitat, zato je varovanje ribjih vrst, ribjih združb in njihovih habitatov klju nega pomena za varovanje drugih vodnih organizmov, ki živijo v istem habitatu (Zavod za ribištvo Slovenije, 2011).

#### **4.1.1 DEFINIRANJE EKOLOŠKO SPREJMLJIVEGA PRETOKA**

Ekološko sprejemljiv pretok (Qes) je definiran kot koli in kakovost vode, ki zagotavlja ohranitev naravnega ravnotežja v in ob vodotoku. Z naravovarstvenega vidika pomeni Qes ohranitev zgradbe in delovanja ekosistema, ki se odraža v ohranjanju vrstne pestrosti (Vrhovšek s sod., 1994). Ekološko sprejemljiv pretok je tista koli in kvaliteta vode, ki zagotavlja ohranitev ekološkega ravnotežja v in ob vodnem prostoru (ERTC, 2012). Ekološko sprejemljiv pretok je tista koli in kakovost vode, ki zagotavlja obstoj in razmnoževanje organizmov v različnih hidroloških okoljih v vodotoku, od brzic do habitatov z mirujočo vodo (Smolar-Žvanut, 2007). V Zakonu o vodah (2002) pa je Qes definiran kot koli in kakovost vode, ki ob dovoljeni rabi ali dovoljenem onesnaževanju ne poslabšuje ekološkega stanja površinskih voda ali ne preprečuje njegovega izboljšanja.

Ekološko sprejemljiv pretok določimo pri odjemnih vode iz vodotokov, izvirov, jezer in podtalnic, za uporabnike kot so hidroelektrarne, ribogojnice, pri namakanju, za vodooskrbo, za potrebe industrije in z namenom, da je kljub odjemu vode zagotovljena normalna struktura in funkcija vodotoka kot ekosistema.

Če je naravni pretok nižji od ekološko sprejemljivega pretoka (Qes), se vode iz vodotoka ne sme odzemat (ERTC, 2012).

#### **4.1.2 METODE DOLGOVAJENJE EKOLOŠKO SPREJMLJIVEGA PRETOKA**

Določanje vrednosti Qes pomeni definiranje odvzemov vode ter presojanje posameznih hidroloških, hidravličnih, morfoloških in ekoloških parametrov. V Sloveniji se za določanje Qes uporabljata hidroekološka in ekohidrološka metoda. Hidroekološka metoda se uporablja v primerih manjših odvzemov vode na nezaščitenih in manjših vodotokih, ekohidrološka metoda, zasnovana daljša pa se uporablja predvsem na večjih vodotokih, ter vodotokih, ki so pomembni iz vidika ohranjanja vodnega ekosistema v čim bolj naravnem stanju (Smolar-Žvanut, 2007).

Kadar so odvzemi vode iz vodotokov preveliki, lahko pomenijo negativni vpliv na zgradbo in delovanje vodnega in obvodnega ekosistema. Zato je ohranjanje ustrezne količine in kakovosti vode v vodotokih pomembno za ohranjanje in izboljšanje vodnih ekosistemov, kar lahko zagotovimo z zagotavljanjem ekološko sprejemljivega pretoka (Qes). Velika pestrost vodotokov v hidroloških, morfoloških in ekoloških značilnostih v Sloveniji narekuje določitev Qes ločeno za posamezne odseke vodotokov (Smolar-Žvanut, 2007).

Od leta 1994 je v Sloveniji določevanje Qes potekalo predvsem za obstoječe odvzeme vode: hidroelektrarne, ribogojnice, v manjšem številu so bile vrednosti Qes določene za odvzeme za pitno vodo, tehnološko vodo, rekreacijo, na iztokih iz akumulacij. Pri novih odvzemih vode so se vrednosti določile predvsem za male hidroelektrarne in ribogojnice. Skupno se je do leta 2006 določilo vrednost Qes na 185 odsekih vodotokov v Sloveniji (Smolar-Žvanut, 2007).

Izhodišče za določitev vrednosti Qes so elementi vodnatosti, predvsem vrednost  $sQ_n$  (mali srednji pretok). Upoštevati je potrebno letno dinamiko pretokov vode in skladno s tem se določijo Qes za različna letna obdobja. Rezultat določitve Qes je pretočni režim, ki se mora ohranjati na odseku, kjer je voda odvzeta.

Določitev Qes določa Uredba o kriterijih za določitev ter način spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka, Uradni list RS, št. 97/2009 (v nadaljevanju Uredba Qes). Način določanja Qes opisan v nadaljevanju je povzet po omenjeni uredbi. Osnovna kriterija (hidrološki izhodišči) za določitev ekološko sprejemljivega pretoka sta mali srednji pretok

(sQn) na mestu odvzema in srednji pretok (sQs) na mestu odvzema. Pridobita se iz podatkov za vodotok, ki jih zbira ARSO. Potrebna je obsežnejša serija podatkov; obi ajno se uporabi podatke za zadnjih 30 let. Srednji mali pretok je definiran kot aritmeti na sredina najnižjih dnevnih pretokov:

$$sQ_{np} = \sum_{i=1}^{i=N} Q_{np,i} / N ,$$

kjer je  $Q_{np,i}$  najnižji dnevni pretok v vsakem letu in število let v opazovanem obdobju. Srednji pretok pa je definiran kot aritmeti na sredina srednjih letnih vrednosti pretoka:

$$sQ_s = \sum_{i=1}^{i=N} Q_{s,i} / N$$

in je  $Q_{s,i}$  srednji dnevni pretok v vsakem letu in število let v opazovanem obdobju.

e serije podatkov za obravnavani vodotok ni na voljo, se izvede ocena zgoraj opisanih pretokov. Ocena se izvede z izra uni pretokov na podlagi razmerij pretoka in prispevnih površin obravnavanega vodotoka ter vodotoka, ki ima hidrogeološko in hidromorfološko podobno pore je in je v isti skupini ekoloških tipov vodotokov. V primeru, da pogoji podobnosti niso izpolnjeni, je potrebno opraviti simultane hidrometri ne meritve podatkov na obravnavanem vodotoku in na bližnjem oziroma hidrološko podobnem vodotoku, za katerega so na razpolago podatki za daljše asovno obdobje. Ocena opisanih hidroloških izhodiš za dolo itev ekološko sprejemljivega pretoka mora vsebovati njihovo obrazložitev in utemeljitev, kar preveri ARSO. Ekološko sprejemljivi pretok se na podlagi hidroloških izhodiš dolo i, s pomo jo faktorja, ki je dolo en v Prilogi 1 Uredbe Qes, po naslednji ena bi:

$$Q_{es} = f \cdot sQ_{np}$$

Faktor je odvisen od velikosti prispevne površine vodotoka do odvzema, tipa odvzema (lahko je nepovraten ali povraten, ki je lahko kratek ali dolg) in ekološkega tipa vodotoka. Ekološki tipi vodotokov so prikazani v Prilogi 2 te uredbe in pa na publikacijski karti dostopni na spletnih straneh ministrstva, pristojnega za upravljanje voda.

Ob utljivost vodotoka na odvzemanje vode se upošteva z razvrstitvijo vodotokov v skupine ekoloških tipov vodotokov. Tipi vodotokov so dolo eni v skladu s predpisi, ki urejajo stanje površinskih voda, glede na hidrološke, hidravli ne, zlasti pa biološke zna ilnosti. Ekološki tipi vodotokov se uporabljajo kot podlaga za vrednotenje ekološkega stanja vodnih teles površinskih voda, za potrebe dolo anja Qes pa so razvrš eni v 4 skupine glede na njihovo ob utljivost za odvzemanje vode. Znotraj posamezne skupine se ob utljivost vodotokov spreminja tudi glede na velikost vodotoka, in sicer so najbolj ob utljivi najmanjši vodotoki (z zelo majhnimi prispevnimi površinami – pod 10 km<sup>2</sup>), najmanj ob utljive pa so velike reke. Za skupini ekoloških tipov vodotokov 1 in 2, kamor so razvrš eni najbolj ob utljivi vodotoki, se pri dolo anju Qes upošteva tudi razmerje med sQs in sQnp. S tem se pri dolo anju Qes v najve ji možni meri upošteva klju ne hidrološke, hidromorfološke in ekosistemske zna ilnosti posameznih vodotokov (Zakon o vodah (ZV-1). 2002. Uradni list Republike Slovenije, št. 67).

Qes, dolo en po ena bi, se lahko spremeni, e je druga na vrednost predlagana v mnenju organizacije, pristojne za ribištvo, in je to potrebno zaradi zagotavljanja prehoda rib preko grajenih objektov v vseh letnih obdobjih. Qes se lahko spremeni tudi na predlog organizacije, pristojne za ohranjanje narave, e je to potrebno zaradi prepre evanja bistvenega ali uni ujo ega vpliva na varstvene cilje v skladu s predpisi o ohranjanju narave ali zaradi

ohranjanja naravne vrednote (Zakon o vodah (ZV-1). 2002. Uradni list Republike Slovenije, št. 67).

Pri že podeljenih vodnih pravicah, ki imajo določeno vrednost, se le-ta v skladu s to uredbo ohrani tudi vnaprej. Pri tem se upošteva vrednost, določena v pravnomo nem vodnem dovoljenju, koncesijskem aktu, koncesijski pogodbi, ali tudi v projektni dokumentaciji, ki je bila podlaga za pravnomo no gradbeno ali uporabno dovoljenje. Pri podeljenih vodnih pravicah, ki nimajo določene vrednosti, se ta določa i v skladu s to uredbo, pri tem pa se v posebnih primerih upošteva tudi vpliv določene vrednosti na obstoj o proizvodnjo. Vrednost se v posebnih primerih lahko zmanjša, da se ohrani ustrezen obseg proizvodnje, vendar najmanj do vrednosti, ki je predpisana tudi za te primere. Posebni primeri, kjer se upoštevajo dejanske razmere, so proizvodnja elektri ne energije v mHE, vzreja rib v ribogojnicah, oskrba s pitno vodo, prav tako pa tudi nadgradnja mHE z dvigom kote gorvodne gladine vode. Posebej se obravnavajo tudi izpusti iz akumulacij, e bi zaradi slabe kakovosti vode v akumulaciji lahko prišlo do škodljivih vplivov na stanje površinskih voda dolvodno (Zakon o vodah (ZV-1). 2002. Uradni list Republike Slovenije, št. 67).

Velika pestrost Slovenije v hidromorfoloških tipih vodotokov ter biološka raznolikost narekuje določeno vrednost za vsak vodotok posebej. Vrednost ni stalna količina, ampak jo je potrebno neprestano prilagajati. Država mora zagotoviti nadzor nad upoštevanjem, proti kršiteljem pa mora ustrezno ukrepati, kar pa v Sloveniji zaenkrat ni stalna praksa (Vrhovšek, 1996).

## 4.2 DOLO ITEV LOKACIJE ZA GRADNJO MALIH HIDROELEKTRARN

Izbira lokacije za MHE je izjemno pomembna, saj je od nje odvisno ali bo imela elektrarna dovolj vode in padca za obratovanje. Zadostnost pretoka lahko ocenimo s preliminarno hidrološko analizo, padec ki je na voljo pa z ogledom terena pri katerem si lahko pomagamo z najnovejšimi GPS sprejemniki, ki so dovolj majhni za enostavno uporabo in dovolj natančni za preliminarne ocene razpoložljivega padca. Po odločitvi za lokacijo glede na razpoložljiv pretok in padec je potrebno izvesti še geološko analizo terena. Geološka analiza je predvsem pomembna pri pregradnih sistemih MHE, kjer se mora izvesti geološka analiza za zagotovitev stabilnosti pregrade, hidrogeološka analiza pa zato, da se prepreči pronicanje pod pregrado in destabiliziranje brežin. Članice EU in druge države po svetu imajo izdelane geološke karte, ki so dovolj natančne za prvo oceno stanja izbrane lokacije, vendar pa se morajo ti podatki dopolniti s preiskavami na terenu, z vrtnanjem in odvzemom vzorcev (ESHA, 2004).

Območja s pravnimi režimi so območja, določena s predpisom (države ali lokalne skupnosti), ki za vse uporabnike prostora prinaša omejitve, prepovedi in zapovedi. Gradnja MHE je lahko ekološko občutljiva, saj posega v območja vodotokov, ki so pomembni in občutljivi habitat. Zaradi tega je pri načrtovanju MHE potrebno upoštevati ali na izbranem območju veljajo območja s posebnimi režimi. Priobalni pas (tekotih in stojetih celinskih in morskega) vodnih teles spada med varovana območja. Ravnanje na priobalnem pasu in njegov obseg (15 m pri vodah 1. reda in 5 m pri vodah 2. reda) določajo 11., 12., 13. in 14. člen Zakona o vodah (ZV-1).

## 5 ANALIZA VPLIVOV MALE HIDROELEKTRARNE TOPLA IN MALIH HIDROELEKTRARN NA STROJNSKI REKI NA OKOLJE

V nadaljevanju bom opisala tri MHE: dve MHE sta postavljeni blizu skupaj in pomeni iztok iz prve male hidroelektrarne zajetje za drugo malo hidroelektrarno.

### 5.1 OPIS MALE HIDROELEKTRARNE

#### 5.1.1 MALA HIDROELEKTRARNA TOPLA

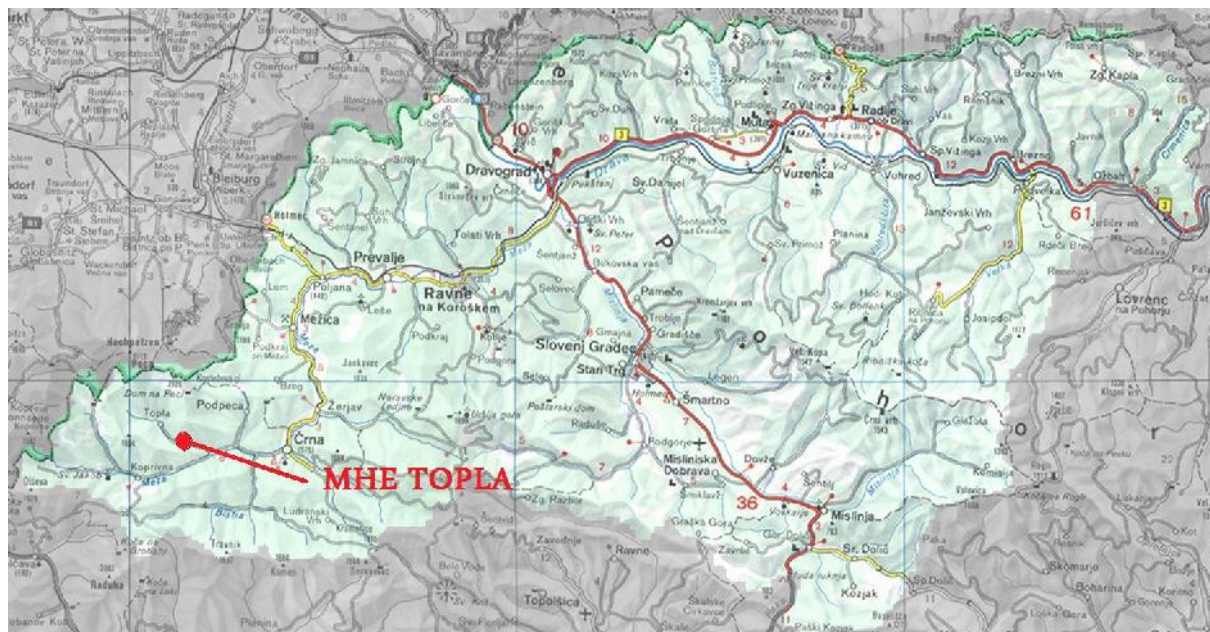
Lokacija MHE je v dolini Tople pod Peco v občini rna na Koroškem. Po dolini te e istoimenski potok Topla, ki se izliva v reko Mežo. Ima snežno-dežni re ni režim. Potok Topla predstavlja primer potoka, ki ga odlikujejo ohranjene naravne hidrološke in hidromorfološke zna ilnosti. V isti vodi potoka živi avtohtona postrv poto nica (*Salmo trutta fario*), rak koš ak (*Austropotamobius torrentium*) in poto ne školjke, ki so zaradi svoje ekološke funkcije zavarovane živalske vrste. Poto na postrv je po podatkih iz ribiškega katastra prizadeta vrsta (Zakon o sladkovodnem ribištvu, 2006). Potok Topla je ribolovni revir (Zavod za ribištvo, 2012). MHE Topla je asinhronska elektrarna z eno dvošobno Peltonovo turbino in dvema generatorjema. Energijo oddaja preko lastne transformatorske postaje 0,4/20 kV v distribucijsko omrežje preko daljnovoda 20 kV Koprivna – Topla. Gre za MHE, ki deluje popolnoma samostojno, brez loveške posadke.



**Slika 7: Ob ina rna na Koroškem**

Vir: [http://zos.s5.net/index.php?page=obcine&page\\_id=48](http://zos.s5.net/index.php?page=obcine&page_id=48)





**Slika 8: Ob in a rna na Koroškem – MHE Topla**

Vir: <http://www.koroska.si/index1.php?site=zemljevid>

Tehni ni podatki so naslednji:

Zajezeitev na koti – nivo gladine	$n. v. =$	770,5 m
Os turbine na koti	$n. v. =$	696,5 m
Brutto padec	$H_b =$	73,0 m
Neto padec pri $sQs\ 0,18\ m^3/sec$	$H_n =$	68,5 m
Dolžina cevovoda	$L =$	420 m
Premer cevovoda	$D =$	0,35 m
Projektiran pretok	$Q_i =$	$0,30\ m^3/sec$
Hitrost turbine	$n =$	640 o/min
Ubežna hitrost	$n_u =$	1100 o/min
<b>Generator 1</b>		
asinhronski motor	$P =$	95 kW
	$U =$	380 V
	$I =$	180 A
	$\cos \{ =$	0,86
	$n =$	1480 o/min
<b>Generator 2</b>		
asinhronski motor	$P =$	40 kW
	$U =$	380 V
	$I =$	95 A
	$\cos \{ =$	0,86
	$n =$	1480 o/min
Maksimalna mo elektrarne	$P_{max} =$	115 kW
Transformator oljni	$P_n =$	250 kVA
	$U_n =$	0,4/20 kV
Kablovod XHP 41A 3 x 1 x 70 mm <sup>2</sup>	$L =$	2100 m

Zajetje je sestavljeno iz:

- **Glavna pregrada**, z vgrajeno zapornico. Z zaprtjem zapornice se voda preusmeri v kanal.
- **Groba rešetka**, ki je zgrajena iz cevi. Rešetka ustavi veje predmete in jih preusmeri ez preliv.
- **Prva peš enica**, kjer se nabira pesek. Tu je vgrajena manjša zapornica, kjer je možno nanos peska izplaviti.
- **Gosta rešetka**, ki ustavi manjše predmete. To je potrebno istiti z grabljami.
- **Druga peš enica**, kjer se nabira mulj. Mulj je obasno možno izpušati skozi ventil na dnu peš enice.
- **Vodna komora**, od koder voda odteka v cevovod.
- **Razdelilna omara**, kjer je napetost 230 V iz elektrarne, za luč na jezu, vtičnico in pogonistilne naprave rešetk. V omaro pa so priključene tudi sonde za meritev nivoja vode in povezava z elektrarno za avtomatsko krmiljenje turbin.

**Strojnica MHE Topla:**

**Peltonovo dvošobno turbino sestavljajo:**

- Glavni zasun, s katerim zapiramo vodo v cevovodu.
- Ohišje turbine z dvema valjnimi ležaji, osjo in gonilnikom.
- Dve odklonili, ki preusmerjata curek vode iz šob mimo gonilnika v jašek.
- Hidravlični cilindri z oljnopralko, ki krmili odklonila.
- Dve šobi z iglami, vretenom in kolesom za ročno odpiranje in zapiranje curka vode na gonilnik. Zgornja šoba ima elektromotor z predležajem, za avtomatsko krmiljenje šobe v odvisnosti od nivoja vode. Nivo vode signalizirajo sonde v bazenu.
- Tahometri dinamo za merjenje obratov, avtomatski vklop generatorjev in za izklop pri pobegu turbine.
- Jermenice z jermenimi za prenos moči na generatorje.
- Jašek z odtočnim cevovodom.

**Razdelilna omara:** V razdelilni omari so vgrajeni elementi za upravljanje in zaščitoelektrarne. K razdelilni omari je prigrajena omara z avtomatskimi varovalnimi elementi, asovnimi releji TRE, nivojskim relejem NIVS, elektronskimi releji za avtomatski vklop generatorjev, avtomatski izklop pri pobegu turbine, podnapetostni rele in rele frekvenca zaščitite.

**Razdelilna omara za lastno rabo:** Na razdelilni omari sta trolejna in dve enopolni vtičnici za lastno rabo, priklop ventilatorja s termostatom za hlajenje strojnice in glavno stikalo za izklop razdelilca.

**Številna omara:** V številni omari so nameščeni:

- števec delovni za oddano energijo,
- števec jalovi za dobavljeno energijo,
- števec delovni za dobavljeno energijo,
- stikalna ura,
- priključne sponke,
- varovalke za merilno napetost.

**Transformatorska postaja in VN naprave:** V transformatorski postaji so nameščene naslednje naprave:

- Visokonapetostno stikalo CSN 24/630 z varovalkami 10 A.

- Transformator Energoinvest 250 kVA 0,4/20 kV.
- Kablovod XHP41-A 3 x 1 x 70 mm<sup>2</sup>, ki v dolžini 2100 m poteka do konnega A droga s kabelskimi glavami in katodnimi odvodniki. Preko dvojnega droga z visokonapetostnim loilnim stikalom RAL 200 je priključen na daljnovod 20 kV Koprivna – Topla.

V nadaljevanju je prikazanih nekaj slik te omenjene MHE.



**Slika 9 in 10: Strojnica – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana



**Slika 11: Zajetje vode pred pregrado – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana





**Slika 12: Naplavine peska, zajetje – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana



**Slika 13 in 14: Pregrada – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana



**Slika 15 in 16: Gosta rešetka – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana



**Slika 17 in 18: Groba rešetka (desno) in pregrada – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana



**Slika 19: Pogled v drugo peš enico – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana



**Slika 20: Dotok v MHE – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana





**Slika 21: Izток iz MHE – MHE Topla, rna na Koroškem**  
Vir: Mlinar Ana

### **5.1.2 MALA HIDROELEKTRARNA PRIKERŽNIK IN MALA HIDROELEKTRARNA GOSTEN NIK**

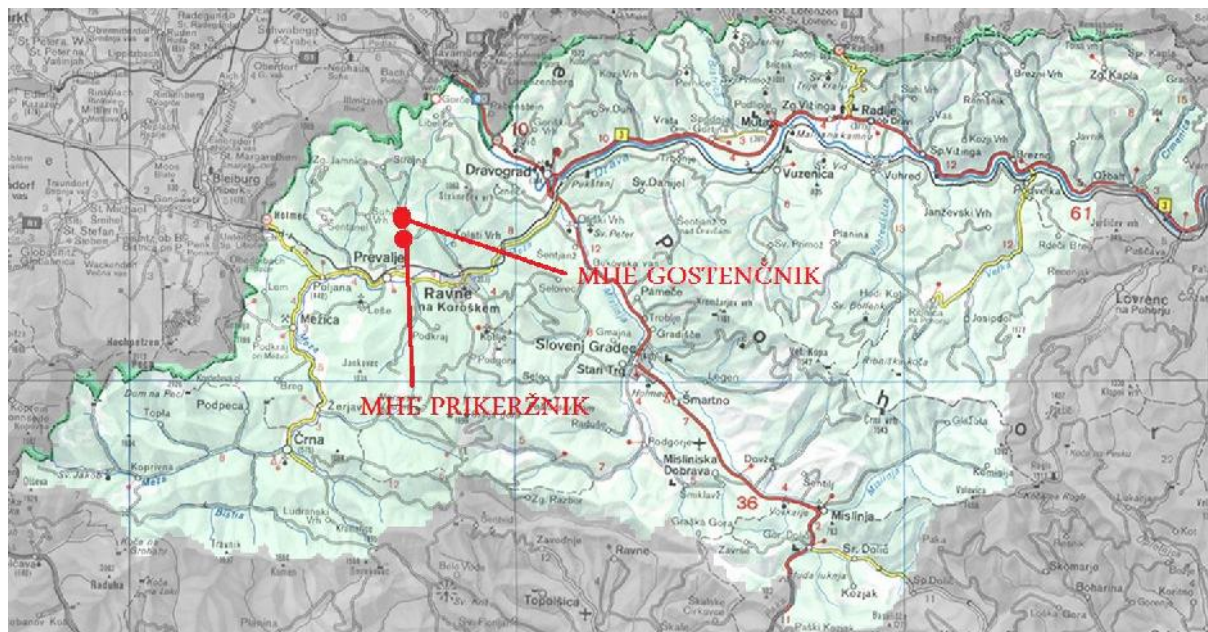
MHE Prikeržnik in MHE Gosten nik sta locirani na območju Tolstega vrha ob hudourniku Strojnska reka na povodju Meže/Zg. Drava. Strojnska reka izvira v vasi Strojna. Vodnatost v potoku je tekom leta konstantna, ki se nekoliko poveča v jesenskem deževju in v spomladanskem času, ko se tali sneg. Njen pretok se znatno poveča ob hujših nalivih, zato lahko rečemo, da je hudourniški potok. Ima snežno-dežni režim.

Poleg potočnikov postrvi (*Salmo trutta fario*), v njej živijo tudi potočni raki – rak košček (*Austropotamobius torrentium*) in kapel (*Cottus gobio*). Potočni raki so po podatkih iz ribiškega katastra prizadeta vrsta, kapel pa ranljiva vrsta (Zakon o sladkovodnem ribištvu, 2006). Strojnska reka je ribolovni revir (Zavod za ribištvo, 2012). Mali hidroelektrarni na Strojnski reki se nahajata v občini Ravne na Koroškem.



**Slika 22: Občina Ravne na Koroškem**

Vir: [http://www.koropedija.si/index.php/ob%C4%8Dina\\_Ravne\\_na\\_Koro%C5%A1kem](http://www.koropedija.si/index.php/ob%C4%8Dina_Ravne_na_Koro%C5%A1kem)



**Slika 23: Ob ina Ravne na Koroškem – MHE Gostenčnik in MHE Prikeržnik**

Vir: <http://www.koroska.si/index1.php?site=zemljevid>

#### **Tehni ni podatki MHE Prikeržnik:**

- zajezeitev na koti – nivo gladine (*n. v.*): 471 m,
- kota izpusta na nadmorski višini (*n. v.*): 460 m,
- dolžina cevovoda (*L*): 203,60 m,
- premer cevovoda (*D*): 0,5 m dolžine cca 192 m in 0,4 m dolžine 12 m,
- pretok ( $Q_i$ ): 0,12 m<sup>3</sup>/s,
- padec vode: 14 m,
- $m_o$  : 4 kW/h,
- 1 generator – ena enošobna Bankijeva turbina (lastne izdelave),
- generator – 3 fazni sinhronski,
- energija se porablja v lastne namene.

#### **Tehni ni podatki za MHE Gostenčnik:**

- zajezeitev na koti – nivo gladine (*n. v.*): 483 m,
- kota izpusta na nadmorski višini (*n. v.*): 471 m,
- dolžina cevovoda (*L*): 150 m,
- pretok ( $Q_i$ ): 0,16 m<sup>3</sup>/s,
- padec vode: 21 m,
- $m_o$  ( $P_{max}$ ): 10 kW/h,
- 1 generator – ena dvošobna Peltonova turbina,
- 1 generator – ena enošobna Peltonova turbina,
- priklju ena v distribucijsko omrežje.

Opis vgrajenih turbin (Turbine in pomožna oprema, 1983):

Strokovnjaki so zaradi gospodarnosti razvili takšne turbine, ki so za posamezna podro ja padcev in pretokov najcenejši, imajo primerno vrtilno hitrost, dolgo življenjsko dobo in tvorijo najmanj gradbenih del. Gospodarnost se pove a tudi z razli nimi konstrukcijskimi izvedbami. Celo v najboljši turbini se med spreminjanjem  $m_o$  i vode mehanska  $m_o$  spremeni. Še tako gladke notranje stene turbin ne morejo prepre iti izgubljanja  $m_o$  i zaradi trenja ob stenah. Tako dobimo na gredi turbine vedno nekoliko manj kW, kot jih vsebuje voda, ki te e skozi turbino. Pri polno odprtih in polno obremenjenih malih turbinah je izkoristek od 0,76–0,84, kar

pomeni, da turbine spremenijo v koristno moč od 67 % do 84 % moči vode, odvisno od kakovosti, velikosti in izdelave turbine. Francisova turbina doseže največji izkoristek pri 80 % vrednosti toka, približno velja to tudi za propellerske turbine z reguliranimi gonilnimi lopatami. Peltonova turbina pa ima že pri 30 % do 40 % pretoka zelo dober izkoristek (Turbine in pomožna oprema, 1983).

**Peltonova turbina** je enakotna vodna turbina s tangencialnim dotokom. Primerna je za majhne pretoke in velike padce od 60 do 2000 m. Peltonova turbina je lahko:

- horizontalna,
- vertikalna.

Voda brizga iz šobe z veliko hitrostjo. Curek vode je usmerjen tangencialno na lopatice gonilnika. Voda udarja ob lopatice in oddaja gonilniku svojo kinetično energijo. Vodni curek brizga samo na nekaj lopatic, zato je gonilnik samo delno oblit z vodo. Druge lopatice gonilnika ne sprejemajo vodne energije. Pretok vode in s tem moč Peltonove turbine se uravnava s premikanjem igle v šobi; poleg igle v šobi imajo turbine še nož. Ta naprava pri razbremenitvi turbine takoj odreže curek, medtem ko igla po asi pripira šobe tako, da pri nepričakovani razbremenitvi ne pride do prekomernega povišanja tlaka v tlaknem cevovodu.

**Bankijeva vodna turbina:** Te turbine so po svojem delovanju enake Peltonovim. V šobi se oblikuje vodni curek, ki v gonilniku spremeni smer svojega gibanja in hitrost, s čimer odda svojo moč turbini. Razlikuje se le v konstrukciji, saj curek pravokotnega preseka poševno vstopa med lopate gonilnika. Znotraj gonilnika voda izstopa iz lopate, teče kot prosti curek s povečanim presekom in zmanjšano hitrostjo skozi prazen prostor gonilnika, nakar ponovno vstopa med lopate in odda preostanek svoje moči. Voda teče tako dvakrat skozi lopate, zaradi česar menimo, da je ta turbina dvakrat boljše od ostalih, saj dvakrat prejema moč vode. To popolnoma ne drži, saj v prvem prevzemu dobi 68 % moči vode, v drugem od 19 % moči. Tako Bankijevo turbino reguliramo s tem, da ji tanjšamo njem curek, bodisi s pomočjo regulacijskega jezika ali zasuna. Dobre lastnosti teh turbin je tudi lažnja gonilnika ter možnost uporabe za padce med 2 in 150 metrov ter pretoke od 20 do 1500 litrov na sekundo.



**Slika 24: Strojnica – MHE Gostenjnik, Ravne na Koroškem**

Vir: Mlinar Ana





**Slika 25 in 26: Strojnica (Peltonova dvošobna turbina – levo) – MHE Gosten nik, Ravne na Koroškem**

Vir: Mlinar Ana



**Slika 27: Strojnica (Peltonova enošobna turbina) – MHE Gosten nik, Ravne na Koroškem**

Vir: Mlinar Ana



**Slika 28 in 29: Zajetje (gosta rešetka) – MHE Gosten nik, Ravne na Koroškem**

Vir: Mlinar Ana



**Slika 30: Iztok iz MHE Gostenik in hkrati zajem za MHE Prikeržnik, Ravne na Koroškem**

Vir: Mlinar Ana



**Slika 31: Izток MHE Prikeržnik in strojnica, Ravne na Koroškem**

Vir: Mlinar Ana



**Slika 32: Strojnica MHE Prikeržnik (Bankijeva vodna turbina), Ravne na Koroškem**

Vir: Mlinar Ana

## 5.2 ANALIZA OKOLJSKIH VPLIVOV

Terenski ogled MHE Topla, MHE Gostenik in MHE Prikeržnik sem opravila dne 15. 08. 2012.

### 5.2.2 MHE TOPLA

Zajezitev za MHE Topla je na nadmorski višini 770, 5 m. Na samem mestu zajezitve se nahaja območje vode, kjer sem opazila več peščenih nanosov, ki so posledica zmanjšane moči vode. V času večjih padavin se količina in moč vode vzdolž struge povečata in takrat voda s seboj odnaša več peščenih nanosov. Degradacija vodotoka gorvodno od jezusa je bila precejšnja. Struga potoka je bila močno razširjena (Slika 12). Lastniki se trudijo, da pesek dosledno očistijo iz same struge, da bi omogočili boljše pogoje za življenje vodnih organizmov. V času ogleda terena je bila gladina vode v strugi zaradi suše nizka, rečno dno je bilo vidno, voda ni bila kalna, opaženih je bilo nekaj osebkov potočne nečistoče. Glede na širino struge je bilo območje enost struge majhna.

Ribje steze na MHE Topla nimajo urejene, ker že sama konfiguracija terena oziroma struge potoka Topla, nizvodno od jezusa, ne omogoča prehoda rib. V sami strugi so naravni previsi višine cca. 1,5 do 2 m (Bruder, lastnik, 2012).

Širina struge se je vzdolž vodotoka spreminjala od 3 m na mestu odvzema vode za MHE, do 1 m dolvodno od zajetja. Razlogi so geomorfološke značilnosti območja (ozke grabe, več naravnih previsov). Širina območja enega dela struge je bila na mestu odvzema vode za MHE približno 2/3 rečne struge, tako da je bila tam najmanjša razlika med širino in območjem enost struge. Območje enost struge dolvodno od mesta zajetja za MHE je bilo približno 1/3 rečne struge, zaradi velikega odvzema vode za MHE.

Globina vode se je vzdolž vodotoka spreminjala. Na odzemnem mestu je bila voda najgloblja. Največji odstotek površine je bil globlji od 40 cm. Globina vode se je torej na odzemnem mestu povečala, hitrost vodnega toka pa se je na odseku struge, ki je bil pod vplivom odvzema vode, zmanjšala. Odzem vode je vplival na območje enost struge ter na vrsto in razporeditev substrata v strugi.

Pri zajetju je bila opažena delna zasenjenost struge, medtem ko je pri ponovnem vtoku uporabljene vode iz MHE nazaj v strugo, bila struga popolnoma zasenjena. Potok Topla teče po pobočju Pece (Krajski park Topla), ki je porašeno z gozdom, kar vpliva na zasenjenost struge.

Glavna pregrada usmerja vodo skozi grobo rešetko (Slika 18) v prvo peščenico, kjer se voda umiri in se nabira pesek, od tam pa gre voda skozi gosto rešetko v drugo peščenico. Rešetke na jezusu preprečujejo vdor mulja, listja, kamnov in živih organizmov ob potoku. Gosta rešetka deluje istočasno z grabljami (Slika 16). V drugi peščenici se nabira mulj, ki ga občasno izpušajo skozi ventil na dnu peščenice. Voda gre nato naprej do vodne komore, kjer gre v cevovod. Največja prednost goste rešetke je, da se ne mašijo oziroma tudi ne pride do popolnega zasutja z listjem, voda še vedno pronica skozi in elektrarna ne preneha z delovanjem, ampak obratuje samo z zmanjšano močjo. Obenem pa preprečuje vdor večjih materialov v peščenico.

Preostanek vode teče mimo pregrade in nadaljuje smer po naravni poti struge. Padeč vode na tem predelu je približno 2 metra visok naravni previs. Taka vrsta pregrade ima velik vpliv na hidrološke in morfološke značilnosti vodotoka. Za pregrado sem opazila obsežno zmanjšanje in upočasnjeno pretok vode, kar je posledica preusmeritve vode v cevovod za potrebe MHE, torej v vodotoku ni bil zagotovljen ekološko sprejemljiv pretok. Podatka za ekološko sprejemljiv pretok Qes za MHE Topla ni bilo mogoče pridobiti. V koncesiji ta podatek ni

naveden, zapisano je, da bo ta dolo en naknadno in bo na osnovi tega sklenjen aneks h koncesijski pogodbi.

Cevovod je speljan po desni strani struge in v dolžino meri 420 m. Cevovod je skoraj v celoti vkopan v zemljo, tako da nima bistvenega vpliva na krajino. Viden je le zadnji del cevovoda, ki je speljan do strojnice. Bruto padec vode je 73,0 m. Strojnica se nahaja na nadmorski višini 696,5 m. Iztok vode iz MHE se nahaja pod območjem strojnice (Slika 21). Iztok je speljan iz cevi premera 0,35 m, količina vode priteče iz cevi v naravno strugo, voda ima veliko hitrost in krajši zadrževalni čas. Degradacija obvodnega območja ob izpustu je minimalna.

V času ogleda strojnice so bila v teku dela za zamenjavo Generatorja 1. Zamenjava poteka zaradi izgradnje novega vodovoda na vodotoku Topla za potrebe območja na Koroškem, zaradi tega se bo skupna moč elektrarne zmanjšala.

### **5.2.2 MHE GOSTEN NIK IN MHE PRIKERŽNIK**

Odvzem vode za potrebe MHE Gosten nik je na nadmorski višini 483 m. Zajem vode je prenošen na strugo reke. MHE deluje pretočno brez akumulacije vode. Iz strugo potoka je nameščen ena gosta rešetka tako, da na samem mestu odvzema ni zaježitve na vodotoku (Slika 28 in 29). Kanal je pokrit z nagnjeno jekleno rešetko, preko katere se pretaka voda in pada v kanal. Listje, pesek in prod odnaša voda preko rešetke naprej po strugi. Drobni pesek, ki se ujame v kanalu, pa se odnaša z vodo v peskolov, od koder se občasno izpušča z odpiranjem zapornice na peskolovu. Del vodotoka tako steče skozi gosto rešetko v pesenico, od tam pa skozi fino rešetko v vtokni kanal, preostanek pa teče naprej po naravni strugi. Tak način odvzema vode ne predstavlja bistvenega vpliva na hidromorfološke značilnosti vodotoka. Opažen je bil zmanjšan pretok vode dolvodno od odvzema vode za MHE, kjer je bilo opaziti tudi nekaj naplavin proda in peska. Globina in hitrost vodnega toka sta bila v primerjavi z gorvodnim odsekom vodotoka zmanjšana.

Ribje steze na MHE Gosten nik nimajo urejene, ker je prehod omogočen po naravni poti struge potoka Strojnska reka. Ribe lahko migrirajo čez rešetko pri zajemu.

Pri zajetju je bila opažena delna zasenčenost struge, medtem ko je pri vtoku vode iz MHE nazaj v strugo bila struga popolnoma zasenčena.

Cevovod je speljan po levi strani struge in v dolžino meri 150 m. Cevovod je v celoti vkopan v zemljo, tako da nima bistvenega vpliva na krajino. Bruto padec vode je 21 m. Strojnica se nahaja na nadmorski višini 471 m, iztok vode se nahaja tik pod območjem, kjer je sama strojnica postavljena (Slika 30). Količina vode ne priteče iz cevi v naravno strugo, ampak je speljana v jezo s tirolskim zajetjem za potrebe MHE Prikeržnik. Degradacija obvodnega območja ob izpustu je minimalna.

V času ogleda strojnice je bila MHE v obratovanju, zato sem lahko v okolici strojnice zaznala rahel hrup, ki pa ni bil moteč za okolico.

Kot sem že omenila, MHE Prikeržnik tvori zajemni objekt, ki se nahaja tik pod iztokom vode iz gorvodne strojnice (praktično gre za en zajem vode – jezo s tirolskim zajetjem v okviru gorvodne MHE Gosten nik in en izpust vode nazaj v vodotok iz strojnice MHE Prikeržnik).

Strojnica MHE Prikeržnik je pritlični objekt velikosti 2,75 x 2,40 m. Pretok teče južno od strojnice, ki je oddaljena 2,00 m od zgornjega roba brežine. Objekt je pred visoko vodo zaščiteno z obrežno kamnito škarpo v višini 0,60 m. Iztočni objekt je zavarovan in dodatno utrjen z lomljencem na betonu. Na tem mestu je opažen večji poseg v obvodni ekosistem.



Za dovod vode je vgrajen jeklen cevovod premera 0,5 m, odsek cevovoda pred turbino v dolžini 12,00 m pa je izveden s premerom 400 mm. Cevovod je skoraj v celoti vkopan, razen kjer dvakrat preka potok Strojnska reka. Na predelu, kjer je cevovod položen pod dnom potoka, je zaštiten z lomljencem na betonu. Pri naslednjem prekanju je prekanje izvedeno na nivoju terena in delno zapira pretočni profil hudournika. Bruto padec vode je 14 m.

Za potrebe odvzema vode za MHE je izkoriščen iztok iz objekta MHE Gostenik iz katerega je voda preusmerjena pred iztokom v potok. Vtok v cevovod je izveden iz prerezane železne cevi prekrite z železno rešetko velikosti 0,70 x 0,53 m. Velikost rešetke in ureditev vtoka je sposobna prevzeti v celoti dotok vode iz MHE Gostenik ( $Q_i = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Ker je med poletjem pretok vode zaradi naravnih razmer manjši kot je določen ekološko sprejemljiv pretok ( $Q_{es} = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ ), je v tem času velikokrat prekinjen dovod vode v MHE in s tem omogočeno, da voda v celoti odteka po naravni strugi.

### **5.2.3 DISKUSIJA: PRIMERJAVA VPLIVOV NA OKOLJE**

Bistvena razlika med zajetjem MHE Topla in MHE Gostenik je v tem, da ima MHE Topla pregrado čez strugo potoka, medtem ko MHE Gostenik deluje pretočno brez akumulacije vode. S tem ne spreminjamo vodostaja, medtem ko se pretok vode in hidrolški režim na odseku odvzema vode v obeh primerih spremeni. Po podatkih lastnikov MHE, je problem za obratovanje MHE le v sušnih obdobjih, ker je pretok zaradi naravnih pogojev manjši od  $Q_{es}$ .

Na podlagi opažanj lahko ugotovimo, da odvzem vode iz vodotoka Topla za potrebe MHE Topla povzroča spremembe hidromorfoloških značilnosti vodotoka. Spremembe v hidromorfoloških dejavnikih so na delih vodotoka, ki so pod vplivom odvzema vode, medtem ko imata MHE Gostenik in MHE Prikeržnik manjši vpliv na hidromorfološke značilnosti vodotoka. V obeh primerih se je globina in hitrost vodnega toka na odseku struge, ki je pod vplivom odvzema vode za MHE, zmanjšala. Odvzem vode vpliva na omogočnost struge ter na vrsto in razporeditev substrata v strugi. Širina struge pred zajetjem je pri MHE na Strojnski reki ostala dokaj nespremenjena, medtem ko je pred zajetjem za potrebe MHE Topla, širina struge bistveno širša zaradi izgradnje pregrade. Opaziti je bilo tudi veliko nanosov prod in peska.

Nobena izmed obravnavanih MHE nima zgrajene ribje steze in prehod za ribe ni omogočen. Pri MHE Topla pa je problem za prehode že v naravni strugi, saj so naravni previsi nizvodno pod jezom visoki preko 1 m. Zaradi tega ni bila zgrajena ribja steza.

Cevovod je v obeh primerih vkopan pod površje, le da je pri MHE Topla bistveno daljši, to pomeni, da je daljši odsek, kjer je spremenjen hidromorfološki režim vodotoka. Teren je tudi bistveno bolj strm. Pri izgradnji cevovoda MHE Topla je bil poseg v okolje bistveno večji, saj je cevovod speljan po naravnem okolju – po gozdu, medtem ko je pri MHE Strojnska reka cevovod v veliki meri speljan pod bankinah ob glavni cesti.

Sam izpust vode v obeh primerih ne povzroča bistvenega vpliva na naravne značilnosti vodotoka, saj ima voda veliko hitrost in krajši zadrževalni čas. Obvodni ekosistem je veliko bolj prizadet pri MHE Prikeržnik, saj imajo zaradi visokih vod obrežje zaštiteno z betonsko kamnito škarpo. Zaradi tega je popolnoma uničena obvodna flora in favna.

Iz omenjenih ugotovitev lahko sklepamo, da imajo vse MHE omejen vpliv na vodni in obvodni ekosistem. V sušnih mesecih, ko je pretok manjši od ekološko sprejemljivega pretoka, odvzem vode za potrebe MHE ustavi, tako da vsa voda steče po naravni strugi.

## 6 ZAKLJU EK

Dandanes je ena od glavnih družbenih vrednot, ki omogoča življenje, naravno ohranjeno okolje, zato je potrebno z njim skrbno ravnati in ga zaščititi. Največje ogrožanje okolja predstavlja globalno segrevanje ozračja, ki je posledica uporabe fosilnih goriv za zagotavljanje energetskega potreb. Alternativa fosilnim gorivom so obnovljivi viri energije.

Male hidroelektrarne so danes edini alternativni vir električne energije, ki imajo poleg velikih hidroelektrarn, opazen delež v slovenski elektroenergetski preskrbi. Slovenija je obvezana delež obnovljivih virov električne energije povečati na 20 %, kar je zelo težko dosegljiv cilj. Na področju MHE imamo še vedno precej možnosti za gradnjo novih objektov in za povečanje instalacij obstoječih, kljub temu pa je v gradnji zelo malo novih MHE. Glavni razlogi so v slabi ekonomiki, nerešenih lastniških razmerjih in mnogokrat nerazumni okoljski zaščiti, ki preprečuje podeljevanje koncesij. Umestitev MHE v prostor tako postane interdisciplinarni problem, pri katerem tehnična ugodnost rešitev ne igra glavne vloge (Gorenjske elektrarne, 2012).

### **Predpostavka 1: Vodna energija ima veliko prednosti v primerjavi z drugimi obnovljivimi viri energije.**

Obnovljivi viri energije so tisti viri, ki se v naravi ves čas obnovljajo – sonce, veter, voda, biomasa in toplota Zemlje. Tehnologije za rabo obnovljivih virov te naravne energetske vire pretvarjajo v uporabne oblike energije – električno energijo, toploto in goriva. Njihova skupna lastnost je, da proizvajajo malo ali nič toplogrednih plinov.

Pretvarjanje energije vode v koristno energijo je okolju prijazen način proizvodnje električne energije. Elektrarne na rekah prav gotovo spreminjajo prvotno naravo z zaježitvami, nasipi, zapornicami, strojnico in postroji za odvod energije. Ta proces je možno povezati z nujnimi ukrepi za reguliranje toka za pridobitev obdelovalne zemlje in za zaščito pred poplavami ob visokih vodah. Kakršne koli prednosti in slabosti predstavljajo takšni posegi v naravo in kulturo prostora, predstavljajo vodne elektrarne s stališča ekologije pretvarjanje obnovljive energije in s tem varčevanje fosilnih virov.

Vodna energija ima veliko prednosti v primerjavi z ostalimi obnovljivimi viri, saj je višina storilnosti do 90 %, kar naredi vodno energijo veliko učinkovitejšo od sončne energije ali energije vetra. Vodna energija je neodvisna od količine sonca ali hitrosti vetra, kar omogoča neprekinjeno proizvodnjo energije. Investicije v vodno energijo na kratko povzročajo relativno visoke stroške, a se s tem sledijo dolga obdobja obratovanja in zelo nizki stroški delovanja. Ker ostale obnovljive energije, kot sta sončna in vetrna, niso konkurenčne, mora biti njihov razvoj podprt s pomočjo javnih sredstev.

Voda je najpomembnejši obnovljivi vir energije in kar 21,6 % vse električne energije na svetu je proizvedeno z izkoriščanjem energije vode oziroma hidroenergije (Agencija za učinkovito rabo energije RS, AURE, 2012). Z ozirom na instalirano moč in proizvedeno energijo, predstavljajo MHE daleč največjo proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov (OVE) v Evropi in svetu (EKOWATT d. o. o., Gospodjina kija, 2003).

Za Slovenijo je najprimernejše izkoriščanje hidroenergije, saj je Slovenija zelo vodnata dežela. V Sloveniji nimamo na razpolago veliko obnovljivih virov energije. Poleg biomase, ki pa je praviloma daleč od večjih mest, ki potrebujejo ogrevanje – stalnega vetra skoraj da nimamo, energija sonca je zaradi prepogoste podalpske oblačnosti dosegljiva z razmeroma nizkimi izkoristki v primerjavi z visokimi naložbami, geotermalna energija je bolj ali manj

omejena na severovzhodni del države ali pa toplotne rpalke terjajo vložek netrajnostno pridobljene električne energije, je energija vode naša najresnejša možnost. Energetska izraba vode se še predvideva z izgradnjo verige HE na spodnji Savi, mogoča je tudi na Muri, predvsem pa je še veliko možnosti za izgradnjo MHE (ARSO, 2012).

### **Predpostavka 2: MHE imajo negativne vplive na okolje.**

Zavedati se moramo, da gradnja in obratovanje MHE vsekakor vpliva na okolje in povzroča nekatere specifične vplive na okolje manjših vodotokov. Povzročijo lahko znižanje gladine v strugi in s tem nivoja podtalnice v okolju pod hidroelektrarno. Prav tako upočasni tok vode ter povzročajo odlaganje prsti in mulja. Vodotok je lahko dodatno obremenjen z odpadnimi vodami in nabiranjem plavja nad jezovi. Male hidroelektrarne vplivajo tudi na mikroklimo, vsebnost kisika v vodi, spremembo favne in flore ter ovirajo migracijo rib.

Če želimo, da ostane življenjski prostor neokrnjen, je treba izpolniti določene pogoje. Nekatere probleme, ki jih povzročajo hidroelektrarne, je mogoče izboljšati z ukrepi: npr. ovirani so naravni prehodi v smeri selitve rib, kar lahko v določeni meri rešimo z gradbenimi ukrepi, recimo s postavitvijo ribjih stez oz. lestev ali posebnih kanalov, ki zaobidejo elektrarno. Raziskave so pokazale, da je taka oblika pomoči uspešna samo pri ribji populaciji, ki potuje po reki navzgor. Problem rib, ki potujejo po reki navzdol, ostaja še naprej nerešljiv (CIPRA, 2002).

Na hidrološki naravni vrednoti lahko posegamo le tako, da ne uničimo, poškodujemo ali bistveno spremenimo lastnosti, zaradi katerih je del narave opredeljen za naravno vrednoto. Na zoološki naravni vrednoti pa lahko posege izvajamo tako, da ne poslabšamo življenjskih razmer rastlinam in živalim, zaradi katerih je del narave opredeljen za naravno vrednoto, do takšne mere, da jim je onemogočeno dolgoročno preživljati. Tudi na območju vpliva na naravno vrednoto lahko posege izvajamo tako, da s posegom ne povzročimo uničenja ali bistvenih sprememb lastnosti, zaradi katerih je bil del narave opredeljen za naravno vrednoto. Gradnjo male hidroelektrarne moramo izvesti tako, da se izkoristijo vse možne tehnike in druge rešitve, da se naravna vrednota ne poškoduje ter da je njena vidna podoba čim manj spremenjena.

### **Predpostavka 3: Največji negativni vpliv imajo MHE na ribe in ostale vodne organizme.**

Največji problem pri zajezitvi potoka je ohranitev raznovrstnosti ribjih osebkov in ostalih vodnih organizmov, ki poseljujejo dano območje. Izgradnja pregrad pomeni dokončno in uničujočo spremembo življenjskega okolja vodnih organizmov. Preživetje organizmov je tako odvisno od njihovih sposobnosti prilagajanja novim spremembam.

Vplivi pregrad na ribe se kažejo takoj po začetku obratovanja. Pri nekaterih vrstah rib se populacije zmanjšajo ali celo izginejo. Spremeni se pogostost, diverziteteta, kot tudi distribucija živali v loti nem in lenti nem predelu. Zaradi zmanjšanja količine pretoka je velikost ribjih populacij močno zmanjšana. Po navadi je za pregrado spremenjen tudi vrstni sestav vodnih organizmov.

Zajezitev potoka večinoma dokončno prekine migracijske poti, ki so pomembne za reprodukcijo in za preživetje ribje populacije s stališča prehranjevanja. Nekatere vrste so tako prizadete zaradi spremembe življenjskega prostora, nekatere pa zaradi preprečene migracije in spremembe režima vodotoka.

**Predpostavka 4: Zajezitve in z njimi povezani preveliki odvzemi vode iz vodotokov negativno vplivajo na zgradbo in delovanje vodnega ekosistema.**

Neprimerni na ini upravljanja z vodami v preteklosti so mo no vplivali na zmanjšanje biotske raznovrstnosti vodnih in na vode vezanih ekosistemov. Najve je zmanjševanje so povzro ili posegi pri urejanju in regulaciji vodotokov, ki so spremenili ali zaustavili re no dinamiko, s imer je izginilo mnogo življenjskih prostorov in s tem rastlinskih in živalskih vrst. Zajezitve in z njimi povezani preveliki odvzemi vode iz vodotokov negativno vplivajo na zgradbo in delovanje vodnega ekosistema.

Preveliki odvzemi vode iz vodotokov pomenijo negativni vpliv na zgradbo in delovanje vodnega in obvodnega ekosistema. Zato je za ohranjanje in izboljšanje vodnih ekosistemov potrebno ohranjati ustrezno koli ino in kakovost vode v vodotokih, kar lahko zagotovimo z zagotavljanjem ekološko sprejemljivega pretoka (Qes). Velika pestrost vodotokov v hidroloških, morfoloških in ekoloških zna ilnostih v Sloveniji narekuje dolo itev Qes lo eno za posamezne odseke vodotokov (Smolar- Žvanut, 2007, str. 109).

V našem primeru zajezitve na MHE Topla je prišlo, zaradi odvzema vode, do spremembe re ne dinamike. Zaradi tega se je pretok vode pred zajemom upo asnil, globina vode se je pove ala. V strugi pred zajemom je bilo opaziti veliki nanose proda in mulja. S tem je bila spremenjena hidromorfologija vodotoka. Uni en je bil naravni vodni in obvodni ekosistem.

Spreminjanje vodotoka pod pregradami je eden izmed najbolj stresnih dejavnikov, ki vplivajo na vodni in obvodni sistem. Posledica je fragmentacija vodnih habitatov, pove anje toksi nih snovi v sedimentih in v vodi, invazija tujerodnih vrst ter onesnaževanje.

Sama zajezitev vpliva na spremembo življenjskega prostora, obvodno in vodno favno in floro, prav tako pa gradnja negativno vpliva na hidromorfologijo reke, na fizikalno-kemijske spremembe. Pri hidromorfologiji je najbolj negativen vpliv zmanjševanje mezohabitatov, kar povzro i manjšo pestrost vodotoka. V zajezenem vodotoku pri nejo prevladovati mezohabitati, ki so zna ilni za stoje e vode. Spremembe so vidne tudi v re nem režimu in hitrosti vodotoka (Smolar-Žvanut, Mikoš, Breznik, 2005, str. 99–105). Zaradi upo asnitve vodotoka posledi no pride do fizikalno-kemijskih sprememb vodotoka. Koli ina kisika v vodi se zmanjša, spremeni se temperatura vode in zmanjša se vodonosnost vodotoka nizvodno. Vse to negativno vpliva na sestavo vodne in obvodne flore in favne.



## 7 POVZETEK

V za etku diplomskega dela sem predstavila problematiko obnovljivih virov energije pri proizvodnji elektri ne energije, predvsem vodno energijo kot eno izmed najpomembnejših oblik obnovljivih virov energije v 21. stoletju. V zadnjem desetletju se je Slovenija zavezala, da bo pove ala obnovljive vire energije v kon ni rabi energije iz 16 % na 25 % do leta 2020. Energetska politika Evropske unije namre zahteva im ve jo proizvodnjo elektri ne energije iz obnovljivih virov energije. Ve ina držav mora, poleg drugih virov, pove ati tudi proizvodnjo hidroenergije. Veliko slovenskih rek je že energetsko izkoriš enih, kljub temu pa obstaja še veliko hidroenergetskega potenciala v manjših vodotokih.

Cilj tega diplomskega dela je bil, na podlagi analize virov in statisti nih podatkov, dolo iti vodni energiji mesto med obnovljivimi viri energije, saj sem le tako lahko dobila odgovor na pomembnost vodne energije med obnovljivimi viri energije. Ugotovila sem, da je hidroenergija glavni vir proizvodnje elektri ne energije iz obnovljivih virov v številnih državah v Evropski uniji: po vsej celini je ve kot dve tretjini proizvedene energije iz obnovljivih virov vodna energija. Kljub temu da je hidroenergija obnovljivi vir energije, pa vplivi posameznih hidroelektrarn niso isti, ampak se vpliv na okolje in vodne ekosisteme razlikuje po posameznih hidroelektrarnah.

Pri drugem cilju sem opredelila vpliv naravnogeografskih dejavnikov za izkoriš anje vodne energije. Posebej sem izpostavila potrebne hidrografske dejavnike za izkoriš anje vodne energije. Ugotovila sem, da je Slovenija v primerjavi z drugimi državami sveta nadpovpre no vodnata. Mali vodotoki predstavljajo 14 % vodnega potenciala Slovenije, pri emer je potencial za gradnjo malih hidroelektrarn (MHE) izkoriš en le 27-odstotno. MHE se v Sloveniji nahajajo na manjših vodotokih, na katerih izkoriš ajo njihovo vodno mo . Ugotovila sem, da so najprimernejše reke, ki se nahajajo na obmo ju alpskega in predalpskega dela Slovenije, kjer je ve padavin in kjer imajo reke zaradi razgibanega reliefa ugoden padec. Ugodni pogoji so tudi poleti, ko ni veliko padavin. Zaradi nadmorske višine je temperatura vode nižja in posledí no je zaradi tega manjše izhlapevanje, tako da je vodna gladina v reki skorajda konstanta. Neprimerni pa so pritoki, ki ob mo nih padavinah dobijo hudourniški zna aj in se jim pogosto ob poletni suši vodna gladina zniža pod optimalni minimum, zaradi esar MHE ne more obratovati.

V zadnjem cilju sem se osredoto ila na pomen MHE ter vplive MHE na okolje. Izraba vodne energije za proizvodnjo elektrike v MHE predstavlja u inkovit in stalen vir energije. Vendar pa obstajajo nekateri negativni vplivi, ki jih je potrebno upoštevati pred izgradnjo MHE. Bistveno je, da razumemo potencialne energetske koristi, kot tudi omejitve hidro tehnologije. Ugotovila sem, da je vpliv MHE na okolje odvisen od tipa in na ina izgradnje MHE, dolžine in koli ine odvzema vode iz vodotoka in zagotavljanja ekološko sprejemljivega pretoka. Zaježitev vodotoka ve inoma dokon no prekine migracijske poti, ki so pomembne za reprodukcijo in za preživetje ribjih populacij. Gradnjo MHE moramo izvesti tako, da se upoštevajo vse možne tehni ne rešitve s ciljem, da ima poseg im manjši vpliv na okolje.

Diplomska naloga je zaklju ena s prakti nim delom, kjer sem opisala tri konkretne primere MHE v Sloveniji. Terenski ogled je bil opravljen na obmo ju Koroške, in sicer zajema MHE Topla ( rna na Koroškem) in dve MHE na Strojnski reki (Ravne na Koroškem). Na podlagi ogleda terena sem naredila analizo okoljskih vplivov posameznih MHE in jih primerjala med seboj. Ugotovila sem, da je v primerih zaježitve prišlo, zaradi odvzema vode, do spremembe v vodnem in obvodnem ekosistemu. Pred zaježitvijo se je tok vode upo asnil, v strugi je bilo opaziti nanose proda in mulja. Na odseku odvzema vode se je zmanjšal pretok vode in omo enost struge. S tem je bila spremenjena hidromorfologija vodotoka.

## SUMMARY

In the beginning of the diploma thesis I presented the problematic of renewable energy sources in electrical energy production, with accent on hydropower as one of most important forms of renewable energy sources in the 21<sup>st</sup> century. In the last decade Slovenia has obliged to increase renewable energy sources in final energy use from 16% to 25% by the year 2020. European Union energetics policy namely requires the maximizing of electrical energy production from renewable energy sources. Most countries must, in addition of other sources, also increase hydropower production. Many Slovenian rivers are already used for energy production, however, there is still a lot of hydropower potential in smaller watercourses.

The aim of this diploma thesis was to determine the place of water energy among renewable energy sources, based on an analysis of sources and statistical data, because that was the only way to get the answer on the importance of water energy amongst renewable energy sources. I have established that waterpower is the main source of electricity production from renewable energy sources in many countries of the European Union: across the continent hydropower presents more than two-thirds of the energy produced from renewable energy sources. Although hydropower is a renewable source of energy, the effects of individual hydroelectric power plants are not always the same. Their impact on environment and aquatic ecosystems varies from individual hydroelectric power plant.

In my second aim, I defined the impact of natural geographic factors for the exploitation of hydropower. I explicitly exposed necessary hydrographic factors for the hydropower exploitation. I discovered that, in comparison with other countries of the world, Slovenia's water richness is above average. Small watercourses represent 14% of the Slovenian water potentials, where the potential for the construction of the SPP is exploited in only 27 percent. Small hydropower plants (SHP) in Slovenia are located on smaller watercourses, where their water power is exploited. I established that most suitable rivers are located in the Alpine and sub-Alpine part of Slovenia, where there is more rainfall and where the rivers have favorable fall due to undulating terrain. Conditions are favorable also in summer, when there is not much precipitation. Because of the altitude, the temperature of the water is lower and, consequently, the evaporation is smaller, so that the water level in the river is almost constant. Unfit are tributaries, which, during strong precipitations, get torrential character and often during summer drought have their level below the optimal minimum, which makes SHP unable to operate.

In the last aim I have focused on the importance of SHP and the effects of SHP on the environment. The utilization of water power for the production of electricity in a SHP represents an effective and constant source of energy. However, there are some negative impacts that need to be considered before the construction of SHP. It is essential to understand the potential energy benefits, as well as the limitations of the hydro technology. I found out that the impact of SHP on the environment depends on the type and the method of construction of SHP, the length and quantity of the water taken off the watercourse and assurance of ecologically acceptable flow. Impoundment of watercourse mostly finally interrupts migration routes, which are important for reproduction and for the survival of fish populations. The construction of SHP must be carried out to take into account all possible technical solutions, with the aim, the intervention has as small influence on environment as possible.

Thesis is completed with practical work, where I describe the three concrete examples of SHP in Slovenia. Field visit was carried out in Koroška region, and covers SHP Topla ( rna na Koroškem) and two SHP on Strojnska reka (Ravne na Koroškem). After seeing the terrain I made an analysis of the environmental impacts of individual SHP and compared them with

each other. I discovered that in cases of damming, it came to changes in the aquatic and waterside ecosystem, due to the removal of water. Before the damming occurred, the water flow has slowed down and deposits of gravel and silt have been observed in the riverbed. In the section of water abstraction, the water flow and the riverbed dampness has decreased. This led to changes in the watercourse hydro - morphology.

## 8 LITERATURA IN VIRI

1. Breg, S. (2009). *Energija vode od konvencionalnih do alternativnih virov*. Maribor. Univerza v Mariboru. Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
2. Focus društvo za sonaraven razvoj. 2005. *Obnovljivi viri energije*. Priro. nik.
3. Haley, MA. 2009. *The impact of stream support on the hydrology and Makrofiti of the upper Bristol Avon*. Bioscience Horizons 2, 1: str. 44–54.
4. Jackson, D., Marmulla, G. 2000. *The Influence of Dams on River Fisheries*. In *Dams, fish and fisheries – opportunities, challenges and conflict resolution*. Marmulla G. (ed). FAO Fisheries technical paper: str. 1–45.
5. Jakin, U. 2010. *Vpliv ekološko sprejemljivega pretoka na poslovanje mHE*. Univerza v Ljubljani, FGG.
6. Jerkovi, B. 1996. *Male hidroelektrarne*. Maribor: Javno podjetje EGS, Razvoj in inženiring.
7. Kolman, G. et al. 2010. *Ribji prehodi na hidroenergetskih pregradah v Sloveniji*. Varstvo narave, št. 24/2010, str. 85–96.
8. *Male hidroelektrarne – obetavna tehnologija prihodnosti za isto in trajnostno pridobivanje energije*. 2011. Bruselj: EREC.
9. Maruši, I. 2004. *Vklju evanje varstva v sistem prostorskega planiranja ter na rtovanje prostorskega razvoja v obmo jih varstva naravnih vrednot in kulturne dediš ine*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta.
10. Maruši, J. 1999. *Male vodne elektrarne – dobrobit ali nesre a za slovensko okolje*. Male vodne elektrarne kot prostorsko ureditveni in naravovarstveni problem v slovenskem prostoru. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehni na fakulteta.
11. McCartney, MP., Sullivan, C., Acreman, MC. 2001. *Ecosystem Impacts of Large Dams, Background Paper No. 2*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources and the United Nations Environmental Programme: 82 str.
12. Mesner, U. 2010. *Male hidroelektrarne*. Raziskovalna naloga. Šolski center Celje.
13. Oreši, T. (2008). *Nove investicije – pogoj za konkuren nost in zanesljivo oskrbo*. Energetska konferenca 008 (str. 6–9). Maribor, Energetika.net.
14. Peroci, P. et al. 2009. *Ocena vpliva odvzema vode iz vodotoka Oplotnica na hidromorfološke in fizikalno-kemijske dejavnike ter na združbo perifitona*. Ljubljana: ZOTKS Gibanje znanost mladini, Natura Sloveniae 11(1): 5–23.
15. Povž, M. et al. 2005. *Ribje steze kot naravovarstveni ukrep za ohranjanje biodiverzije v reki Sava – Slovenija*. V: Kryžanovski, A. (ur.). *7. posvetovanje SLOCOLD, Tehni na in okoljska problematika gradnje verige HE na spodnji Savi – zbornik prispevkov*. Sevnica: SLOCOLD.
16. Planinšek, G. 2011. *Mala hidroelektrarna Smuk*. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani. FGG.
17. Pušnik, M. 2010. *Ocena vplivov malih hidroelektrarn na okolje z uporabo ve kriterijske analize*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, FGG.
18. Schmutz, S. 2001: *Die Streifen befischungsmethode: Eine Methode zur Quantifizierung von Fischbeständen mittelgroßer Fließgewässer*. Österreichs Fischerei št. 54, str. 14–27.
19. Rener, D., Žebeljan, D., 2009: *Vodna energija kot strateška prednost Slovenije*. Renewable Energy Sources (RES) in Slovenia. Zelena Slovenija.
20. Sedej, A. et al. 2005. *Napoved kvalitativnih sprememb v akumulacijah hidroelektrarn na spodnji Savi*. V: Kryžanovski, A. (ur.). *7. posvetovanje SLOCOLD, Tehni na in okoljska problematika gradnje verige HE na spodnji Savi – zbornik prispevkov*. Sevnica: SLOCOLD.
21. Simi, M. 1999. *Izkušnje službe za varstvo naravne dediš ine pri graditvi malih vodnih elektrarn*, Male vodne elektrarne kot prostorsko ureditveni in naravovarstveni

- problem v slovenskem prostoru. Univerza v Ljubljani. Biotehni na fakulteta, Ljubljana, str. 73–84.
22. Smolar-Žvanut, N. 2005. Vpliv zajezitev in odvzemov vode iz vodotokov na vodni ekosistem. V: Kryžanovski, A. (ur.). *7. posvetovanje SLOCOLD, Tehni na in okoljska problematika gradnje verige HE na spodnji Savi – zbornik prispevkov*. Sevnica: SLOCOLD.
  23. Smolar-Žvanut, N. Odvzemi vode iz vodotokov = Water abstraction from watercourses. V: RAZINGER, Jaka (ur.). *Ekoremediacije: sredstvo za doseganje okoljskih ciljev in trajnostnega razvoja Slovenije: zbornik*. Ljubljana: KATR, 2008, str. 181–197.
  24. Smolar-Žvanut, N., Krivograd-Klemen i , A., MIKOŠ, M. The influence of small hydropower plants on watercourses – experiences from Slovenia. V: *Hidroenergija 2008: on the crossroads: conference programme, june 11–13, Bled, Slovenia*. Bled: Zveza društev MHE Slovenije: European Small Hydropower Association (ESHA), 2008, str. 1–8, ilustr.
  25. Smolar-Žvanut, N. et al. 2004. *Ohranjanje vodnih habitatov na iztokih iz akumulacij*. Kon no poro ilo. Ljubljana: MŠZŠ.
  26. Smolar-Žvanut N., Burja D. 2007: *Pregled študij dolo itve ekološko sprejemljivega pretoka Qes*, Ljubljana, IzVRS.
  27. Smolar-Žvanut, N., Krivograd-Klemen i , A. 2011. *Sprememba sestave fitobentosa po odvzemu vode za hidroelektrarne na Kokri in Selški Sori v slovenskih Alpah*. NATURA SLOVENIAE 13 (1): 5–23.
  28. Stoji , Z., (1999). *Presoja vplivov na okolje za posege v vodno okolje in za male vodne elektrarne*. Male vodne elektrarne kot prostorsko ureditveni in naravovarstveni problem v slovenskem prostoru. Univerza v Ljubljani. Biotehni na fakulteta, Ljubljana, str. 107–116.
  29. Šeme, J. 1992. *Problematika gradnje MHE na hudournikih*. Sonaravno urejanje vodotokov in krajine, str. 118–121.
  30. Šmit, M., Jerot, A. 2007. *Male hidroelektrarne*. Šolski center Celje. Raziskovalna naloga.
  31. Šolc, U. et. al. 2012. *Okoljski vidiki in usmeritve za ustrezno revitalizacijo mlinov na belokranjskih vodotokih in umestitev malih hidroelektrarn*. Ekologija, št. 3/2012, str. 66–75.
  32. Šolc, L. 1983. *Zgradimo majhno hidroelektrarno*. Zveza organizacij za tehni no kulturo Slovenije. Inštitut za turbinske stroje. Ljubljana.
  33. Tacer, T. et al. 2005. *Okoljska problematika in možne tehni ne rešitve pri izgradnji malih hidroelektrarn na stari strugi reke Drave*. 7. konferenca slovenskih elektroenergetikov. Velenje: Cigre.
  34. Tuma, M. 2008. *Energetski sistemi*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, FS.
  35. Urban Ber i , O. 2005. Invertizcija habitatnih tipov ob reki Savi za potrebe izgradnje HE na spodnji Savi. V: Kryžanovski, A. (ur.). *7. posvetovanje SLOCOLD, Tehni na in okoljska problematika gradnje verige HE na spodnji Savi – zbornik prispevkov*. Sevnica: SLOCOLD.
  36. Vogrin i , M. 2010. *Strategija izvedbe fotonapetostnega sistema na javnem objektu*. Univerza v Mariboru. Gospodarsko inženirstvo.
  37. Vorši , A., Orgulan, A. 1996. *Pretvarjanje v elektri no energijo*. Maribor: Univerza v Mariboru, FERI.
  38. Vorši , J. 2009. *rpalne hidroelektrarne*. Laboratorij za energetiko. Univerza v Mariboru. FERI.
  39. Zamuda, B., 2011. *Gradnja malih hidroelektrarn na naravovarstvenih obmo jih*. Univerza v Mariboru. FERI.
  40. Zavod za ribištvo Slovenije. 2011. *Comparison of Slovenian environmentally acceptable flow determination methodology with other EU member states methodologies*. See HydroPower clear water clean energy. University of Ljubljana.

Pravni viri:

41. *Direktiva evropskega parlamenta in sveta o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov*, št. 2008/0016. Bruselj: Komisija evropskih skupnosti.
42. *Energetski zakon*, uradno prečiščeno besedilo, EZ-UPB1, Uradni list RS, št. 26/2005, 13. 8. 2012.
43. European Commission, 2000. *New Solutions in Energy Supply*. Small hydroelectric plants. Guide to the Environmental Approach and Assessment.
44. *Splošne smernice za uporabo malih hidroelektrarn v alpskih regijah*. Platforma za upravljanje voda v Alpah. Innsbruck: Stalni sekretariat Alpske konvencije.
45. *Statistični letopis energetskega gospodarstva republike Slovenije 1998*. Ljubljana: Ministrstvo za gospodarske dejavnosti.
46. *Uredba o kriterijih za določitev ter na njej spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka*. Uradni list RS št. 97/2009.
47. *Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000)*. Uradni list Republike Slovenije št. 49/2004.
48. *Ustava Republike Slovenije*. Uradni list RS, št. 33/1991.
49. *Zakon o energetskega gospodarstvu*, UR. I. SRS 33/81, str. 2001. 12. len.
50. *Zakon o graditvi objektov (ZGO-1)*, Ur. I. RS, št. 110/2002.
51. *Zakon o ohranjanju narave – UPB2* (uradno prečiščeno besedilo). 2004. Uradni list RS, št. 96/2004.
52. *Zakon o ratifikaciji konvencije o varstvu Alp*. Uradni list št. 19/1995 – Mednarodne pogodbe.
53. *Zakon o sladkovodnem ribištvu*. Uradni list RS, št. 61/2006. Ribiški kataster.
54. *Zakon o urejanju prostora*. Uradni list RS, št. 110/2002.
55. *Zakon o varstvu okolja*, 2004. Uradni list RS, št. 41/2004.
56. *Zakon o vodah (ZV-1)*. 2002. Uradni list Republike Slovenije, št. 67, 15. 12. 2009.

Spletni viri:

57. ARSO, Agencija Republike Slovenije za Okolje. Dostopno na: <http://www.arso.gov.si> (12. 8. 2012).
58. ApE – Agencija za prestrukturiranje energije d. o. o. Dostopno na: [http://194.249.18.202/slojoomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=103&Itemid=96](http://194.249.18.202/slojoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=103&Itemid=96).
59. AURE. Agencija za učinkovito rabo energije RS. 2012.
60. CIPRA. 2002. Vodna energija kot ekološka znamka – poročilo. Dostopno na: <http://www.cipra.org/sl/alpmedia/publikacije/161/> (12. 8. 2012).
61. CH2OICE. 2011. Certification for HydrO: Improving Clean Energy. Dostopno na: <http://www.ch2oice.eu/> (30. 8. 2012).
62. Adež, J., 2004. *Problematika umesčenja malih hidroelektrarn v prostor*. Gorenjske elektrarne. Dostopno na: <http://www.gorenjske-elektrarne.si/lzobrazevanje/Strokovni-clanki/Problematika-umescanja-malih-hidroelektrarn-v-prostor> (12. 8. 2012).
63. *Energetska agencija za Podravje*. 2012. Dostopno na: <http://www.energap.si/> (12. 8. 2012).
64. *Energija vode*. 2012. Dostopno na: <http://www.energap.si> (12. 8. 2012).
65. ERTC, Ekoremediacijski tehnološki center. 2012. Dostopno na: [http://www.ertc.si/index.php?option=com\\_content&task=view&id=25&Itemid=44](http://www.ertc.si/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=44) (27. 8. 2012).
66. *European Commission. Environment Directorate*. Dostopno na: <http://ec.europa.eu/environment/eia/full-legal-text/85337.htm> (12. 8. 2012).
67. Gospodjina ki, M. 2003. *Okoljski in energetski pomen malih hidroelektrarn*. Dostopno na: [http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/sem\\_2003-10-03/marko\\_g.pdf](http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/sem_2003-10-03/marko_g.pdf) (30. 8. 2012).
68. HSE. 2012. HSE in OVE v Sloveniji. Dostopno na: <http://www.hse.si/si/files/default/ostale-datoteke/hse-in-ove-v-sloveniji-marec-2011.pdf> (30. 8. 2012).

69. Inštitut za vode Republike Slovenije. 2006. Dostopno na: [http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/vodna\\_direktiva.pdf](http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/vodna_direktiva.pdf).
70. Jereb, Z., *Hidroenergija. 2008. Male hidroelektrarne bodo v prihodnje pomemben energetska steber EU*. Dostopno na: [http://www.zdmhe.si/files/Energetika\\_net\\_Konferenca\\_HE08\\_13\\_06\\_08.pdf](http://www.zdmhe.si/files/Energetika_net_Konferenca_HE08_13_06_08.pdf) (30. 8. 2012).
71. *Lokalna energetska agentura Spodnje Podravje*. 2012. Dostopno na: <http://www.lea-ptuj.si/> (12. 8. 2012).
72. *Nacionalni program varstva okolja*. Dostopno na: [http://www.arso.gov.si/poro~cila/nacionalni\\_program\\_varstva\\_okolja/npvo.pdf](http://www.arso.gov.si/poro~cila/nacionalni_program_varstva_okolja/npvo.pdf) (12. 8. 2012).
73. Papler, D. 2005. *Kvalificirane hidroelektrarne z vidika doseganja 20 % deleža proizvodnje obnovljivih virov energije do leta 2020? – 1. del*. Dostopno na: <http://www.gorenjske-elektrarne.si/Izobrazevanje/Strokovni-clanki/Kvalificirane-hidroelektrarne-z-vidika-doseganja-20-deleza-proizvodnje-obnovljivih-virov-energije-do-leta-2020-1-del>.
74. SEE HydroPower: *Comparative analysis of methodologies for the implementation of environmental flows (EF), according to the WFD. Work package 4 – Preserving water bodies ecosystem*. Final version, Date 7. 11. 2011.
75. *Sektor za aktivnosti u inkovite rabe in obnovljivih virov energije Direktorata za energijo Ministrstva za gospodarstvo*. 2012. Dostopno na: <http://www.aure.si> (12. 8. 2012).
76. *Small hydropower barometer*. 2006. Dostopno na: [http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat\\_baro/observ/baro174.pdf](http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro174.pdf) (1. 9. 2012).
77. Smolar-Žvanut, N., Mikoš, M., Breznik., (2005). *Vplivi zaježitve na reki Bistrici na vodni ekosistem*, str. 99–115. Dostopno na: <ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/acta/a39ns.pdf>, 5. 10. 2012.
78. *Statisti ni urad RS*. 2012. Dostopno na: <http://www.stat.si/> (12. 8. 2012).