

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Vodarstvo in  
komunalno inženirstvo

Kandidat:

**Gregor Kolman**

# **Določitveni test MPVT za vodno telo Sava Mavčiče - Medvode**

**Diplomska naloga št.: 81**

**Mentor:**  
prof. dr. Matjaž Mikoš

**Somentor:**  
asist. dr. Aleš Bizjak

Ljubljana, 31. 5. 2007

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **Gregor Kolman** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
» **Določitveni test MPVT za vodno telo Sava Mavčiče – Medvode** «.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,  
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 31 maj 2007

---

### STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

**BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>504.4+627.1+627.8(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Gregor Kolman</b>
<b>Mentor:</b>	<b>prof. dr. Matjaž Mikoš</b>
<b>Somentor:</b>	<b>asist. dr. Aleš Bizjak</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Določitveni test MPVT za vodno telo Sava Mavčiče - Medvode</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>107 str., 27 pregl., 6 graf., 11 slik, 9 shem, 4 foto.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>vodna direktiva, močno preoblikovano vodno telo, dober ekološki potencial, hidromorfološki proces, omilitveni ukrep</b>

**Izveček**

V diplomski nalogi je predstavljen določitveni test za močno preoblikovana vodna telesa (MPVT), ki je bil izveden na vodnem telesu površinskih voda (VTPV) Sava Mavčiče – Medvode SI1VT170. Pri prvi določitvi VTPV v Sloveniji je bilo izmed 22 kMPVT kar 11 primerov (50%) rabe vode za potrebe pridobivanja električne energije, kar je tudi največji delež. V prvem delu diplomske naloge je predstavljen teoretični del določitvenega testa z upoštevanjem smernic, ki jih navaja Direktiva 2000/60/ES (vodna direktiva). Na kMPVT Sava Mavčiče – Medvode so bili analizirani, nekateri izmed hidromorfoloških procesov, kateri vplivajo na doseganje okoljskih ciljev. Ugotovljeno je bilo, da ne obstajajo enotni hidromorfološki kriteriji, na osnovi katerih bi kandidate za močno preoblikovana vodna telesa (kMPVT) z določitvenim testom uvrstili v MPVT. V drugem delu diplomske naloge so analizirani hidromorfološki procesi: zaprojevanje in zamuljevanje akumulacije HE Mavčiče in HE Medvode, transport materiala na vodomerni postaji Sava Šentjakob ter tlorisni potek struge Save pred izgradnjo HE Mavčiče in HE Medvode. Glede na današnje stanje so iz generičnega seznama omilitvenih ukrepov izbrani tisti, s katerimi bi lahko izboljšali ekološko stanje vodnega telesa ter s tem na takšnih vodnih telesih predvidoma dosegli DEP, ko bo določen.

## **BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDK:** 504.4+627.1+627.8(043.2)  
**Author:** Gregor Kolman  
**Supervisor:** prof. dr. Matjaž Mikoš  
**Co-supervisor:** asist. dr. Aleš Bizjak  
**Title:** Designation test HMWB for the water body Sava Mavčiče - Medvode  
**Notes:** 107 p., 27 tab., 6 graphs, 11 fig., 9 schemes, 4 photo.  
**Key words:** Water Frame Directive, heavily modified water body, good ecological potential, hydromorphological process, mitigation measures

### **Abstract**

The paper describes the designation test for heavily modified water bodies (HMWB), performed on a surface water body (WB) Sava Mavčiče – Medvode SI1VT170. In the first water bodies delineation in Slovenia 11 out of 22 candidates for HMWB (50%) were due to the hydromorphological alterations needed for electrical energy production. Thus they represent the highest portion of provisionally identified HMWB. The first part presents the theoretical aspect of the designation test with respect to the guidelines of the Directive 2000/60/EC (Water Frame Directive). The hydromorphological processes influencing achieving ecological goals were analyzed on the provisionally identified HMWB Sava Mavčiče – Medvode. It has been determined that there is no unified hydromorphological criteria, based on which the provisional identified HMWB could be designated as HMWB. The second part of the paper analyses the following hydromorphological processes: gravel load and silting-up process of hydroelectric power plants Mavčiče and Medvode, the transport of material on the water level measurement station Sava Šentjakob, and the channel form of the Sava River bed before hydroelectric power plants Mavčiče and Medvode were built. Based on the current state, the mitigation measures, selected from the generic list, comprise such combination that would improve the ecological state of the water body, resulting good ecological potential (GEP).

## **ZAHVALA**

Vsem in vsakemu posebej pristrčno hvala za strokovno pomoč, sodelovanje in vzpodbude. Mentorju prof. dr. Matjažu Mikošu za usmerjanje in pomoč pri izdelavi diplomske naloge, somentorju asist. dr. Alešu Bizjaku za usmerjanje od vsega začetka, dr. Meti Povž za strokovno pomoč in podatke, slavistki Mileni Dimec za jezikovni pregled, Inštitutu za vode Republike Slovenije, da mi je omogočil raziskavo, Agenciji Republike Slovenije za okolje za posredovanje podatkov, vsem kolegom v službi ter Tini in družini, ki so mi stali ob strani.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
2	DOLOČITEV VODNIH TELES .....	3
2.1	Uvod .....	3
2.2	Kriterij za določitev vodnih teles.....	3
2.3	Pravila o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda v Sloveniji.....	9
2.4	Pregled stanja v Sloveniji .....	11
3	DOLOČITEV MPVT .....	13
3.1	Določitveni test za MPVT in UVT.....	13
3.2	Začasna določitev vodnih teles kot močno preoblikovana.....	16
3.3	Določitev MPVT .....	19
4	KAKOVOSTNI ELEMENTI ZA OCENO EKOLOŠKEGA STANJA IN POTENCIALA .....	31
4.1	Vpliv specifičnih rab, fizičnih sprememb in drugih vplivov na biološke kakovostne elemente.....	31
4.2	Vpliv specifičnih rab, fizičnih sprememb in drugih vplivov na fizikalno-kemične kakovostne elemente.....	33
4.3	Hidromorfološki kakovostni elementi.....	35
5	OKOLJSKI CILJI ZA MOČNO PREOBLIKOVANA VODNA TELESNA .....	38
5.1	Maksimalni ekološki potencial.....	38
5.2	Dober ekološki potencial .....	39
5.3	Alternativna metodologija določevanja DEP za MPVT in UVT .....	41
5.4	Splošen pristop določanja ukrepov .....	43
6	HIDROENERGETSKA RABA, FIZIČNE SPREMEMBE IN VPLIVI NA HIDROMORFOLOGIJO .....	47
6.1	Uvod .....	47
6.2	Metode za opis specifičnih rab in fizičnih sprememb .....	49
6.3	Metode za oceno vplivov na hidromorfologijo .....	49
6.4	Okoljska ocena vplivov .....	52
7	VPLIVI HIDROENERGETSKE PREGRADE .....	54
7.1	Gorvodni vplivi pregrade.....	55
7.2	Dolvodni vplivi pregrade.....	58
8	TESTNI PRIMER: VODNO TELO kMPVT SAVA MAVČIČE – MEDVODE (SI1VT170).....	62
8.1	Opis vodnega telesa .....	62
8.2	Analiza pomembnosti antropogenih hidromorfoloških sprememb .....	80
8.3	Presoja možnosti, da vodno telo ne bo doseglo okoljskega cilja DES zaradi HM sprememb .....	93
8.4	Znatna spremenjenost značilnosti vodnega telesa.....	94
8.5	Presoja vplivov obnovitvenih ukrepov na posebno rabo ali širše okolje .....	94
8.6	Pregled in presoja drugih načinov koristnih ciljev .....	96
9	SKLEP .....	97

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Seznam UVT v Sloveniji .....	11
Preglednica 2: Seznam kMPVT v Sloveniji .....	11
Preglednica 3: Obnovitveni ukrepi za hidroenergetsko rabo .....	23
Preglednica 4: Biološki elementi kakovosti .....	31
Preglednica 5: Fizikalno-kemični elementi kakovosti .....	33
Preglednica 6: Hidromorfološki elementi kakovosti .....	35
Preglednica 7: Razvrstitev v razrede po ekološkem potencialu .....	39
Preglednica 8: Definicije za maksimalni, dober in zmeren ekološki potencial .....	40
Preglednica 9: Generični seznam potencialnih omilitvenih ukrepov .....	46
Preglednica 10: Hidroenergija kot specifična raba ter posledične fizične in hidromorfološke spremembe .....	51
Preglednica 11: Okoljska ocena vplivov pregrad in jezov .....	52
Preglednica 12: Značilnosti primerno in neprimerno zasnovane pregrade iz stališča ekosistema .....	61
Preglednica 13: Hidromorfološka ohranjenost vodotoka .....	66
Preglednica 14: Bioregija in tip vodotoka .....	66
Preglednica 15: Tehnični podatki hidroelektrarne Mavčiče .....	75
Preglednica 16: Operativni podatki .....	75
Preglednica 17: Turbini, generatorja in blokovna transformatorja .....	76
Preglednica 18: Tehnični podatki hidroelektrarne Medvode .....	76
Preglednica 19: Operativni podatki .....	77
Preglednica 20: Turbini, generatorja in blokovna transformatorja .....	77
Preglednica 21: Transformatorji .....	77
Preglednica 22: Podatki o Zbiljskem jezeru .....	81
Preglednica 23: Površine profilov na odseku Huje – HE Mavčiče .....	84
Preglednica 24: Volumni med profili na odseku Huje – HE Mavčiče .....	87
Preglednica 25: Površine profilov na odseku HE Mavčiče – HE Medvode .....	89
Preglednica 26: Volumni med profili na odseku HE Mavčiče – HE Medvode .....	92
Preglednica 27: Seznam možnih ukrepov za kMPVT Sava Mavčiče - Medvode .....	95



## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Pokrovnost zaledja v Sloveniji.....	65
Grafikon 2: Transport materiala na vodomerni postaji Sava Šentjakob.....	69
Grafikon 3: Površine profilov na odseku Huje – HE Mavčiče.....	86
Grafikon 4: Volumni med profili na odseku Huje – HE Mavčiče .....	88
Grafikon 5: Površine profilov na odseku HE Mavčiče – HE Medvode .....	91
Grafikon 6: Sprememba volumna med posameznih profilih na dolvodnem odseku od HE pregrade Mavčiče do HE pregrade Medvode .....	93

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Shematski prikaz razmejitev površinskih vodnih teles.....	9
Slika 2: UVT in KMPVT v prvi določitvi VTPV slovenske hidrografske mreže .....	12
Slika 3: Poletna plastovitost.....	56
Slika 4: Prikaz vodnega telesa .....	66
Slika 5: Primerjava poteka struge reke Save leta 1937 in danes.....	73
Slika 6: Prerez pretočnega polja.....	76
Slika 7: Prerez strojnice .....	76
Slika 8: Prerez pretočnega polja.....	78
Slika 9: Prerez strojnice .....	78
Slika 10: Prikaz prečnih profilov od HE Mavčiče do kraja Huje .....	85
Slika 11: Prikaz prečnih profilov od HE Medvode do HE Mavčiče.....	90

## KAZALO SHEM

Shema 1: Problem, namen in cilj določitvenega testa .....	2
Shema 2: Proces določitve za MPVT in UVT .....	15
Shema 3: Proces začasne določitve močno preoblikovanih vodnih teles na reki Lahn, Nemčija.....	17
Shema 4: Določitveni test MPVT 4(3)a in 4(3)b .....	21
Shema 5: Vloge bioloških, hidromorfoloških in fizikalno-kemičnih elementov kakovosti v oceni ekološkega potenciala.....	41
Shema 6: Alternativna in CIS metoda definiranja DEP. ....	42
Shema 7: Izbor obnovitvenih ukrepov in načrtovanje ciljev za vodna telesa s hidromorfološkim tveganjem.....	44
Shema 8: Izbor omilitvenih ukrepov in načrtovanje ciljev za MPVT in UVT.....	45
Shema 9: Pregled sprememb in vplivov, povezanih s hidroenergetskimi jezovi skupaj s kasnejšimi biološkimi spremembami .....	48

**KAZALO FOTOGRAFIJ**

Fotografija 1: Sotočje reke Save in Kokre .....	72
Fotografija 2: Vtok reke Save v sotesko .....	72
Fotografija 3: Hidroelektrarna Mavčiče, pogled gorvodno, 2007 .....	79
Fotografija 4: Hidroelektrarna Medvode, pogled gorvodno, 2007 .....	80

## 1 UVOD

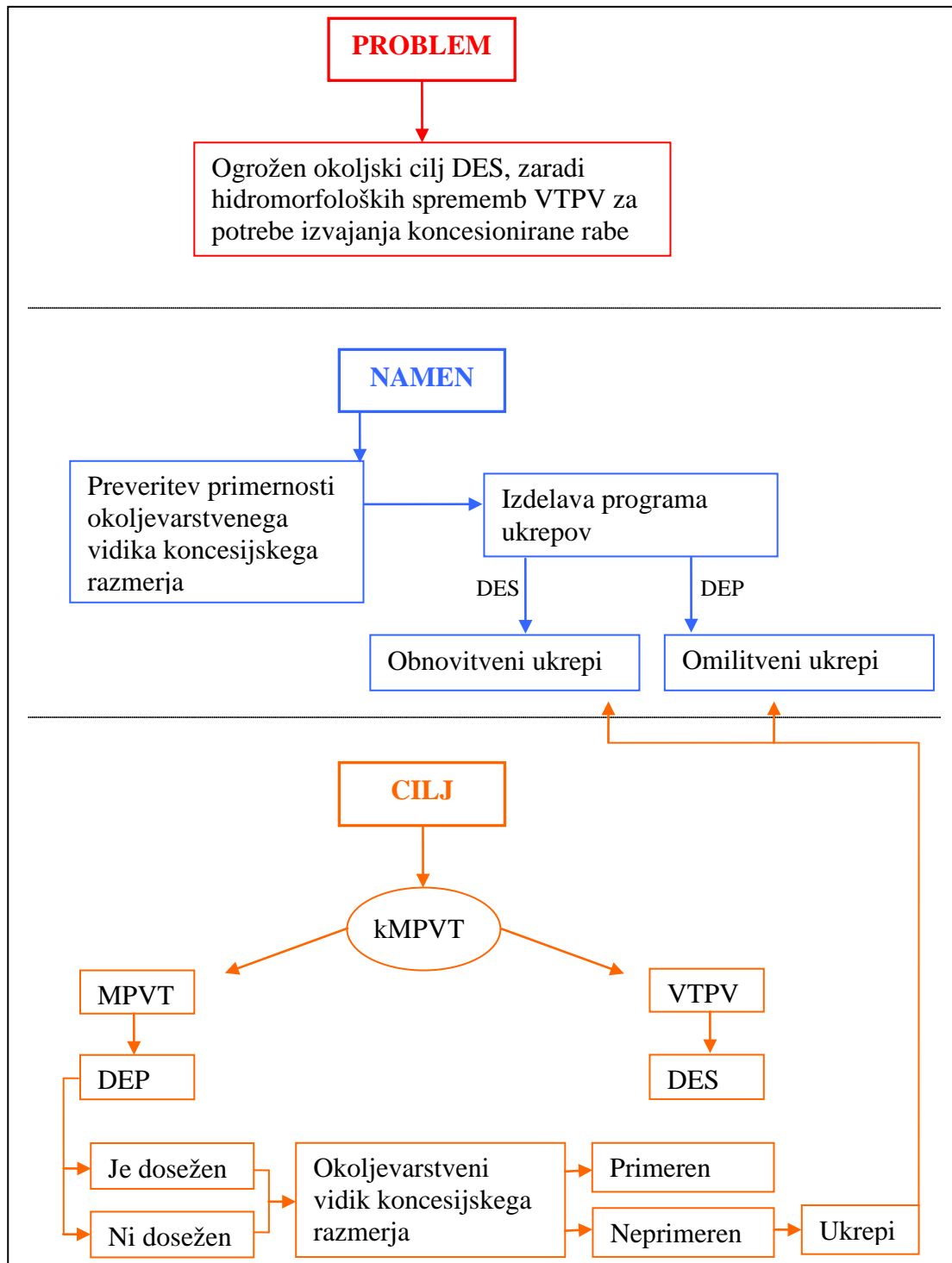
Skladno s členom 4(3) vodna direktiva dovoljuje članicam, da prepoznajo površinska vodna telesa, ki so bila fizično spremenjena posledično zaradi človekovih aktivnosti kot močno preoblikovana vodna telesa (MPVT) pod posebnimi pogoji. Vodna telesa so lahko določena kot močno preoblikovana in dober ekološki potencial (DEP) označen kot okoljski cilj, če posebne rabe na takšnih vodnih telesih (plovba, proizvodnja električne energije, vodooskrba, poplavna zaščita) ali širše okolje značilno vplivajo na obnovitvene ukrepe, potrebne za doseganje DEP in če nobena druga, tehnično izvedljiva, stroškovno učinkovita in boljša okoljska možnost ne obstaja, ki bi ohranila značilnosti preoblikovanega vodnega telesa.

Zaradi posebnih rab smo v Sloveniji določili 22 kandidatov za MPVT (kMPVT). Za te fizične spremembe, ki vplivajo na spremembe hidromorfoloških elementov, še niso bile poglobljeno raziskane. Najpogostejši razlog za določitev kMPVT v Sloveniji je bila prav hidroenergetska raba. V teh primerih so največje hidromorfološke obremenitve za vodotok in procese v njem hidroenergetske pregrade. Vplivi pregrad na naravni ekosistem in biodiverzitetu so ena največjih skrbi pri razvoju visokih pregrad. Pregrade so pomembne predvsem iz nacionalnega vidika. Njihova vloga je pridobivanje električne energije, povzročajo pa večinoma negativne okoljske vplive, ki prizadenejo naravni ekosistem in z njim povezane ljudi. Značilni procesi, ki potekajo v pregrajenem delu vodotoka, so zasipavanje akumulacije s prodom in muljem, spreminjanje struge, brežin, sprememba v gladini podtalnice itd. Takšne in podobne hidromorfološke obremenitve bodo razlog, da VTPV ne bo doseglo DES.

Namen diplomske naloge je na osnovi generičnega seznama vplivov pregrad in jezov z različnimi postopki in orodji raziskati in prikazati spremembe hidromorfoloških kakovostnih elementov, hidrološkega režima, rečne kontinuitete in morfološkega stanja, v območju in dolvodno od testnega primera kMPVT Sava Mavčiče - Medvode. Raziskava se bo osredotočila na spremembe hidromorfoloških elementov: spreminjanje volumna akumulacije in transport proda za pregrado. S pomočjo historične analize so raziskane spremembe poteka struge in površine vodne gladine glede na stanje pred in po izgradnji hidroelektrarne. Za natančnejši pregled stanja bi bile v prihodnosti potrebne še dodatne in poglobljene raziskave na takšnih MPVT, predvsem s hidrološkimi in morfološkimi modeli.

Cilj diplomske naloge je določitveni test na testnem primeru MPVT Sava Mavčiče - Medvode. Na podlagi okoljskih ciljev testnega vodnega telesa in ugotovljenih hidromorfoloških sprememb je potrebno, iz programa obnovitvenih ali omilitvenih ukrepov, izbrati ustrezne.

Shema 1: Problem, namen in cilj določitvenega testa



## **2 DOLOČITEV VODNIH TELES**

### **2.1 Uvod**

Prvi korak, ki bi moral biti narejen pri določitvenem testu za MPVT in UVT, je določitev in opis različnih vodnih teles površinskih voda. Glede na vodno direktivo, je telo površinske vode ločen in značilen element površinske vode, kot npr.: jezero, zadrževalnik, vodotok, reka ali kanal, del vodotoka, del reke ali kanala, somornica in obalne vode. Vse vode morajo biti dodeljene vodnemu telesu.

Površinska vodna telesa znotraj skupnega rečnega povodja bodo določena (ali pa so jih že določili) glede na naravne površinske vodne kategorije (reke, jezera, somornica in obalne vode), umetna vodna telesa in močno preoblikovana vodna telesa. Za vsako površinsko vodno kategorijo je pomembno, da vodno telo znotraj skupnega rečnega povodja razločno delimo glede na tipe, z uporabo tipologije sistema A ali tipologije sistema B.

Vodna telesa tvorijo upravljalne in klasifikacijske enote vodne direktive. Potemtakem je pomembno, da je določitev vodnih teles ponovno izvedena v primernem merilu, saj se s tem omogoči ekološka klasifikacija, ki je dovolj jasna za odražanje sedanjega stanja. Ko sta enkrat določena lokacija in meje vodnega telesa, se določijo okoljski cilji, ki se sklicujejo na celotno vodno telo.

### **2.2 Kriterij za določitev vodnih teles**

Predlagani so štiri kriterije za določitev vodnih teles: tipologija sistema A in B (vodne direktive), hidromorfološke enote, tipično-specifični biološki pogoji in učinkovite upravljalne enote.

- Tipologija sistema A in B (vodne direktive): Direktiva definira dva sistema tipologije (sistem A in sistem B) za reke, jezera, somornico in obalne vode. Površinsko vodno telo ne sme križati mej med tipi površinskih vodnih teles.

- Tipologija sistema A: Tipologija sistema A uvede uporabo ekoregij, višinsko tipologijo, velikostno tipologijo in geologijo kot opisovalca tipologije. V glavnem je bil sistem A opisan v nekaterih primerih kot preveč preprost in ni odražal primernih sorodnih pritiskov z določitvijo MPVT. V mnogih primerih so bili za opis območja uporabljeni parametri tipologije sistema A.
- Tipologija sistema B: Tipologija sistema B nudi alternativni opis za tipe vodnih teles glede na obvezne faktorje (višina, zemljepisna širina in dolžina, geološka podlaga in velikost vodnega telesa) in neobvezne fizične faktorje (npr. globina vode in sestava substrata, oddaljenost od izvira, padec, oblika struge). Tipologija sistema B ni tako pogosto uporabljena kot tipologija A. V primeru Forth Estuary je uporaba neobveznih faktorjev globine, slanosti, substrata in motnosti pripeljala do določitve različnih vodnih teles.

Avtorji primera na Švedskem so predlagali razvoj splošne metode, ki vključuje nekatere obvezne faktorje in nekatere neobvezne faktorje sistema B za primerjavo med fizično spremenjenimi rekami. Izbrani neobvezni faktorji so bili: energija toka, povprečna globina vode, povprečna širina vodotoka, povprečen naklon vodotoka, oblika struge, razmerje odtoka, transport trdnih snovi in povprečna sestava substrata. Razlog za izbiro teh faktorjev je ta, da je v primeru preoblikovanih rek obseg morfoloških sprememb primerljiv stopnji vpliva na ekološko stanje.

- Hidromorfološke enote: Hidromorfološke enote razlagajo glavne fizične poteze npr. ločene pritoke, glavne neprekinjene rečne odseke med velikimi pritoki ali delta formacijami. V večini primerov so bile hidromorfološke enote (večinoma pritoki) upoštevane za določitev različnih vodnih teles.
- Tipično-specifične biološke razmere: Kriterij "tipično-specifične biološke razmere" upošteva oceno stopnje, za katero vodno telo oblikuje trden ekološki tip, v pogojih strukture in funkcije ekosistema. Ta kriterij je osnovan za potrebe vodne direktive, da bi bilo možno definirati tipično-specifične referenčne pogoje. Ta kriterij je bil uporabljen na majhnem številu primerov za določitev vodnih teles, zaradi pogostega pomanjkanja bioloških podatkov ali tipično-specifičnih referenčnih razmer. Vseeno se zdi, da je vreden kriterij, posebno za somornico, jezera in zadrževalnike trofičnega stanja.



- Učinkovite upravljalne enote: Kriterij "učinkovite upravljalne enote" opredeljuje socialno-ekonomsko rabo vode, povzročene pritiske in posledične vplive. Učinkovite upravljalne enote so se pokazale za najbolj pomemben kriterij za določitev različnih vodnih teles. Ločevanje vodnih teles se je pokazalo bolj naravnost usmerjeno, z različnimi fizičnimi spremembami (jezovi, pregrade) kot pa z vplivi zemeljske rabe, odvzemi vode ali plovbe. Številne študije so pokazale, da naj bi bilo zaradi vpliva ene vrste rabe vsako določeno vodno telo ločeno. Nekateri primeri so smatrali upravne meje za ločevanje vodnih teles. V nizozemskem primeru na reki Harmolenbeek je bila ta odločitev na osnovi različnih vodnih politik.
- Drugi kriteriji: Referenčni odseki - na primerih v Angliji je bil uporabljen pristop na osnovi sedanjega znanja in izkušenj. Pristop je določeval ločena vodna telesa glede na obstoječo mrežo referenčnih odsekov, uporabljeno za klasifikacijo kakovosti voda. Odseki kakovosti voda so zelo majhnega merila (približno na vsakih 4 - 6 km dolžine reke). Zgornje merilo je bilo primerno za določitveni test MPVT. To je bilo narejeno na osnovi hidromorfoloških enot in učinkovitih upravljalnih enot. Na primerih je bilo ugotovljeno, da to utegne biti neprimerno v končni izvedbi vodne direktive, zato so bili predlagani drugi pristopi. Razvito naj bi bilo več pristopov vodne direktive - to naj bi bilo na osnovi fizikalno-kemičnih in hidromorfoloških značilnostih reke, preko katerih se dobi informacija o pritisku za pridobitev učinkovitih upravljalnih enot (Kampa in Hansen, 2004).

### 2.2.1 Določitveni kriterij za različne vodne kategorije

Reke - pristopi in rezultati za določitev vodnih teles na rekah se razlikujejo od primera do primera. Spodaj sta opisana dva glavna pristopa:

- Določitev vodnih teles je primarno osnovana na hidromorfoloških in fizičnih značilnostih, ki se ponavadi pokaže v različnih gorvodnih, vmesnih in dolvodnih vodnih telesih. Prav tako se kaže v pritokih kot ločenih vodnih telesih.
- Določitev vodnih teles je v glavnem na osnovi učinkovitih upravljalnih enot. Pomembnost rab, vplivov in infrastrukture se ponavadi pokaže v spremembi oblike (modifikacija).

V primerih plovbe, kmetijstva in mešanih rab je bila določitev vodnih teles na osnovi hidromorfoloških in fizičnih značilnosti. Učinkovite upravljalne enote so bile upoštevane kot drug kriterij za vodna telesa, ki so primarno določena s hidromorfološkim (fizičnim) kriterijem. V večini primerov proizvodnje električne energije ali vodooskrbe je bila določitev vodnih teles na osnovi učinkovitih upravljalnih enot.

Akumulacija, ki je oblikovana za zbiranje vode, npr. s pregrado, naj bi veljala kot eno vodno telo zaradi: (i) vse akumulacije pripadajo istemu rečnemu tipu, (ii) nerazumno bi bilo, da definiramo MEP (maksimalni ekološki potencial) in DEP (dober ekološki potencial) za vsako akumulacijo posebej, (iii) celovit pristop je bolj praktičen, odkar so hidroelektrarne operativno uporabljene kot ena enota.

Jezerca - določitev vodnih teles je bila enako usmerjena v vseh primerih. Vodna direktiva domneva, da je eno jezero določeno kot eno vodno telo.

Obalne vode - narejen je bil en primer obalne vode (Baltiška obala), kjer se ni prepoznalo ločenih vodnih teles. Ugotovljeno je bilo, da študije niso bile primerne za obalne vode. Glavni problem je pomanjkanje naravnih mej, ki je nezadosten podatek za hidromorfološke parametre in fizične motnje v plitvih vodah.

Somornica - na primerih so ugotovili različna vodna telesa glede na fizične faktorje, ekološke enote in glede na pritiske in vplive (Kampa in Hansen, 2004).

### 2.2.2 Rezultati

Reke so ponavadi razdelili v velika vodna telesa. V posameznih primerih so posamezna vodna telesa združili glede na obseg glavne rabe in fizičnih sprememb. Združevanje vodnih teles je uporabljeno za poenostavitev nadaljnjega procesa klasifikacije ekološkega stanja ali določevanja obnovitvenih ukrepov. Pri jezerih je bilo ugotovljeno, da predstavljajo različna vodna telesa.

Ocene vplivov fizičnih sprememb na hidromorfologijo in biologijo, prav tako kot klasifikacija ekološkega stanja, vpliva na merilo. V istem času naj bi vodno telo predstavljalo razumno

upravljalno enoto za namen zaščite voda, planiranje rabe voda in obnovitvenih ukrepov. Najpomembnejši vidiki določevanja vodnih teles so, da poiščemo primerno merilo, pravilno preučimo ekološka načela in sprejemljive upravljalne enote.

Sprva so v primerih raziskovali porast vplivov v okviru celote glede na sledečo merilo:

- dolžina 1 km ali območje večje kot  $1 \text{ km}^2$  za prispevno površino  $< 1000 \text{ km}^2$  in
- dolžina 10 km ali območje večje kot  $10 \text{ km}^2$  za prispevno površino  $> 1000 \text{ km}^2$ .

Reke - v primeru reke Ruhr so uporabili merilo z dolžino 10 km ali območje večje kot  $10 \text{ km}^2$  za prispevno površino večjo kot  $1000 \text{ km}^2$ , ki vodi k temu, da so zajezeni in prosto pretočni odseki vključeni v isto vodno telo. Če bi več kot 50% teh odsekov prepoznali kot MPVT, potem bi najbližje primerljivo naravno vodno telo bilo naravno jezero. V dejanskem prosto pretočnem odseku vodnega telesa bo DEP opisan z združbo (biocenozo) plitvih jezer. Za rešitev takšnega primera je bilo predlagano, da velikost vodnega telesa definira dolžina prevladujočega pritiska. Združiti je potrebno podobne odseke (pod-telesa). Če okoliščine vodnega telesa niso homogene, naj bi bilo to vodno telo razdeljeno na pod-telesa, opisana s homogenostjo pritiskov. Predlagan je bil sledeči proces definiranja homogenosti pod-teles vodotokov:

- Če je prispevna površina  $< 1000 \text{ km}^2$ :  
Če se morfološko spremenjen odsek (npr. zadrževalnik, zbiralno jezero, kanal) razteza več kot 0,1 km, potem je določen kot posamezno pod-telo (maksimalna dolžina = 1 km), ki se začneja z zgornjo mejo morfološke spremembe (homogenost pritiskov v pod-telesu).  
Če se morfološko spremenjen odsek (npr. majhno zbiralno jezero, kanal) razteza manj kot 0,1 km, potem je 1 km dolga sekcija določena kot naravno pod-telo.
- Če je prispevna površina  $> 1000 \text{ km}^2$ :  
Če se morfološko spremenjen odsek razteza več kot 1 km, potem je določen kot posamezno pod-telo (maksimalna dolžina = 10 km), ki se začneja z zgornjo mejo morfološke spremembe (homogenost pritiskov v pod-telesu).  
Če se morfološko spremenjen odsek razteza manj kot 1 km, potem je 10 km dolga sekcija določena kot naravno pod-telo.

Na primeru reke Ruhr (D) so prišli do zaključka, da je uporabljeno merilo za določitev vodnih teles ekološko primerno. V splošnem pa je bilo predlagano, da so porečja pod-razdeljena v število ločenih vodnih teles za namen določitve MPVT. S tem zagotovimo strateški pregled znotraj samega porečja.

Glede na merilo za določitev vodnih teles v drugih primerih na rekah lahko zaključimo sledeče:

- Velike in zelo velike reke s prispevno površino  $> 1000 \text{ km}^2$ :  
Dolžina velikih rek, preiskana znotraj primerov MPVT, se razlikuje od 70 km do več kot 1000 km. Dolžina določenih vodnih teles se je raztezala od 10 do 490 km s povprečnimi odseki dolgimi od 40 do 90 km. Število določenih vodnih teles je bilo ponavadi med 3 in 5.
- Majhne in srednje velike reke s prispevno površino  $< 1000 \text{ km}^2$ :  
Dolžina majhnih in srednje velikih rek, preiskana znotraj primerov MPVT, se razlikuje od 27 do 80 km. Minimalna dolžina določenega vodnega telesa je bila 1 km, medtem ko je bila maksimalna dolžina 54 km. Število določenih vodnih teles je bilo med 1 in 5.

Jezera - glede na vodno direktivo je najmanjša velikost za jezera na površinskem območju  $0,5 \text{ km}^2$ .

Obalne vode - na Baltiški obali niso prepoznali posamičnih vodnih teles. Predlagano je bilo merilo  $1 \text{ km na } 1 \text{ km}^2$ , ki je najbolj primerno za določitev vodnih teles za tako visoko spremenljive obalne sisteme.

Somornica - merilo ni igralo vloge v primeru določitve vodnih teles za somornico (Kampa in Hansen, 2004).

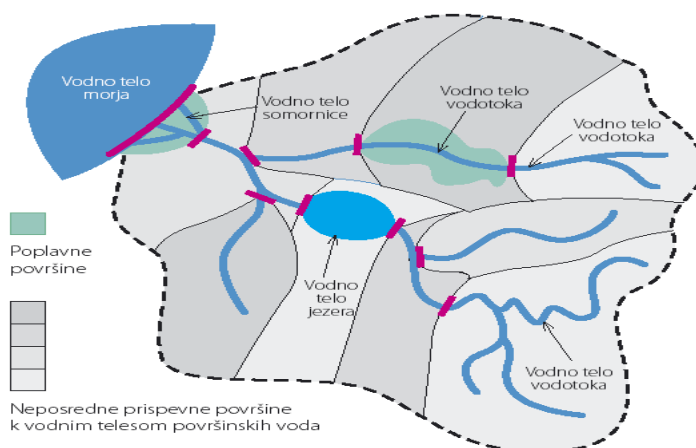
### 2.3 Pravila o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda v Sloveniji

Pravilnik o določitvi vodnih teles površinskih voda določa metodologijo za določanje vodnih teles površinskih voda. Določijo se: (i) vodna telesa površinskih voda, njihova vrsta in razvrstitev v tipe, (ii) umetna vodna telesa in kandidati za močno preoblikovana vodna telesa ter (iii) imena in šifre posameznih vodnih teles površinskih voda. Pravilnik opredeljuje tudi pojma hidroekoregije in sistema B, s katerim se opredeljujejo tipi površinskih voda.

Vodna telesa površinskih voda se določijo na osnovi tipov površinske vode, ki so določeni glede na meje hidroekoregij za celinske vode in ekoregij za morje in somornice ter glede na abiotske deskriptorje. Lahko se določijo tudi na osnovi pomembnih hidromorfoloških sprememb površinske vode ali njenega dela, presihanja, pomembnih antropogenih fizičnih sprememb hidromorfoloških značilnosti površinske vode ali njenega dela in pomembnega različnega stanja površinske vode ali njenega dela.

Samostojna vodna telesa površinskih voda se določijo za:

- vodotoke s prispevno površino, večjo od  $100 \text{ km}^2$ ,
- naravna jezera s površino vodne gladine, večjo od  $0,5 \text{ km}^2$ ,
- morje in somornice,
- umetne kanale, daljše od 3 km in
- vodne zadrževalnike na rekah in umetne ojezeritve s površino gladine, večjo od  $0,5 \text{ km}^2$ .



Slika 1: Shematski prikaz razmejitve površinskih vodnih teles (IzVRS, 2006a)

Tipi vodotokov so opredeljeni z obveznimi deskriptorji sistema B: geološka podlaga in velikost prispevne površine ter deskriptorjem hidroekoregija. Pri opredelitvi hidroekoregij so upoštevani obvezni deskriptorji: nadmorska višina, zemljepisna širina in dolžina. Tipi jezer so opredeljeni z obveznimi deskriptorji sistema B: nadmorska višina, povprečna globina, geološka podlaga, velikost in deskriptorjem hidroekoregija ter izbirnima deskriptorjema: zadrževalni čas in presihanje. Pri opredelitvi hidroekoregij sta upoštevana obvezna deskriptorja: zemljepisna širina in dolžina. Tipi obalnega morja so opredeljeni z obveznimi deskriptorji sistema B in izbirnimi deskriptorji: povprečna globina, hitrost toka, izpostavljenost valovom, značilnosti mešanja, zadrževalni čas in prevladujoča sestava substrata. Tipi somornic so opredeljeni z obveznimi deskriptorji sistema B in izbirnimi deskriptorji: povprečna globina, hitrost toka, izpostavljenost valovom, značilnosti mešanja in prevladujoča sestava substrata.

V Sloveniji so določena 4 umetna vodna telesa, ki so nastala kot posledica fizičnih posegov v okolje, kjer površinska voda predhodno ni obstajala in 22 kandidatov za močno preoblikovana vodna telesa. To so prav tako vodna telesa površinskih voda, ki imajo očitne in bistvene spremenjene hidrološke in morfološke značilnosti glede na naravne razmere. Močno preoblikovanih vodnih teles v Sloveniji še ni določenih, določili pa se bodo po preskusu, ali bi imele spremembe hidromorfoloških značilnosti tega vodnega telesa, ki bi bile potrebne za dobro ekološko stanje, pomembne škodljive učinke na širše okolje, urejanje voda, varstvo pred poplavami, izsuševanje, dejavnosti, povezane z rabo voda ali druge, enako pomembne dejavnosti trajnostnega razvoja.

Vodna telesa so združena v skupno vodno telo, če:

- so stična,
- so iste vrste,
- ležijo v isti hidroekoregiji ali ekoregiji,
- so obremenjena s podobnimi vrstami in jakostmi hidromorfoloških obremenitev,
- imajo podobno kemijsko stanje površinske vode.

Vodna telesa površinskih voda in njihove geografske meje so prikazane v publikacijski karti, ki je sestavni del Pravilnika o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda.

Geografske meje vodnih teles površinskih voda so prikazane v digitalni obliki merila 1: 25.000 v državnem koordinatnem sistemu in se vodijo v vodnem katastru. Opisi posameznih vodnih teles površinskih voda, njihova razvrstitev v tipe in podatki o tipih se vodijo kot atributni del digitalne baze podatkov v vodnem katastru (Uradni list RS, 2005).

## 2.4 Pregled stanja v Sloveniji

Prva določitev vodnih teles VTPV v Sloveniji je opredelila 155 VTPV. Od tega je 146 VTPV na vodotokih, 3 VTPV na jezerih in 6 VTPV na obalnem morju (Uradni list RS, 2005). Od 155 VTPV je bilo 129 VTPV uvrščenih med naravna vodna telesa, 4 VTPV med umetna vodna telesa (UVT) in 22 VTPV med kMPVT.

Največji delež UVT in kMPVT v prvi določitvi VTPV predstavlja prav hidroenergetska raba. Pri prvi določitvi je bilo izmed 22 kMPVT kar 11 primerov (50%) rabe vode za potrebe pridobivanja električne energije, pri 4 UVT pa 2 primera (50%) rabe vode za potrebe pridobivanja električne energije.

Preglednica 1: Seznam UVT v Sloveniji (Uradni list RS, 2005)

<b>N<sub>VTPV</sub></b>	<b>Koda VTPV</b>	<b>Povodje ali porečje</b>	<b>Vodno telo</b>	<b>Ime UVT</b>
31	SI14912VT	Sava	Gruberjev prekop	UVT Gruberjev prekop
39	SI1624VT	Sava	Paka	UVT Velenjsko jezero
90	SI35172VT	Drava	Kanal HE Zlatoličje	UVT Kanal HE Zlatoličje
97	SI378VT	Drava	Kanal HE Formin	UVT Kanal HE Formin

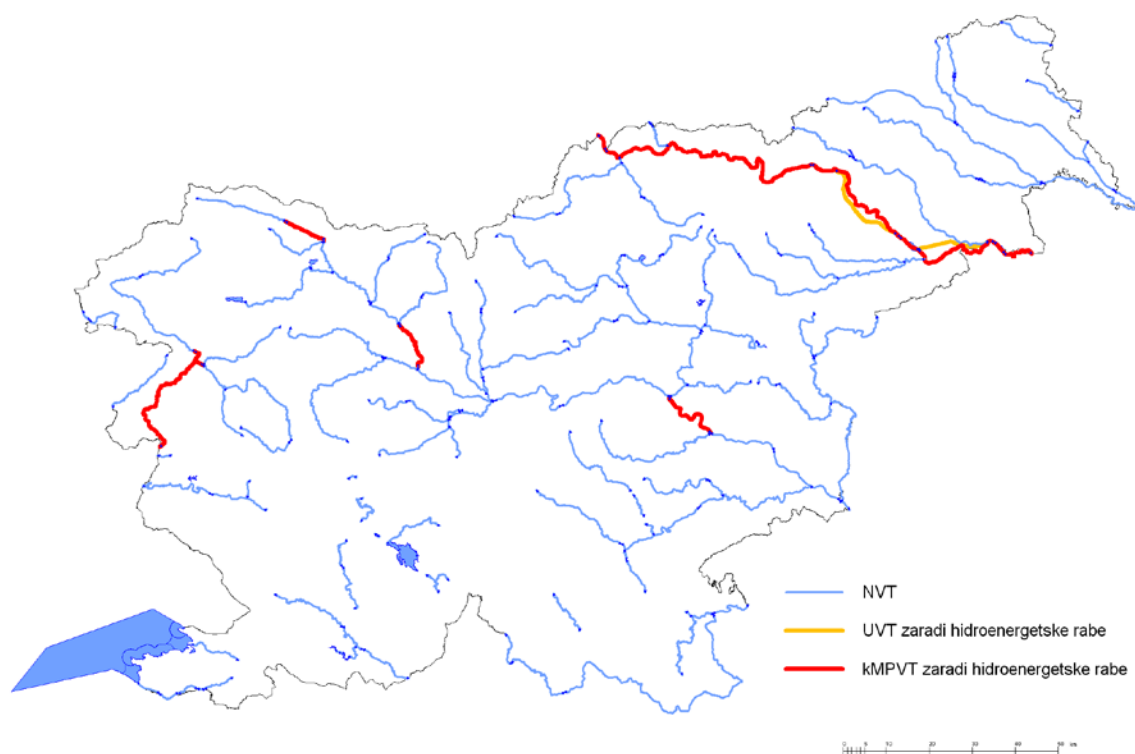
Preglednica 2: Seznam kMPVT v Sloveniji (Uradni list RS, 2005)

<b>N<sub>VTPV</sub></b>	<b>Koda VTPV</b>	<b>Povodje ali porečje</b>	<b>Vodno telo</b>	<b>Ime kMPVT</b>
3	SI111VT7	Sava	Sava Dolinka	kMPVT zadrževalnik HE Moste
33	SI14VT93	Sava	Ljubljana	kMPVT Mestna Ljubljana
42	SI1668VT	Sava	Koprivnica	kMPVT zadrževalnik Šmartinsko jezero
45	SI168VT3	Sava	Ločnica, Drobniški p.	kMPVT zadrževalnik Slivniško jezero
69	SI1VT170	Sava	Sava	kMPVT Sava Mavčiče – Medvode

se nadaljuje...

nadaljevanje...

73	SI1VT713	Sava	Sava	kMPVT Sava Vrhovo – Boštanj
99	SI38VT34	Drava	Pesnica, Jareninski p., Vukovski p.	kMPVT Perniško jezero
101	SI3VT197	Drava	Drava	kMPVT Drava mejni odsek z Avstrijo
102	SI3VT359	Drava	Drava	kMPVT Drava Dravograd – Maribor
103	SI3VT5171	Drava	Drava	kMPVT Drava Maribor – Ptuj
104	SI3VT5172	Drava	Drava	kMPVT zadrževalnik Ptujsko jezero
105	SI3VT930	Drava	Drava	kMPVT Drava Ptuj – Ormož
106	SI3VT950	Drava	Drava	kMPVT zadrževalnik Ormoško jezero
107	SI3VT970	Drava	Drava	kMPVT Drava zadrževalnik Ormoško jezero – Središče ob Dravi
110	SI434VT52	Mura	Ščavnica	kMPVT zadrževalnik Gajševsko jezero
119	SI442VT12	Mura	Ledava	kMPVT zadrževalnik Ledavsko jezero
128	SI5212VT1	Jadranske reke	Klivnik	kMPVT zadrževalnik Klivnik
130	SI5212VT3	Jadranske reke	Molja	kMPVT zadrževalnik Mola
137	SI5VT3	Jadranske reke	Morje	kMPVT Morje Koprski zaliv
140	SI5VT6	Jadranske reke	Morje	kMPVT Škocjanski zatok
147	SI64804VT	Soča	Vogršček	kMPVT zadrževalnik Vogršček
155	SI6VT330	Soča	Soča	kMPVT Soča Soške elektrarne



Slika 2: UVT in KMPVT v prvi določitvi VTPV slovenske hidrografske mreže (IzVRS, 2004)



### **3 DOLOČITEV MPVT**

#### **3.1 Določitveni test za MPVT in UVT**

Z določitvenim testom MPVT predhodno razvrščena VTPV v kategorijo kMPVT sistematično in stopenjsko analiziramo z nekaj vidikov, ki so predstavljeni v nadaljevanju besedila ter v shemi 2.

V Koraku 1 morajo biti vodna telesa določena in opisana glede na horizontalna navodila evropske komisije za prepoznavo VTPV. Določitev VTPV je ponavljalen postopek z možnimi prilagoditvami v kasnejših stopnjah določitvenega procesa (zlasti po začasni določitvi MPVT, Korak 6). Določitev vodnih teles mora biti izvedena za vse površinske vode (naravne, MPVT in UVT) in je pomembna, ker so vodna telesa enote, za katere je bilo stanje ocenjeno, objektivno osnovano in doseženo.

V Koraku 2 se ugotovi, ali je vodno telo spremenjeno zaradi človekovih dejavnosti. V tem primeru bodo imele članice EU možnost za določitev UVT in ga obravnavati za določitev ali pa ga v katerih drugih okoliščinah prepoznati kot naravno vodno telo. V primeru določitve UVT je prvi določitveni test (Korak 7) nepomemben in nadaljujemo z drugim določitvenim testom (Korak 8).

Sledi Korak 3, v katerem skušamo zmanjšati napor in čas v prepoznavanju VTPV, ki naj bi bila določena kot MPVT. To vključuje tista vodna telesa, ki verjetno ne bodo dosegla dobrega ekološkega stanja (DES), ampak ne bodo kazala hidromorfoloških sprememb.

Korak 4 velja za tista vodna telesa, ki niso bila analizirana v Koraku 3, zato bodo morale biti značilne spremembe v hidromorfologiji naprej raziskane in opisane. To vključuje opis hidromorfoloških sprememb in ocenitev dokončnih vplivov.

V Koraku 5 na osnovi izbranih informacij v Koraku 4 in ocenitve ekološkega stanja vodnega telesa bi morala biti ocenjena verjetnost, da ne bo doseglo dobrega ekološkega stanja (ali na oceni, kaj DES naj bi bilo na podlagi sedanjega znanja). Znotraj tega koraka mora biti

ocenjeno, da so hidromorfološke spremembe in ne drugi pritiski kot npr. strupene snovi ali drugi problemi, razlog za nedoseganje DES.

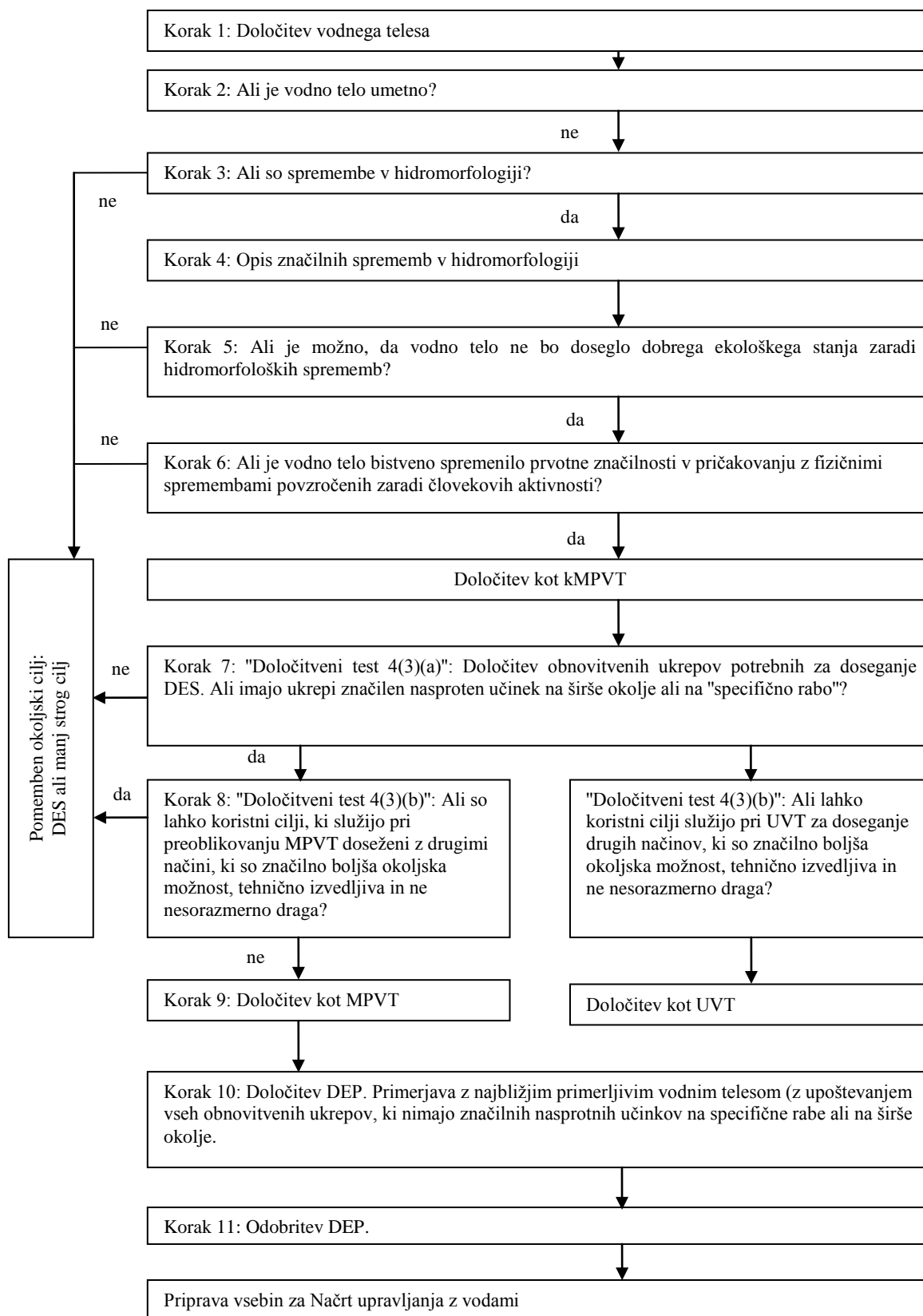
Namen Koraka 6 je, da izberemo tista vodna telesa, katerih hidromorfološke spremembe kažejo, da je vodno telo bistveno spremenjeno glede na svoje prvotne značilnosti. Takšna VTPV so lahko začasno določena kot MPVT. Ostala VTPV, ki verjetno ne bodo dosegla DES in niso bistveno spremenila prvotnih značilnosti, bodo določena kot naravna vodna telesa. Okoljski cilj za takšno vodno telo bo DES ali drugi manj strogi okoljski cilji.

V Korakih 7, 8, 9 lahko države članice določijo VTPV kot MPVT, če upoštevajo določiten test, določen v členu 4(3)(a) in 4(3)(b). Umetna vodna telesa so upoštevana za test le v členu 4(3)(b). V prvem določitvenem testu (Korak 7) naj bi bile določene potrebne hidromorfološke spremembe, oziroma obnovitveni ukrepi za doseganje dobrega ekološkega stanja. V prvem testu mora biti ocenjeno, ali imajo ti ukrepi pomemben, nasproten učinek na specifično rabo ali pa na širše okolje. Če imajo, potem je potrebno drugi določitveni test (Korak 8) ponovno izvesti.

Drugi določitveni test vsebuje različne pod-teste. Prvič "druga sredstva" za doseganje koristnih ciljev (npr. zamenjava površinske vode za oskrbo s pitno vodo s podtalnico) morajo biti upoštevani. Potem mora biti ocenjeno, če so ta "druga sredstva" (a) tehnično izvedljiva, (b) boljše okoljska možnost, (c) niso nesorazmerno draga. Če je kateri izmed pod-testov (a), (b) in (c) negativen, je lahko vodno telo določeno kot močno preoblikovano (Korak 9). Če obnovitveni ukrepi ali druga sredstva nimajo značilnega nasprotnega učinka, lahko ugotovimo, da so kriteriji (a), (b) in (c) izpolnjeni (glej Korak 8) in VTPV ne sme biti določeno kot MPVT. Tako bo pomemben okoljski cilj DES ali manj strogi cilj.

Koraka 10 in 11 nista del določitvenega testa. Vseeno sta primerna le za UVT in MPVT. Upoštevata definicijo referenčnih pogojev in postavljata kakovostne cilje za MPVT in UVT. V Koraku 10 je definiran maksimalni ekološki potencial (MEP) za referenčne pogoje MPVT in UVT. Na osnovi MEP sta definirana dober ekološki potencial (DES) in okoljski kakovostni cilj (Korak 11) (Kampa in Hansen, 2004).

Shema 2: Proces določitve za MPVT in UVT (Kampa in Hansen, 2004)



### 3.2 Začasna določitev vodnih teles kot močno preoblikovana

Tako kot je prikazano v določitvenem procesu za močno preoblikovana in umetna vodna telesa, bi morala biti ta vodna telesa izbrana kot začasna MPVT (kMPVT), kjer spremembe v hidromorfologiji kažejo, da je bilo vodno telo bistveno spremenjeno v karakterju. Preostala vodna telesa, ki verjetno ne bodo dosegla DES, in niso bistveno spremenjena v karakterju zaradi hidromorfoloških sprememb, ne bodo določena kot MPVT.

Primer: reka Sarre, Francija:

Odločitveni postopek, ki vsebuje 5 zaporednih vprašanj, je bil uporabljen za strukturo določitve močno preoblikovanih vodnih teles in njihovo ocenitev. Korak 1 in Korak 2 vodita k določitvi "kandidata" za MPVT (začasna določitev) in vsebujeta dve naslednji vprašanji:

- Vprašanje 1: Ali je bil odsek značilno preoblikovan v očitni in ne lahko obrnljivi smeri? To vprašanje imenujemo "hidromorfološki filter", ki so ga uporabili za izbiro predkandidatov (odsekov) na osnovi fizičnega kriterija. Stopnja do kontrolne spremenljivke fizičnega okolja je bila spremenjena in ocenjena z uporabo dostopnosti spremenljivke. Če je bila ena od spremenljivk značilno preoblikovana, je bil odsek izbran za preveritev njegovega biološkega stanja.
- Vprašanje 2: Ali ekološko stanje pred-kandidata (odseka) pade pod "dobro" kategorijo? To vprašanje imenujemo "biološki filter", ki so ga uporabili za izbiro kandidatov odsekov (kMPVT) na osnovi ekološkega kriterija. Štiri skupine: ribe, makrofiti, fitoplankton in nevretenčarji z vključitvijo morda potrebnih "dodatnih fizičnih indikatorjev" je bilo izbranih glede na vodni tip. Za določitev ekološkega stanja odsekov vodotokov je bil predlagan merjeni sistem na osnovi sistematike vrst in obstoječe ocenitve indeksov. Zmanjšanje v samo eni teh bioloških skupin je dovolj za določitev odseka kot kMPVT (Kampa in Hansen, 2004).

Primer: reka Lahn, Nemčija:

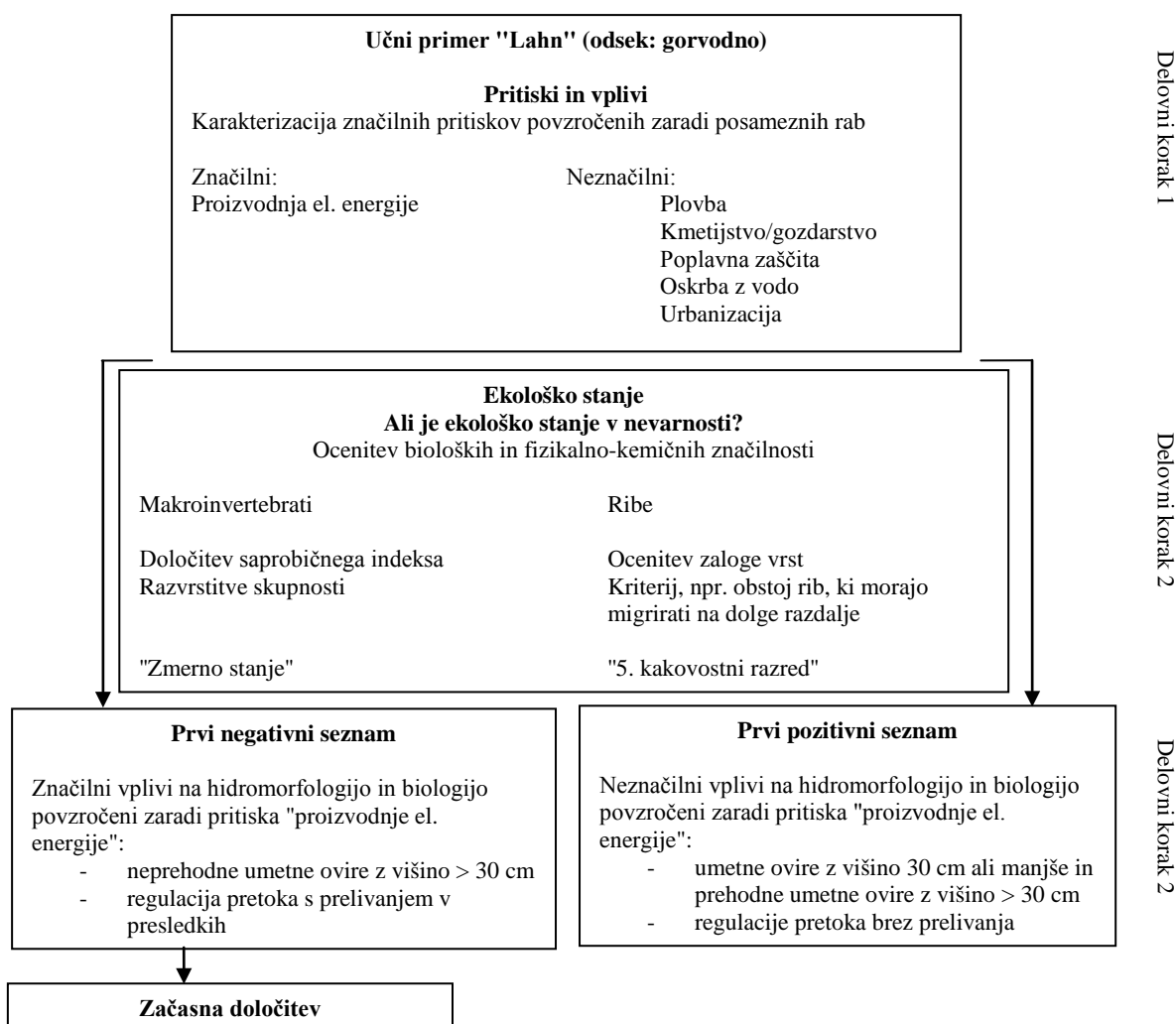
Za začasno določitev MPVT je bil uporabljen proces treh korakov na osnovi razvoja pozitivnega/negativnega seznama fizičnih sprememb in hidromorfoloških vplivov.

- Korak 1: karakterizacija značilnega ali neznačilnega pritiska;
- Korak 2: vrednotenje ekološkega stanja (doseganje ali nedoseganje ekološkega stanja);

- Korak 3: ločitev vplivov značilnih pritiskov na hidromorfologijo in biologijo v negativne in pozitivne sezname glede na ugotovitve Koraka 1 in 2.

Namen tega pristopa je bil poenostaviti začasni določitveni proces za MPVT z definiranjem "ne-značilne" fizične spremembe (pozitivni seznam) in "značilne" fizične spremembe (negativni seznam). Pozitivni seznam pomeni, da za te fizične spremembe obstajajo ukrepi za doseganje dobrega ekološkega stanja. Negativni seznam vsebuje fizične spremembe, ki vplivajo na biologijo tako močno, da mora biti vodno telo označeno in pozneje določeno kot MPVT. Zato razvoj negativnega seznama vodi k začasni določitvi vodnega telesa kot MPVT (Kampa in Hansen, 2004).

Shema 3: Proces začasne določitve močno preoblikovanih vodnih teles na reki Lahn, Nemčija (Kampa in Hansen, 2004)



Končni dokument za MPVT in UVT predlaga, da je potrebno uporabiti naslednje kriterije, da se vodno telo lahko začasno določi kot močno preoblikovano:

- Neuspeh za doseganje dobrega stanja je posledica fizičnih sprememb na hidromorfološke značilnosti vodnega telesa. Neuspeh ne sme biti povzročen zaradi drugih vplivov, kot so fizikalno-kemični vplivi (onesnaževanje).
- Vodno telo mora biti bistveno spremenjeno v karakterju. Tako je, kadar je večja sprememba v videzu vodnega telesa. To je očitno delno subjektivna odločitev ali je vodno telo: (a) spremenjeno le v karakterju (npr. odvzem vode brez morfoloških sprememb) ali (b) bistveno spremenjen v karakterju, kadar je začasna določitev lahko primerna kot MPVT (npr. dolgoročne hidromorfološke spremembe, povzročene zaradi jezua). Oba verjetno ne bosta dosegla DES. V mislih je potrebno imeti naslednje predpostavke:
  - Ko obiščemo vodno telo, ki je bistveno spremenjeno v karakterju, naj bi bilo zelo jasno, da je vodno telo spremenjeno zaradi njegovih naravnih pogojev.
  - Sprememba v karakterju mora biti obsežna/široko razširjena ali temeljita. Tipično naj bi to vključilo bistveno spremembo v hidrologiji in morfologiji vodnega telesa.
  - Sprememba v karakterju mora biti trajna in ne začasna ali prenehajoča.
- Mnoge spremembe hidroloških značilnosti vodnega telesa (npr. odvzemi vode) niso povezane z morfološkimi spremembami in so lahko zaradi tega pogosto preprosto obrnljive, začasne ali kratko trajajoče. Potemtakem takšne spremembe ne bodo določile bistvenih sprememb v karakterju vodnega telesa in zato aplikacija določitve MPVT ne bo upoštevana.
- Preoblikovanje se mora skladati s spremembami, ki so posledica aktivnosti, napisanih v členu 4(3)(a) vodne direktive: kanalizirana reka, pristanišče, utesnjena reka zaradi poplavne zaščite ali zajezena reka ali jezero.
- Bistvene spremembe v karakterju morajo biti posledica specifičnih rab. Ustvarjene morajo biti iz rab, napisanih v členu 4(3) vodne direktive ali rab, ki predstavljajo enako pomembne človekove trajnostno razvojne aktivnosti (posamezno ali v kombinaciji).

### 3.2.1 Območje in velikost začasne določitve

Obravnavana sta pristopa glede na območje začasne določitve MPVT. Prepoznani sta bili dve možnosti območja in velikosti začasne določitve:

a. Začasna določitev MPVT (kMPVT) na osnovi fizične spremembe (morfologije)

Le direktno spremenjen rečni odsek, npr. z gradnjo jezua, je začasno določen kot MPVT. Gorvodna in dolvodna vodna telesa niso sama po sebi fizično spremenjena, vendar so pod vplivom MPVT. Zato so za gorvodna in dolvodna telesa določeni "manj strogi okoljski cilji".

b. Začasna določitev MPVT (kMPVT) na osnovi hidromorfoloških karakteristik (hidromorfologije)

Celotno območje pod vplivom fizične spremembe je določeno kot kMPVT. Kandidat MPVT vsebuje celotni del reke, kjer je ekologija prizadeta in ne le fizično spremenjen odsek.

Znotraj začasno določenih vodnih teles mora biti upoštevano območje in velikost določitve vodnih teles. Nujno se je potrebno prilagoditi mejam prvotno določenim vodnim telesom glede na bistvene spremembe v hidromorfologiji. Podrobno tam, kjer hidromorfološke spremembe ne sovpadajo z mejami površinskega vodnega telesa. Primerno je razdeliti vodna telesa zato, da ločimo močno preoblikovane odseke od nespremenjenih območij vodnega telesa.

### 3.3 Določitev MPVT

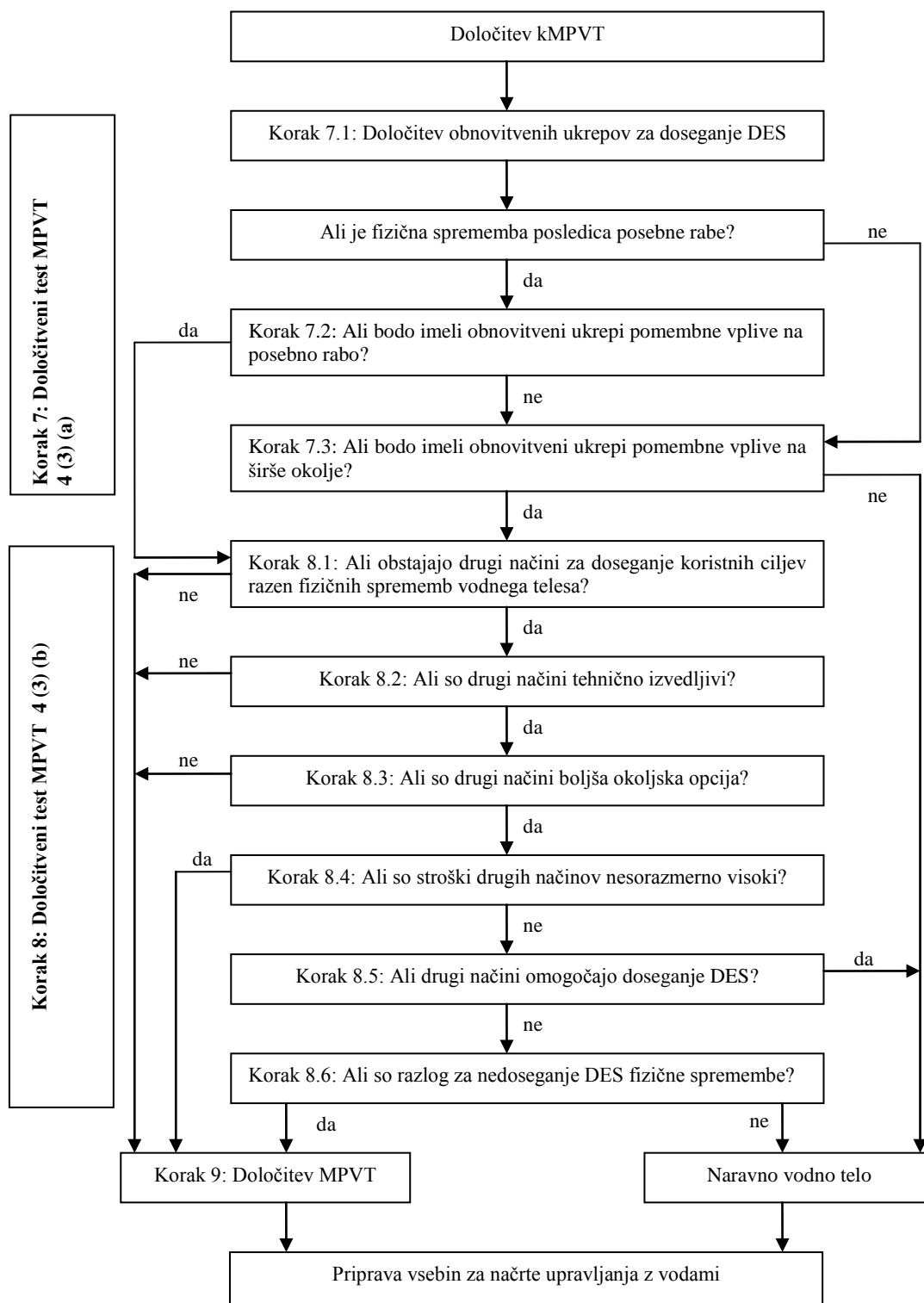
Začasni določitvi MPVT (kMPVT) sledi določitveni test za MPVT (Korak 7 in 8). MPVT je lahko določeno kot tako glede na člena 4(3)(a) in (b) vodne direktive:

- a.) "Spremembe hidromorfoloških značilnosti tistega vidnega vodnega telesa, ki bo nujno za doseganje DES, bo imelo značilne nasprotno učinke na: (i) širše okolje; (ii) plovbo, pristaniške kapacitete, rekreacijo; (iii) aktivnosti, kjer vodo shranjujemo za potrebe namakanja, proizvodnje električne energije, vodooskrbe; (iv) regulacija vode, poplavna zaščita, dreniranje; (v) druge pomembne trajnostne aktivnosti človekovega okolja.
- b.) Koristni cilji, ki služijo umetnim ali modificiranim značilnostim vodnega telesa, ne morejo biti tehnično izvedljivi ali pa so nesorazmerno dragi. Razumno so lahko doseženi z drugimi sredstvi, ki so sigurno boljše okoljska možnost.

Spodnja shema natančno predstavlja pomembne korake, ki se nanašajo na člen vodne direktive 4(3)(a) in (b). Določitveni test zato vsebuje dva glavna koraka, "določitveni test 4(3)(a)" in "določitveni test 4(3)(b)". Vodno telo je lahko določeno kot močno preoblikovano, če je prešlo skozi določitevno proceduro, ki vključuje oba določitvena procesa.



Shema 4: Določitveni test MPVT 4(3)a in 4(3)b (CIS WG 2.2, 2003a)



### 3.3.1 Določitveni test MPVT 4(3)(a) – obnovitveni ukrepi za doseganje DES

Ko je vodno telo začasno določeno kot močno preoblikovano, je prvi korak določitvenega procesa test 4(3)(a). Z določitvenim testom 4(3)(a) skušamo opredeliti obnovitvene ukrepe (spremembe v obstoječi rabi, ki pripomorejo k doseganju okoljskega cilja DES) in ugotoviti potencialne neugodne vplive obnovitvenih ukrepov na rabo in širše okolje. V prvi polovici določitvenega testa, skušamo odgovoriti na nekatera ključna vprašanja:

- *ali so fizične spremembe povezane z rabo,*
- *ali bodo imeli obnovitveni ukrepi pomembne neugodne vplive na rabo,*
- *ali bodo imeli obnovitveni ukrepi pomembne neugodne vplive na širše okolje?*

(CIS WG 2.2, 2003a)

V Koraku 7.1 določitvenega testa je potrebno opredeliti tiste hidromorfološke spremembe ali obnovitvene ukrepe, ki bi lahko vodile do okoljskega cilja DES. Pri tem je potrebno upoštevati, da so vodna telesa podvržena neprestanim antropogenim pritiskom, zato je temu primerno potrebno izbrati oziroma opredeliti najprimernejše obnovitvene ukrepe. Tako lahko opredelimo npr.:

- ukrepe kot spremembo hidromorfologije vodnega telesa (npr. spreminjanje fizičnih sprememb vodnega telesa, kreiranje habitatov itd.),
- ukrepe za izboljšanje fizikalno-kemijskega stanja vodnega telesa,
- neposredne ukrepe za izboljšanje biološkega stanja (npr. manipulacija ribjega zaroda, sajenje makrofitov itd.).

Hidromorfološke spremembe za doseganje okoljskega cilja DES segajo od ukrepov za zmanjšanje vplivov na okolje, nastalih zaradi fizičnih sprememb vodnega telesa (npr. povečanje vodnih količin v strugi po odvzemu vode; izgradnja ribjih stez itd.) do popolnih odstranitvev rabe oziroma infrastrukture ali drugih gradbenih objektov, ki povzročajo fizično spremembo vodnega telesa.

Ukrepi morajo biti natančno opredeljeni (kvantificirani). Hkrati je potrebno podati oceno, ali bo ukrep oziroma paket ukrepov pripomogel k okoljskemu cilju DES, ki ga je potrebo v

skladu s členom 4(1) vodne direktive doseči do leta 2015, oziroma v izjemnih primerih poslabšanj stanj v skladu s členom 4(4) do leta 2021 ali 2027 (CIS WG 2.2, 2003a).

Preglednica 3: Obnovitveni ukrepi za hidroenergetsko rabo (Kampa in Hansen, 2004)

<b>Fizične spremembe</b>	<b>Obnovitveni ukrepi</b>
Vodni tok in valovanje vodne gladine	Ponovne spomladanske poplave Odprava kratkotrajnih poplav dolvodnih jezov Vpeljava minimalnih pretokov
Izboljšave habitata	Odtoki iz teras Zmanjšanje erozije obrežnega pasu Bogatenje struge s prodniki Primerne rastlinske vrste
Motnja rečne kontinuitete	Odstranitev jezov Gradnja in izboljšava ribjih stez Uskladitev izpustov iz odtočnih kanalov

V Koraku 7.2 se presoja pomembne neugodne vplive obnovitvenih ukrepov na posebno rabo. Presoja pomembnih neugodnih vplivov obnovitvenih ukrepov se izvaja samo na tistih vodnih telesih, kjer je fizična sprememba posledica aktualne in ne historične rabe (CIS WG 2.2, 2003a).

Če na vodnem telesu obstaja nova raba, prvotna raba oziroma razlog za fizično spremembo vodnega telesa pa ne obstajata več, potem se vplive presoja na novo rabo (npr. opuščeni zadrževalnik pitne vode, na katerem se je razvila rekreacija).

Neugodni vplivi so tisti vplivi obnovitvenih ukrepov, ki zmanjšujejo uspešnost, zmogljivosti ali delovanje pomembnih dejavnosti (npr. poplavna varnost, rekreacija) ali produkcijo (npr. električna energija). V presoji neugodnih vplivov obnovitvenih ukrepov na posebno rabo je poleg ekonomskega vidika pomemben tudi socialni vidik, ne pa tudi zmožnost uporabnika ali nosilca posebne rabe za plačilo stroškov obnovitvenih ukrepov in analiza nesorazmernosti stroškov (Bizjak in Dodič, 2005).

Naslednji je Korak 7.3, kjer se presojajo pomembni neugodni vplivi obnovitvenih ukrepov na širše okolje. Potreben čas za presojo vplivov obnovitvenih ukrepov na posebno rabo ali širše okolje je čas do leta 2015. Časovni okvir presoje se lahko podaljša do leta 2021 ali do 2027,

če rezultati presoje pokažejo možne negativne vplive obnovitvenih ukrepov na posebno rabo ali širše okolje (CIS WG 2.2, 2003a). S presojo neugodnih vplivov obnovitvenih ukrepov na širše okolje želimo preveriti, če bodo potrebni ukrepi za doseganje okoljskega cilja DES, hkrati z ugodnimi vplivi na vodno okolje, povzročili okoljske probleme na drugih delih ali sestavinah okolja. Širše okolje opredeljujemo s posameznimi deli, z naravnim okoljem in družbenim okoljem, vključno z arheologijo, dediščino, krajino in geomorfologijo. Tako lahko npr.:

- z obnovo poplavnega območja vodotoka povzročimo spremembo krajine in biodiverzitete, ki sta se razvili v območju v letih aktivne rabe;
- z odstranitvijo jezov povzročimo izgubo mokrišča, ki se je razvilo ob zadrževalniku;
- z odstranitvijo nekdanje rabe, npr. mlina in pripadajočih ureditev v strugi vodotoka, prizadenemo vrednoto kulturne dediščine itd. (Bizjak in Dodič, 2005).

Vodna direktiva določa s členoma 4(8) in 4(9), da morajo biti obnovitveni ukrepi v skladu z obstoječo evropsko okoljsko zakonodajo. Če je kMPVT v območju, ki je določeno z direktivo (habitatno ali ptičjo), morajo biti zahteve direktive upoštewane pri upravljanju s temi vodnimi telesi. Obnovitveni ukrepi, ki bi prišli v navzkrižje z zahtevami in določili omenjenih direktiv, bi torej imeli pomemben neugodni vpliv na širše okolje (CIS WG 2.2, 2003a).

### 3.3.2 Določitveni test MPVT 4(3)(b) – drugi načini za doseganje koristnih ciljev

S tem presojamo, ali obstajajo drugi načini (premestitev posebne rabe na drugo vodno telo ali nadomestitev obstoječe posebne rabe z drugimi možnostmi, sredstvi in tehnologijami) za doseganje koristnih ciljev, ki jih sicer zagotavljamo z rabo, zaradi katere so potrebne fizične spremembe vodnega okolja. Ključna vprašanja, na katera skušamo odgovoriti v drugi polovici določitvenega testa, so:

*Ali obstajajo drugi načini za doseganje koristnih ciljev?*

*Ali so drugi načini tehnično izvedljivi?*

*Ali so drugi načini okoljsko boljša opcija?*

*Ali so drugi načini nesorazmerno dragi?*

*Ali bodo drugi načini pripomogli k doseganju DES?*

Vodna telesa, na katerih je presoja potrdila, da obstajajo drugi načini za doseganje koristnih ciljev, ki so tehnično izvedljivi, so okoljsko boljša opcija, niso nesorazmerno dragi in da bodo pripomogli k doseganju DES, ne morejo biti določena kot MPVT (Bizjak in Dodič, 2005).

V Koraku 8.1 se določijo drugi načini za doseganje koristnih ciljev. V postopku določanja drugih načinov za doseganje koristnih ciljev je potrebno preveriti možnosti. Razlaga "drugih načinov" se lahko razdeli na tri tipe:

- Zamenjava obstoječe rabe: poleg drugih to vključuje zamenjavo hidroenergetskih naprav z drugimi viri za pridobivanje energije.
- Premestitev obstoječe rabe na drugo vodno telo: to vključuje premestitev rekreacijskih površin in premestitev kmetijske proizvodnje.
- Vzdrževanje obstoječe rabe (z zmanjšanjem njenih okoljskih vplivov). V primeru hidroenergetske rabe/oskrbe z vodo to vključuje nadomestne pretoke in reguliranje ekološkega vodnega režima.

Ob tem je potrebno poudariti, da je predmet presoje lahko tudi le delna premestitev ali nadomestitev posebne rabe, ki ne bi nujno popolnoma pripomogla k doseganju okoljskega cilja DES.

"Drugi načini", ki pripadajo "zamenjavi obstoječe rabe" in "vzdrževanju obstoječe rabe", pogosto vključujejo ukrepe, ki so priporočeni kot "obnovitveni ukrepi za doseganje DES". V teh primerih naj bi bilo znano, da so za namen definiranja "drugih načinov" združeni "potrebni obnovitveni ukrepi za doseganje DES" z dodatnimi ukrepi z namenom, da služijo koristnim ciljem obstoječe rabe (Kampa in Hansen, 2004).

Sledi Korak 8.2, ki opredeljuje presojo tehnične izvedljivosti drugih načinov. Tehnična izvedljivost je pomemben del presoje drugih načinov, saj tehnično neizvedljivih opcij ni smiselno presojati z vidika okoljskih vplivov in analize stroškov in koristi. Presoja tehnične izvedljivosti obsega praktične, tehnične in inženirske vidike realizacije drugih načinov, ne obsega pa presoje sorazmernosti stroškov. V nekaterih primerih in okoliščinah je izvedljivost drugih načinov primerno presojati tudi s socialnega vidika. V kolikor bi socialni vidik oviral

možnost izvedbe drugih načinov, je to potrebno podrobno navesti in razložiti v načrtu upravljanja z vodami na vodnem območju (Bizjak in Dodič, 2005).

Namen Koraka 8.3 je presoja drugih načinov kot boljše okoljske opcije. Potrebno je preveriti, ali so predlagani načini boljša okoljska opcija in da z realizacijo teh, ne bomo povzročili okoljske škode drugje v prostoru ali na drugem segmentu okolja. Presoja je torej podobna presoji vplivov obnovitvenih ukrepov na širše okolje v določitenem testu MPVT 4(3)(a). Pri izvedbi presoje je potrebno upoštevati:

- prilagoditev izbora segmentov okolja, na katere bi drugi načini potencialno lahko vplivali (upoštevanje segmentov širšega okolja iz določitenega testa MPVT 4(3)(a)),
- določitev vplivnega območja presoje drugih načinov kot boljše okoljske opcije – lokalno, regionalno, vplivno območje vodnega območja, državno ali mednarodno vplivno območje, pri čemer je priporočljivo vplive razumeti najprej na lokalni ravni, nato pa v širših vplivnih območjih (npr. povečanje deleža alternativnih virov energije (sonce, veter) in okoljske posledice; povečanje emisije CO<sub>2</sub> iz novih termoelektrarn ali postavitve novega jedrskega reaktorja kot nadomestilo za hidroelektrarne itd.) (Bizjak in Dodič, 2005).

Skupne ugotovitve posameznih držav članic:

- Boljše okoljske možnosti so bili večinoma "drugi načini", ki so vključevali vzdrževanje obstoječe rabe z zmanjševanjem okoljskih vplivov.
- Zamenjava proizvodnje električne energije (hidroelektrarne) z jedrsko ali fosilno proizvodnjo energije ni bila smatrana za boljšo okoljsko možnost.
- V primeru hidroenergetske rabe je bila ocena "drugih okoljskih možnosti" na MPVT smatrana za zelo zahtevno zato, ker lahko hidroenergetsko rabo zamenjamo z drugimi viri: termoelektrarno (emisije CO<sub>2</sub>), jedrsko elektrarno (radioaktivno tveganje), vetrno, sončno in bio energijo (Kampa in Hansen, 2004).

Korak 8.4 presoja sorazmernost stroškov za izvedbo drugih načinov. Druge načine, ki so tehnično izvedljivi in so argumentirano okoljsko boljša opcija, je potrebno presoditi še z vidika sorazmernosti stroškov. Pri tem je pomembno, da se upoštevajo do leta 2027 verjetni ali načrtovani stroški kapitala, povezani z rabo. Določilo velja predvsem za inženirsko in

infrastrukturno zahtevne rabe, ki so povezane z rednimi vzdrževalnimi deli, zamenjavami ali nadgradnjami. S temi stroški je potrebno primerjati dodatne (mejne) stroške (stroški, ki nastanejo s proizvodnjo dodatno proizvedene enote produkta: električna energija, pitna voda, itd. Pomagajo nam odgovoriti na vprašanje koliko stane proizvodnja le-te) in koristi drugih načinov za doseganje koristnih ciljev oziroma drugih načinov. Priporočljivi možnosti za presojo sorazmernosti stroškov sta:

- Primerjava stroškov drugih načinov: nesorazmerni stroški se lahko določijo na podlagi ocene dodatnih oziroma mejnih stroškov in vplivov na okolje "drugih načinov". Domnevamo, da bodo koristi obstoječe posebne rabe in drugih načinov enake. Pri primerjavi naj bi bili upoštevani naslednji elementi:
  - Za dejansko stanje oziroma posebno rabo: obratovalni stroški in stroški vzdrževanja ter stroški kapitala za potrebne zamenjave, ki vključujejo stroške investicij in obresti.
  - Za druge načine: stroški kapitala (vključujejo stroške investicij in obresti), obratovalni stroški in stroški vzdrževanja in seveda možne predvidene koristi kot rezultat ekonomskih sprememb (zmanjšanje kmetijske produkcije, zaradi ponovne vzpostavitve zadrževalnih območij kot drugih načinov za zagotavljanje poplavne varnosti).
- Primerjava skupnih stroškov in koristi: nesorazmerni stroški se lahko določijo s primerjavo celotnih stroškov in koristi obstoječih fizičnih sprememb vodnega telesa in drugih načinov za doseganje koristnih ciljev. Pri tej oceni gre za primerjavo družbene koristi fizičnih sprememb vodnega telesa z drugimi načini. Glavni elementi, ki naj bi bili upoštevani pri oceni, so:
  - stroški, ki so navedeni pod prvo alinejo,
  - koristi posebne rabe in
  - koristi drugih načinov, posebno koristi, pridobljene zaradi izboljšanja ekološkega stanja (npr. ribištvo, rekreacija itd.).

V primerjalni presoji vplivov je potrebno torej upoštevati obstoječo posebno rabo in druge načine za doseganje koristnih ciljev. Pri tem je tudi z vidika potencialnega financiranja potrebno analizirati tako ekonomske in okoljske vplive najboljših razpoložljivih tehnik, ki so običajno uporabljene za vsako vrsto sprememb. Po oceni stroškov in koristi posebne rabe in

drugih načinov je potrebno presoditi, v kakšnem razmerju so stroški in koristi. Velja, da so stroški nesorazmerni, kadar so bistveno višji od koristi, kar je odvisno od pripravljenosti države članice za investiranje (Bizjak in Dodič, 2005).

V koraku 8.5 se presoja druge načine z vidika doseganja DES. Če presoja drugih načinov pokaže, da z realizacijo teh okoljski cilj DES ne bo dosežen, lahko vodno telo (kMPVT) določimo kot MPVT. V kolikor pa presoja pokaže, da lahko z realizacijo drugih načinov na vodnem telesu (kMPVT) dosežemo okoljski cilj DES, vodno telo (kMPVT) ne more biti določeno kot MPVT.

Možne so tudi izjeme, v katerih drugi načini pomenijo sicer le delno nadomestitev ali premestitev posebne rabe, so pa kljub temu okoljsko boljša opcija, npr.: (i) če je vodno telo fizično modificirano z dvema posebnima rabama, druge načine za doseganje koristnih ciljev pa je možno doseči samo za eno izmed rab, preostala raba pa za doseganje koristnih ciljev še vedno potrebuje fizične spremembe vodnega telesa, ki pa preprečujejo doseganje okoljskega cilja DES; (ii) če je vodno telo fizično modificirano z eno posebno rabo, za katero smo sicer opredelili druge načine, a lahko z njimi le delno dosežemo koristne cilje, hkrati pa le delno okoljski cilji DES.

V Koraku 9 se določijo MPVT in UVT v letu 2008. Vodno telo lahko določimo kot MPVT, če je bilo testirano z določitvenim testom MPVT 4(3)(a) in 4(3)(b). Kljub temu se lahko država članica po izvedbi določitvenega testa še vedno odloči, ali bo testirano vodno telo določila kot MPVT ali ne. Vsekakor velja, da v kolikor ni pomembnih negativnih vplivov na posebno rabo ali širše okolje, ali pa obstajajo drugi načini za doseganje koristnih ciljev, vodno telo ne more biti določeno kot MPVT.

Prav tako velja, da država članica lahko določi vodno telo kot umetno vodno telo (UVT). Na vodnih telesih, ki jih je ustvaril človek na območjih, kjer vode pred tem ni bilo, torej ne bo nujno potrebno izvajati določitvenega testa. Predvsem to velja za starejša UVT, ki so deležna zanemarljivih ali nikakršnih pritiskov in so s časom in naravno sukcesijo postala zelo podobna naravnim vodnim telesom. V takih primerih UVT je sprejemljivo, da je okoljski cilj DES in ne DEP.



Za določitev UVT velja, da se določitveni test MPVT 4(3)(a) izvaja v omejeni obliki kot določitev omilitvenih ukrepov za doseganje DEP v smislu vplivov le teh na širše okolje (UVT so pač vodna telesa, nastala na območjih, kjer prej vode ni bilo, torej bi bilo določanje obnovitvenih ukrepov nesmisel). Določitveni test MPVT 4(3)(b) pa se pri določanju UVT izvaja kot presoja, ali obstajajo drugi načini za doseganje ciljev, ki jim je sicer namenjen UVT.

### 3.3.3 Priporočene metode za izvajanje določitvenega testa MPVT

Glede na pravilno zahtevnost določitvenega testa MPVT ter glede na število kMPVT, ki jih je potrebno presojati z določitvenim testom, je pomembno, da so metode dela enostavne, nezahtevne, hitre, torej pragmatične. Zaradi poenostavitve in zmanjšanja količine dela je prav tako dobrodošlo, da se kMPVT združujejo v skupine. Ob tem velja poudariti, da je združevanje kMPVT priporočeno le, če zahtevajo podobno stopnjo presoje (npr. združevanje kMPVT, ki so evidentno fizično spremenjena z kMPVT, ki zahtevajo detajlne raziskave, ni primerno).

Pri izbiri delovnih postopkov in metod izvedbe določitvenega testa MPVT je pomembno, da so prilagojeni procesu odločanja v testu tudi v smislu aktivnega sodelovanja javnosti v procesu načrtovanja. Priporočene metode dela so:

- opisne ali kvalitativne metode za primere, kjer je stanje vodnega telesa evidentno in podrobnejše analize niso potrebne ali v primerih, ko okoljski ali socialni vplivi ne morejo biti kvantificirani,
- osnovna kvantitativna merila za presojo vplivov ali koristi za primere, ko je potreben opis relativnih sprememb (npr. redukcija koristnega cilja posebne rabe v odstotkih), ki omogočajo primerjave med sektorji ali znotraj sektorja,
- benchmark (primerjalne) informacije za primere, kjer so možne standardne analize stroškov in/ali koristi, običajno stroškov za posamezni omilitveni ukrep ali kot stroškovna učinkovitost,

- poglobljene metode za ekonomske presoje za primere, kjer je potrebna aplikacija enostavnih ali kompleksnih analitičnih orodij, tako za enostavne primere kakor za primere, ki zahtevajo velike investicije (CIS WG 2.2, 2003a).

## 4 KAKOVOSTNI ELEMENTI ZA OCENO EKOLOŠKEGA STANJA IN POTENCIALA

Vodna direktiva uporablja kakovostne elemente kot osnovne komponente za klasifikacijo ekološkega stanja vodnih teles. Kakovostni elementi so zapisani v vodni direktivi (aneks II), ki vključuje: (i) biološke elemente, (ii) kemične in fizikalno-kemične elemente, ki podpirajo biološke elemente in (iii) hidromorfološke elemente, ki podpirajo biološke elemente. Kakovostni elementi se razlikujejo glede na vodne kategorije.

### 4.1 Vpliv specifičnih rab, fizičnih sprememb in drugih vplivov na biološke kakovostne elemente

Preglednica 4: Biološki elementi kakovosti (CIS, 2003)

REKE	JEZERA	SOMORNICA	OBALNE VODE
<i>BIOLOŠKI ELEMENTI</i>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura in bogastvo vodnega rastlinstva</li> <li>• Struktura in bogastvo bentoških nevretenčarjev</li> <li>• Starostna struktura in bogastvo rib</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura, bogastvo in biomasa fitoplanktona</li> <li>• Struktura in bogastvo drugega vodnega rastlinstva</li> <li>• Struktura in bogastvo bentoških nevretenčarjev</li> <li>• Starostna struktura in bogastvo rib</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura, bogastvo in biomasa fitoplanktona</li> <li>• Struktura in bogastvo drugega vodnega rastlinstva</li> <li>• Struktura in bogastvo bentoških nevretenčarjev</li> <li>• Struktura in bogastvo rib</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura, bogastvo in biomasa fitoplanktona</li> <li>• Struktura in bogastvo drugega vodnega rastlinstva</li> <li>• Struktura in bogastvo bentoških nevretenčarjev</li> </ul>

Specifična raba – proizvodnja električne energije: Razvoj hidroelektrarn vpliva na ribe zaradi spremembe v kvaliteti vode, temperaturi vode in sposobnost habitata, da omogoča drstenje. Dodatne posledice za selitivne vrste so omejitev dostopa zaradi fizičnih ovir, zmanjšanje pretoka, predatorstvo rib, poškodovanje in smrtnost v nezaščiteneh turbinah.

Specifična raba – plovba: Poglobljanje vodnih poti zmanjša območje plitvih voda, ki predstavlja drstišča in življenjski prostor za ribe. Isto se dogaja z obalnimi vodami, kjer so pomembna območja za ribjo reprodukcijo motena s povečano motnostjo vode in sedimentacijo.

Specifična raba - poplavna zaščita: Fizične spremembe vplivajo le na manjši del habitata in imajo manjši vpliv na biološke kakovostne elemente. Objekti, ki motijo vzdolžno kontinuiteto, imajo močnejši vpliv. To je zato, ker fizične spremembe spremenijo le manjši del habitata in so manj intenzivne. Spremembe vplivajo na bentoške nevretenčarje in na vodno rastlinstvo, ki posledično zmanjša biodiverzitetu. Na ribe vpliva pomanjkanje povezanosti vodotoka, kanaliziranje vodotoka in manjšanje potrebnega prostora za drstenje in potrebna zatočišča. Manjši pretoki povzročajo izgubo rednih poplav, ki vplivajo na uspeh drstenja. Prisotnost fizičnih ovir (zapornice, pregrade) so glavni faktor, ki vpliva na selitve rib.

Specifična raba – urbanizacija: Lahko vodi k izgubi obrobnega habitata, ki pa igra veliko vlogo pri flori in favni. V industrializiranih delih pa je možna velika smrtnost rib.

Fizične spremembe – zadrževalniki: V povezavi z zaježitvami so fizične spremembe, ki so lahko del proizvodne električne energije. Fizične spremembe, dolvodno motijo ribjo populacijo zaradi velikih valovanj vodne gladine in minimalnih nizkih pretokov. Prisotnost zaježitev in zadrževalnikov zmanjša območje za drstenje in vodi k nadomestitvi rečnih vrst rib z jezerskimi vrstami rib.

Fizične spremembe – jezovi: Povzročajo motnjo rečnega kontinuuma, ki nato vpliva na selitvene vrste rib (losos). Blatni substrat nad jezovi omeji razvoj plenilskih bentoških nevretenčarjev, ki živijo na kamniti podlagi.

Fizične spremembe – dreniranje: Pripomore k zmanjšanju količine rib. Tam ponavadi ostanejo dreni in jarki, ki so poleti suhi.

Drug vplivi – onesnaževanje: V nekaterih primerih so bili biološki kakovostni elementi prizadeti zaradi neprimerne odlaganja odpadkov in kmetijskega onesneževanja. V nekaterih primerih so prizadete ribe zaradi slabe kakovosti vode in nizke vsebnosti kisika v vodi. Onesnaženje je odgovorno tudi za pomanjkanje vodnih rastlin. Jezovi pogosto povzročijo rast alg.

Velja, da lahko razlikujemo med odzivi organizmov zaradi fizičnih sprememb in vplivov drugih pritiskov. Na splošno so opažene spremembe zaradi fizičnih sprememb docela očitne, če imajo opravka s spremembami habitata. Biološke spremembe, povzročene z drugimi spremembami, kot je na primer onesnaženje ali opustošenje, imajo večjo reverzibilnost (Kampa in Hansen, 2004).

#### 4.2 Vpliv specifičnih rab, fizičnih sprememb in drugih vplivov na fizikalno-kemične kakovostne elemente

Preglednica 5: Fizikalno-kemični elementi kakovosti (CIS, 2003)

REKE	JEZERA	SOMORNICA	OBALNE VODE
<i>KEMIČNI IN FIZIKALNO-KEMIČNI ELEMENTI, KI PODPIRAJO BIOLOŠKE ELEMENTE</i>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Splošno</li> <li>➤ termalni pogoji</li> <li>➤ kisikovi pogoji</li> <li>➤ slanost</li> <li>➤ stanje kisanja</li> <li>➤ pogoji hranil</li> <li>• Specifični onesnaževalci</li> <li>➤ onesnaževanje s prednostnimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> <li>➤ onesnaževanje z drugimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Splošno</li> <li>➤ izhlapevanje</li> <li>➤ termalni pogoji</li> <li>➤ kisikovi pogoji</li> <li>➤ slanost</li> <li>➤ stanje kisanja</li> <li>➤ pogoji hranil</li> <li>• Specifični onesnaževalci</li> <li>➤ onesnaževanje s prednostnimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> <li>➤ onesnaževanje z drugimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Splošno</li> <li>➤ izhlapevanje</li> <li>➤ termalni pogoji</li> <li>➤ kisikovi pogoji</li> <li>➤ slanost</li> <li>➤ pogoji hranil</li> <li>• Specifični onesnaževalci</li> <li>➤ onesnaževanje s prednostnimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> <li>➤ onesnaževanje z drugimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Splošno</li> <li>➤ izhlapevanje</li> <li>➤ termalni pogoji</li> <li>➤ kisikovi pogoji</li> <li>➤ slanost</li> <li>➤ pogoji hranil</li> <li>• Specifični onesnaževalci</li> <li>➤ onesnaževanje s prednostnimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> <li>➤ onesnaževanje z drugimi snovmi, ki so določene kot izpust v vodno telo</li> </ul>

Uporaba fizikalno-kemičnih elementov, ki podpirajo biološke elemente, se razlikuje po posameznih primerih glede na dostopnost podatkov. Na splošno se v primerih uporablja elemente, ki jih priporoča vodna direktiva za različne vodne kategorije. Najbolj pogosto so za reke uporabljeni sledeči elementi: termalni pogoji, kisikovi pogoji, hranila in kisanje. Transpiracija je lahko ocenjena v primeru jezer in zbiralnikov. V nekaterih primerih sta bila ocenjena tudi specifično in nespecifično sintetično onesnaževanje.

Specifična raba – proizvodnja električne energije: Različni učinki na kvaliteto vode, ki vplivajo na žive organizme, so povezani s proizvodnjo električne energije (hidroelektrarne). Učinki so vidni tam, kjer je dotok v turbine. Ker so blizu dna zbiralnikov, se pogoji zračenja in temperature razlikujejo od tistih na površini. Takšni učinki so značilno vidni, kadar je zbiralnik stratificiran. Voda pod površino mešane plasti je potem relativno mrzla in gosta z nizko koncentracijo raztopljenega kisika. Učinki fizičnih sprememb se odražajo v temperaturi, ki je poleti nižja kot normalna temperatura.

Specifična raba - poplavna zaščita: V primeru jezov se razvijejo visoko onesnažene plasti sedimentov. Izgine tudi gradient slanosti.

Specifična raba – plovba: V primeru obalnih vod, ki so pod vplivom različnih rab, kot so plovba, obalna zaščita, urbanizacija in rekreacija, voda postane motna zaradi erozije obale in dna. Prisotnost pomolov zmanjša kroženje vode in posledično stopnjo kisika v vodi. Zaježitve v rekah, ki so namenjene plovbi, povečajo čas zadrževanja vode. Med nizkimi poletnimi pretoki povezan fitoplankton zacveti. Zaradi tega pojava čez noč pade stopnja kisika.

Fizične spremembe – zadrževalniki: Glavni vplivi zadrževalnikov na fizikalno-kemične elemente so spremenjen temperaturni režim, stratifikacija vode, nočno-dnevne spremembe in sezonske spremembe vrednosti pH in oksidacijske spremembe v času stratifikacijske sezone.

Fizične spremembe – jezovi: Povečana voda nad jezovi vodi k povečanemu kopičenju hranil proti jezu. Ta pojav je odvisen od dotoka odpadne vode in neuspešnega katabolizma v stoječih in zalednih vodah.

Drug vplivi - odpadne vode iz industrije, kmetijstva in urbanizacije povzročajo organsko onesnaženje in onesnaženje z nutrienti (Kampa in Hansen, 2004).

### 4.3 Hidromorfološki kakovostni elementi

Preglednica 6: Hidromorfološki elementi kakovosti (CIS, 2003)

REKE	JEZERA	SOMORNICA	OBALNE VODE
<i>HIDROMORFOLOŠKI ELEMENTI, KI PODPIRAJO BIOLOŠKE ELEMENTE</i>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrološki režim                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ kvantiteta in dinamika vodnega toka</li> <li>➤ povezanost s podtalnimi vodnimi telesi</li> </ul> </li> <li>• Rečna kontinuiteta</li> <li>• Morfološko stanje                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ sprememba rečne globine in širine</li> <li>➤ struktura in substrat rečnega dna</li> <li>➤ struktura obrežnega pasu</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrološki režim                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ kvantiteta in dinamika vodnega toka</li> <li>➤ zadrževalni čas</li> <li>➤ povezanost s podtalnimi vodnimi telesi</li> </ul> </li> <li>• Morfološko stanje                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ sprememba globine jezera</li> <li>➤ kvantiteta, struktura in substrat dna jezera</li> <li>➤ struktura obale jezera</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Režim valovanja                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ sladkovodni pretok</li> <li>➤ izpostavljenost valovom</li> </ul> </li> <li>• Morfološko stanje                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ spreminjanje globine</li> <li>➤ kvantiteta, struktura in substrat dna</li> <li>➤ struktura obalnega pasu</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Režim valovanja                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ smer in prevladujoč tok</li> <li>➤ izpostavljenost valovom</li> </ul> </li> <li>• Morfološko stanje                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ spreminjanje globine</li> <li>➤ struktura in substrat obalnega dna</li> <li>➤ struktura obalnega pasu</li> </ul> </li> </ul>

Glede na vodno direktivo naj bi bili hidromorfološki elementi uporabljeni kot del definicije visokega ekološkega stanja. V nekaterih primerih močno preoblikovanih vodnih teles so uporabili hidromorfološke kakovostne elemente kot kazalni parameter bioloških kakovostnih elementov za določitev sedanjega ekološkega stanja.

Glede na izkušnje posameznih držav članic je bilo ugotovljeno, da v primeru, če zgornji odsek ni fizično preoblikovan in če ne doseže dobrega ekološkega stanja, ta odsek naj ne bi bil izbran za določitev močno preoblikovanega vodnega telesa. Pri takšnih primerih je bilo opaženo, da je potrebno v nadaljnjih preiskavah uporabiti ekološke standarde in kriterije vrstne dostopnosti.

Končno navodilo za MPVT in UVT predlaga to v ureditvi za ocenitev verjetnosti nedoseganja dobrega ekološkega stanja (DES). Ekološki vplivi fizičnih sprememb na vodnem telesu naj bi bili v vprašanju ocenjeni. Porabljen trud v določitvah mora biti sorazmeren. Za vodna telesa, ki verjetno ne bodo dosegla DES (npr. vodna telesa, ki so spremenila kategorijo zaradi fizičnih sprememb), naj bil trud ocenjevanja DES omejen in zaključki nedoseganja DES naj bi bili hitro doseženi. V takih primerih je lahko več truda namenjeno ocenjevanju dobrega ekološkega potenciala (DEP).

Iz vrednotenja primerov MPVT je očitno, da je selekcija referenčnih pogojev pomemben korak procesa začasne določitve MPVT. Uporabljena je kot osnova za določitev nepravilnosti sedanjega stanja na podlagi dobrega ekološkega stanja. V nekaterih primerih MPVT je težko ali nemogoče definirati ali izbrati primerne referenčne pogoje zaradi pomanjkanja podatkov in standardov.

Pristop glede na vodno kategorijo:

- Reke: V primerih, kjer imamo opravka z rečnimi sistemi, je iskanje primerne obstoječega referenčnega kraja osredotočeno na isto ali pa na drugo reko (lahko tudi sistem poplavne ravnice) v isti ekoregiji. Indirektna definicija referenčne skupnosti je na osnovi zgodovinskih nebiotičnih podatkov in podatkov o favni ali pa obstoječih podatkov iz literature, ki so pomembni za preučitev rečnega tipa. Kombinacija zgodovinskih podatkov rečne tipologije in primerjava s podobnimi rekami omogoča zagotovitev referenčnih pogojev.
- V primerih jezer in somornice so primeri specifični. Vsak primer ima drugačen pristop.



Izbrani faktorji, vključno s fizičnimi spremembami in hidromorfološkimi spremembami so:

- V kombinaciji z vodno energijo:
  - operacije s koničnimi pretoki,
  - regulacije jezer za potrebe proizvodnje električne energije,
  - prizadet pretočni režim in pojavi poplavljanja zaradi hidroenergetske rabe (HE),
  - spremembe v sestavi sedimentov in spremembe dolvodne vegetacije.
  
- V odnosu z drugimi rabami (poplava zaščita, oskrba z vodo, plovba, urbanizacija,...)
  - prisotnost zajezenih jezer, ki vplivajo na temperaturo in koncentracijo nutrientov,
  - motnja rečnega kontinuuma zaradi jezov; prav tako je spremenjena temperatura vode,
  - gradnja vodnih zbiralnikov in dolvodne rečne regulacije,
  - pomanjkanje gradienta slanost rečnega ustja, zaradi gradnje zapornic,
  - potrebno vodno gospodarstvo na jezerih za poplavno zaščito in plovbo, ki povzroča nenaravne brežine,
  - biološka degradacija zaradi mlinov in jezov, tako kot deficit minimalnega pretoka,
  - porušenje in sprememba ustreznih bioloških habitatov (inženiring struge in brežin, pomanjkanje poplavnih ravnin in prečne povezanosti, pomanjkanje meandrov) (Kampa in Hansen, 2004).

## 5 OKOLJSKI CILJI ZA MOČNO PREOBLIKOVANA VODNA TELESA

### 5.1 Maksimalni ekološki potencial

V določitenem testu za MPVT in UVT je potrebno določiti primerne referenčne pogoje in okoljske cilje. Za naravne vodotoke je referenčni pogoj visoko ekološko stanje (VES), za MPVT in UVT pa maksimalni ekološki potencial (MEP). Hidromorfološki pogoji za MPVT in UVT pri MEP so skladni z edinimi vplivi površinskega vodnega telesa, ki se kažejo v umetno ali močno preoblikovanih karakteristikah vodnega telesa takrat, ko so izvedeni vsi omilitveni ukrepi. Ukrepi zagotovijo najboljšo primerjavo ekološkega kontinuuma, posebno z upoštevanjem migracij različnih vrst in bližnjih pogojev za drstenje in odraščanje.

Dva pristopa za določitev MEP:

- Izhodišče za primerne kakovostne elemente so referenčni pogoji. Na osnovi teh so določeni potrebni omilitveni ukrepi za doseganje MEP (vsi omilitveni ukrepi, ki nimajo nasprotnih učinkov na specifično rabo).
- Določitev omilitvenih ukrepov (tistih, ki nimajo nasprotnih učinkov na specifično rabo) in napoved njihovih ekoloških učinkov. Definicija MEP je na osnovi predvidenih ekoloških učinkov omilitvenih ukrepov.

Tri vrste ukrepov, ki jih moramo upoštevati, če želimo doseči MEP:

- Ukrepi za izboljšanje hidromorfološke kakovosti (npr. minimalno valovanje vodne gladine, obnovitev morfološke strukture), vključno z ukrepi za zagotovitev najboljše, približne ocene ekološkega kontinuuma (ribje steze, ustvarjanje in obnova pasov somornice kot so mokrišča in obalni pasovi).
- Ukrepi za izboljšanje fizikalno-kemične kakovosti (pomembni za jezera in akumulacije): npr. zmanjšanje razpršenega in točkovnega onesnaževanja.
- Ukrepi za izboljšanje biološkega stanja: izboljšave habitata, ustvarjanje zatočišč, ribje zaloge, odstranitev nezaželenih vrst (rastline, ribe).

## 5.2 Dober ekološki potencial

Dober ekološki potencial (DEP) in dobro kemijsko stanja sta okoljska cilja za MPVT in UVT, ki morata biti dosežena najkasneje do leta 2015. DEP je definiran kot položaj, kjer so "rahle spremembe v vrednostih ustreznih bioloških kakovostnih elementov v primerjavi z vrednostmi maksimalnega ekološkega potenciala". Pričakovano je, da so hidromorfološki pogoji skladni z doseženimi vrednostmi označenimi za biološke kakovostne elemente. V primerih MPVT sta bila določena dva primera definicije DEP:

- DEP je bil določen z določitvijo "rahlih sprememb" DEP od MEP z obzirom na vrednosti bioloških kakovostnih elementov.
- DEP je bil definiran z izbiro potrebnih omilitvenih ukrepov za doseganje MEP z obzirom na njihovo praktičnost in realizacijo.

Na spodnji sliki je prikazan primerljiv pristop za MPVT in UVT. Referenčni pogoji takšnih vodnih teles so v glavnem odvisni od hidromorfoloških sprememb, ki so nujne za delovanje specifičnih rab. MEP, kot referenčni pogoj za MPVT in UVT, poskuša opisati najboljšo primerjavo z naravnim vodnim sistemom (Kampa in Hansen, 2004).

Pri močno preoblikovanih in umetnih vodnih telesih se vodno telo razvrsti po ekološkem potencialu glede na nižjo vrednost rezultatov biološkega in fizikalno-kemijskega spremljanja stanja za ustrezne elemente kakovosti, opredeljene v skladu s spodnjo preglednico:

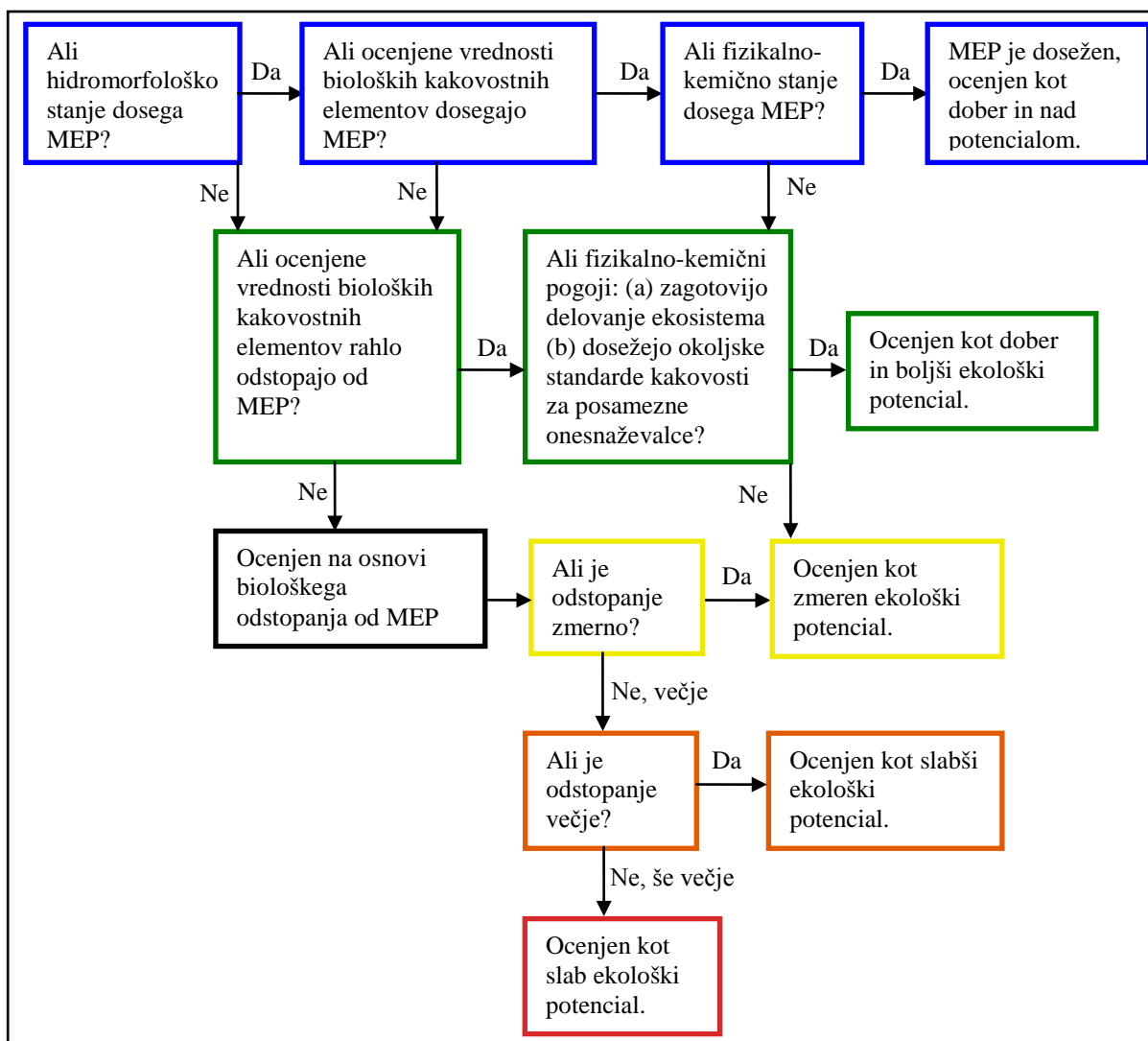
Preglednica 7: Razvrstitev v razrede po ekološkem potencialu (WFD, 2000)

<b>Razvrstitev po ekološkem potencialu</b>
Dober in boljši
Zmeren
Slabši
Slab

Preglednica 8: Definicije za maksimalni, dober in zmeren ekološki potencial (WFD, 2000)

Element	Maksimalni ekološki potencial	Dober ekološki potencial	Zmeren ekološki potencial
Biološki elementi kakovosti	V največji možni meri odražajo vrednosti, ki jih povezujemo z najbolj primerljivim tipom vodnih teles površinske vode, glede na fizikalne razmere, ki so posledica umetnih ali močno preoblikovanih značilnosti vodnega telesa.	Vrednosti so malo spremenjene v primerjavi z vrednostmi pri maksimalnem ekološkem potencialu.	Vrednosti so zmerno spremenjene v primerjavi z vrednostmi pri maksimalnem ekološkem potencialu.  Te vrednosti pomembno bolj odstopajo kot vrednosti pri dobri kakovosti.
Hidromorfološki elementi	Hidromorfološke razmere izkazujejo kot edine vplive na vodno telo površinske vode tiste, ki so posledica umetnih ali močno preoblikovanih značilnosti vodnega telesa, potem ko so bili izvedeni vsi omilitveni ukrepi za zagotovitev najboljšega približka ekološke kontinuitete, zlasti glede selitve živalskih vrst in ustreznih drstitvenih območij in območij razmnoževanja.	Razmere, skladne z doseganjem zgoraj opredeljenih vrednosti bioloških kakovostnih elementov.	Razmere, skladne z doseganjem zgoraj opredeljenih vrednosti bioloških kakovostnih elementov.
Fizikalno-kemijski elementi	Povsem ali skoraj povsem ustrezajo razmeram brez motenj, ki jih povezujemo s tipom vodnih teles površinske vode, ki je najbolj primerljiv s tem umetnim ali močno preoblikovanim vodnim telesom.	Vrednosti so v območjih, ki zagotavljajo delovanje ekosistema in doseganje zgoraj opredeljenih vrednosti za biološke elemente kakovosti.	Razmere, skladne z doseganjem zgoraj opredeljenih vrednosti bioloških kakovostnih elementov.

Shema 5: Vloge bioloških, hidromorfoloških in fizikalno-kemičnih elementov kakovosti v ocenitvi ekološkega potenciala (CIS, 2003)



### 5.3 Alternativna metodologija določevanja DEP za MPVT in UVT

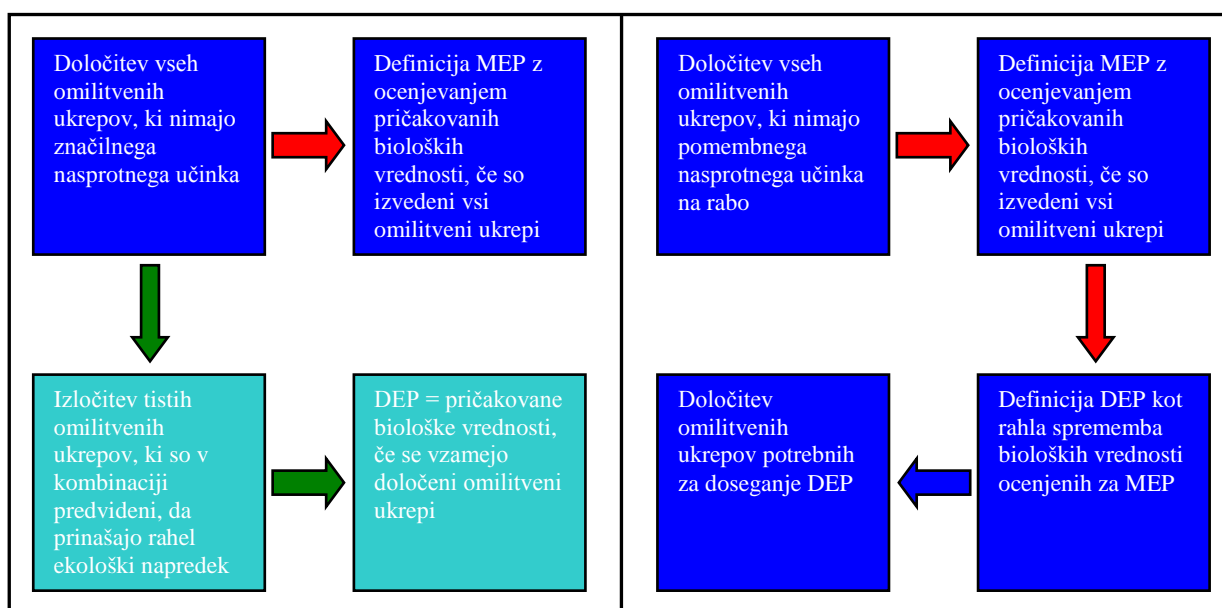
Spodaj opisana metoda definira DEP v odvisnosti od bioloških kakovostnih elementov in fizikalno-kemijskih kakovostnih elementov, ki so pod vplivom močno preoblikovanih značilnosti. Zaradi tega ne morejo doseči DES brez izvedenih ukrepov, ki bi imeli značilen nasproten učinek na širše okolje ali na rabo vodnega telesa, ki je odvisna od preoblikovanj. Za druge kakovostne elemente so njihove vrednosti za DEP pričakovano enake kot vrednosti DES pred hidromorfološkimi preoblikovanji.

Spodnja shema prikazuje glavne korake, ki so vključeni v alternativni pristop definiranja DEP (leva stran slike) in primerjave z glavnimi koraki, ki so definirani v CIS (CIS, 2003) (desna stran slike)

Prvi korak alternativnega pristopa je podoben koraku, definiranim v CIS. Vsi omilitveni ukrepi so določeni, da bodo:

- izpolnili ekološke izboljšave,
- ne bodo imeli značilnih nasprotnih učinkov na širše okolje,
- nimajo značilnih nasprotnih učinkov na rabo vode, ki se sklicuje na močno preoblikovane ali umetne značilnosti.

Shema 6: Alternativna in CIS metoda definiranja DEP (SSG WFD & Hydromorphology, 2006).



Koraki, vključeni v definiranje DEP z alternativno metodo (leva stran) v primerjavi z ustreznimi koraki, ki jih predlaga CIS (desna stran); rdeče puščice: koraki, ki sledijo CIS metodi, zeleni puščici: sprememba CIS metode

Alternativni pristop določa za oceno bioloških vrednosti MEP uporabo enake metode, kot je prvoten pristop, ali pa z ocenjevanjem izboljšav tekočih vrednosti bioloških kakovostnih elementov, ki so lahko dosežene z izvedbo vseh omilitvenih ukrepov.

V kontrastu s prvotnim pristopom je zanesljivost definicije DEP alternativnega pristopa neodvisna od zanesljivosti ocenjenih bioloških vrednosti MEP. DEP je definiran kot pričakovan ekološki pogoj po izvedbi vseh omilitvenih ukrepov, razen tistih, ki bi v kombinaciji prinesli le rahel ekološki napredek k MPVT ali UVT.

Tehnično bistvo pristopa je določevanje ekološko-učinkovitih omilitvenih ukrepov, ki so združljivi z rabo vode in nimajo nasprotnih učinkov na širše okolje. Ekološki pogoji, predvideni kot posledica omilitvenih ukrepov, so uporabljeni za oceno bioloških kakovostnih elementov pri DEP. Tehnični pristop ni tako zapleten, kot so določene vrednosti za DEP. Ne zanašajo se na natančnost in točnost ocenjenih vrednosti za MEP bioloških kakovostnih elementov. To naredi definicijo alternativnega pristopa manj naklonjeno k napaki.

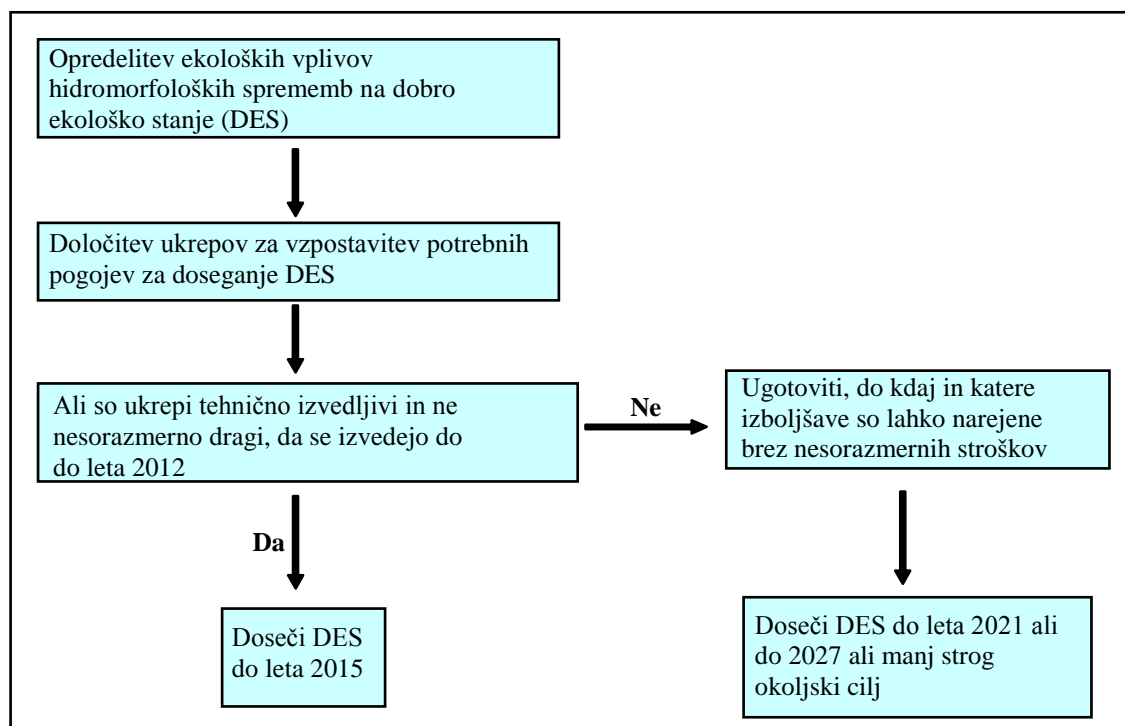
Razlika med obema pristopoma med MEP in DEP v ekoloških kakovostnih pogojih bo majhna. Ekološko gledano bo DEP predstavljal enako stopnjo ambicij ne glede na uporabo teh dveh pristopov (SSG WFD & Hydromorphology, 2006).

#### **5.4 Splošen pristop določanja ukrepov**

Veliko število vodnih teles po vsej Evropi po vsej verjetnosti ne bo doseglo dobrega ekološkega stanja, ki je glavni cilj vodne direktive. Za velik delež teh vodnih teles obstaja tveganje, da ne bodo dosegla DES zaradi sprememb strukturnih značilnosti (to so morfološke značilnosti) in povezanih vplivov na njihov vodni tok in nivo gladine (to so njihove hidrološke značilnosti). Velik delež vodnih teles po Evropi je določenih kot kMPVT, manjši delež pa predstavljajo umetna vodna telesa. MPVT so bistveno spremenjena v karakterju zaradi hidromorfoloških sprememb, ki včasih vključujejo tudi spremembo v kategoriji vode (npr. vodno telo se je spremenilo iz reke v akumulacijo kot rezultat pregrade). Poseben cilj za MPVT in UVT je DEP, ki predstavlja rahlo nižji potencial od najboljšega. Maksimalni ekološki potencial je lahko dosežen brez značilnih nasprotnih učinkov na specifično rabo vode in je odvisen od sprememb ali širšega okolja.

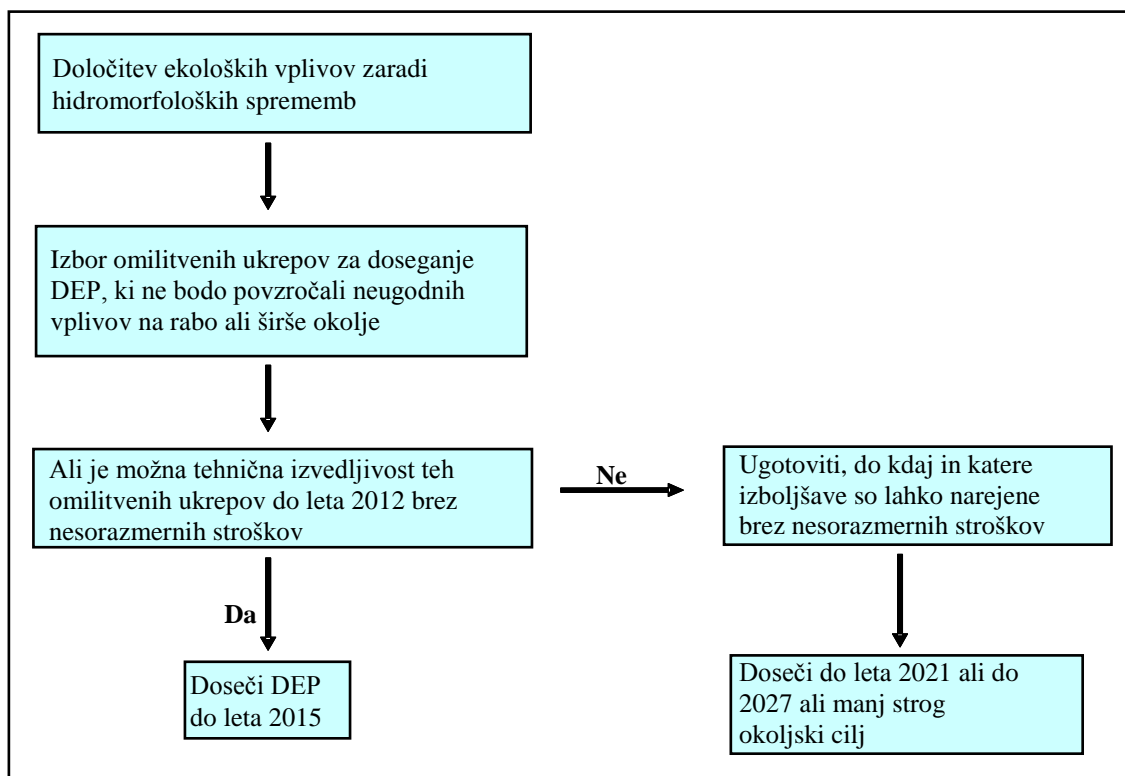
Človeške aktivnosti se kažejo v številnih spremembah. Kakorkoli, veliko fizičnih sprememb ne služi le eni, temveč različnim rabam vode: so večnamenske spremembe. Ukrepi za izboljšanje ekološkega stanja ne morejo vedno biti tako zapleteni. V praksi je povezava med rabami, spremembami, stanjem in ukrepi lahko zelo zahtevna. Splošen pristop določanja potrebnih obnovitvenih ukrepov za vodna telesa, za katere obstaja tveganje, da ne bodo dosegla dobrega stanja do leta 2015 zaradi hidromorfoloških sprememb je predstavljen na shemi 7. Dodaten primerljiv pristop je določanje omilitvenih ukrepov za MPVT in UVT, ki je predstavljen na shemi 8.

Shema 7: Izbor obnovitvenih ukrepov in načrtovanje ciljev za vodna telesa s hidromorfološkim tveganjem (SSG WFD & Hydromorphology, 2006)





Shema 8: Izbor omilitvenih ukrepov in načrtovanje ciljev za MPVT in UVT (SSG WFD & Hydromorphology, 2006)



Hidromorfološke spremembe površinskih vodnih teles glede na rabo vode lahko povzročijo kasnejše vplive na ekološko stanje vodnih teles. Tako je lahko kontinuiteta površinskih voda pogosto prekinjena z jezovi, ki so namenjeni za plovbo ali proizvodnjo električne energije. Takšne zgradbe ponavadi motijo naravni transport sedimentov in gibanje rib. To ima lahko znatne nasprotne učinke na naravne vodne skupnosti. V večini primerov posamezni ukrep ne zadostuje za izboljšanje ali blaženje negativnih ekoloških vplivov zaradi hidromorfoloških sprememb. Za blaženje negativnih hidromorfoloških sprememb se lahko uporabi tudi kombinacija različnih ukrepov.

Pri premišljevanju o obnovitvenih in omilitvenih ukrepov bo potrebno narediti presojo o stroškovni učinkovitosti posameznega ukrepa in praktičnosti izvedbe. Pri izbiri primernih ukrepov ali kombinaciji ukrepov bo potrebno računati na vodne upravitelje ter lokalne in regionalne oblasti. Ti bodo morali biti sposobni določiti, katere spremembe dejansko predstavljajo značilno ekološko tveganje in nato določiti primerne stroškovno ugodne ukrepe, ki se bodo izbrali iz seznama potencialnih omilitvenih ukrepov (preglednica 9). S tem se bodo

preprečila, izboljšala ali omilila ekološka tveganja. Paziti je potrebno pri ukrepih, ki nimajo nasprotnega učinka na rabo vode, in so vseeno neprimerna zaradi nasprotnega učinka na drugo rabo vode (SSG WFD & Hydromorphology, 2006).

Preglednica 9: Generični seznam potencialnih omilitvenih ukrepov

<b>Potencialni omilitveni ukrepi</b>
S primernim režimom obratovanja elektrarn zagotoviti najmanjši možni vpliv na vodni ekosistem
Čiščenje plavin in odlaganje na urejene deponije
Omogočanje transporta plavnega lesa dolvodno
Ureditev zatokov
Ureditev stez prehodov za ribe in omogočena gor in dolvodna in lateralna migracija
Ureditev in drstišč
Ureditev bivališč za živali (na kopnem)
Ureditev gnezdišč za ptice
Lovilniki olj in maščob in drugi tehnični ukrepi
Najmanjše poseganje v dele naravnih vrednot in kulturne dediščine
Približati se naravnemu sezonskemu pretočnemu režimu (dinamika (hitrost) in količina)
Bogatenje podtalnice
Omogočiti poplave z majhno povratno dobo (s tem se vrnemo k naravni dinamiki vodotoka) – povečanje poplavnih prelivov
Omilitev usedanja sedimentov gorvodno od jezua
Preprečitev eutrofikacije akumulacij
Ureditev obrežne tipične (izrinjene) vegetacije
Ustvarjanje prodišč – premajhna prodonosnost (pomemben življenjski prostor določenim živalim)
Poglabljanje nekaterih območij v rečni strugi – omogočanje skrivališč in drstitvenih območij za ribe in druge vodne organizme
Ureditev, ustvarjanje mrtvic
Odstranjevanje drenažnih jarkov
Ustvarjanje nizkih pregrad iz kamnov (preprečevanje erozije, zaščita habitatov)
Gradnja prepustov v nasipih
Rekonstrukcija jezov
Izboljšanje obrežnega pasu (zaščita pred erozijo)
Oskrba dna struge z materialom različnih frakcij
Obnova naravnih kapacitet vode
Obnova poplavnih ravnin, povečanje zadrževanja voda
Instalacija sistema za upravljanje s podtalnimi vodami
Izboljšanje transporta sedimentov z boljšim upravljanjem s pregrado
Zamenjava turbin s turbinami, prijaznimi za ribe
Odstranjevanja mulja iz dna zajezev (akumulacij)

## **6 HIDROENERGETSKA RABA, FIZIČNE SPREMEMBE IN VPLIVI NA HIDROMORFOLOGIJO**

### **6.1 Uvod**

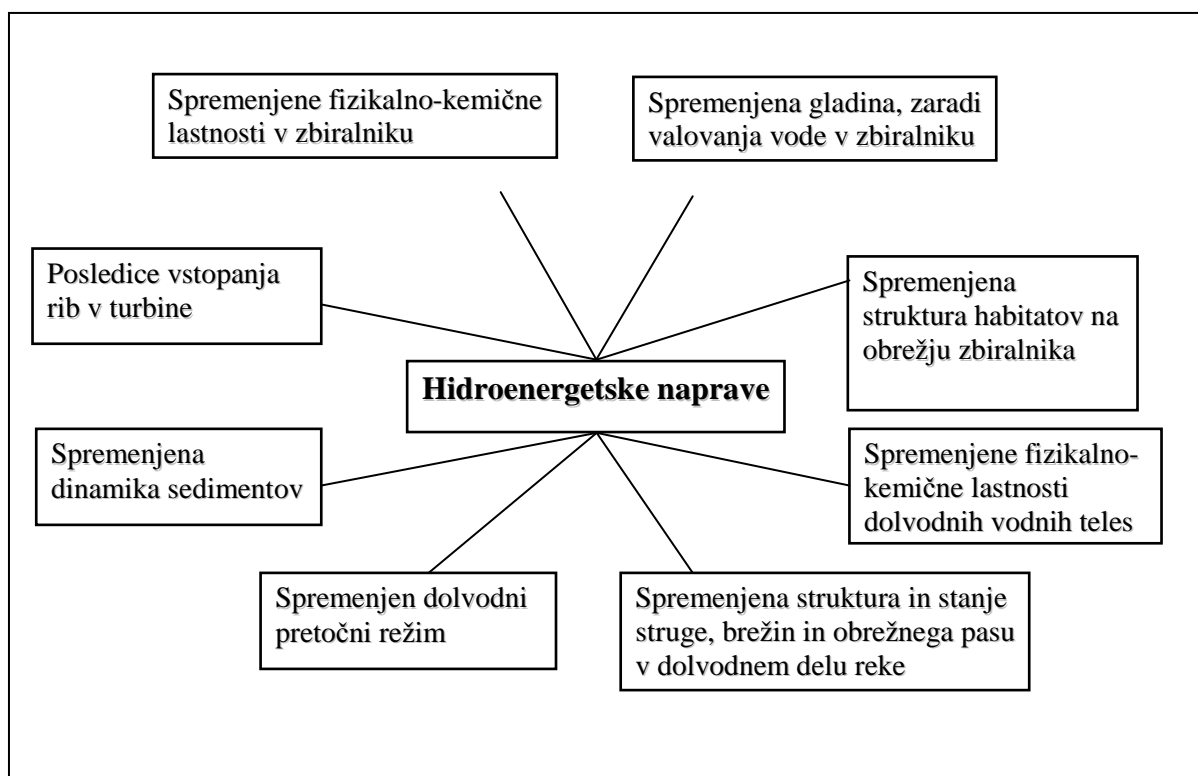
Kot je prikazano v določitvenem testu za MPVT in UVT, mora biti ocenjeno, ali so zaznane spremembe v hidromorfologiji VTPV, te pa je potrebno tudi podrobneje evidentirati. Značilni antropogeni pritiski in posledični vplivi morajo biti nadaljnje raziskani in opisani kot del karakterizacije površinskih vod. Karakterizacija vključuje določitev in opis specifičnih rab, značilnih antropogenih pritiskov in značilne vplive teh pritiskov na hidromorfologijo. V primerih močno preoblikovanih vodnih teles, to vključuje opis in ocenitev rab, fizičnih sprememb in značilnih vplivov na hidromorfologijo. Sledi opis izrazov:

- "Specifična raba": (i) dejavnosti, katerih namen je proizvodnja električne energije, shranjevanje vode, oskrba s pitno vodo, namakanje; (ii) plovba, pristaniške kapacitete, rekreacija; (iii) vodne regulacije, poplavna zaščita, dreniranje; (iiii) druge, enako pomembne aktivnosti trajnostnega razvoja.
- "Pritisk" zaradi antropogene dejavnosti (specifične rabe), ki lahko vpliva na vodno telo. Preučiti je potrebno točkovne in razpršene onesnaževalce, spremembe vodnega režima (odvzemi vode, regulacije vodnega toka), spremembe morfologije vodnega telesa in druge človekove aktivnosti, ki bi lahko imele vpliv. Pritisk je direktna ali indirektna posledica specifične rabe, definirane pod pogoji okoljske spremenljivosti, h kateri so izpostavljena vodna telesa in sprejemniki (receptorji).
- "Fizične spremembe" so definirane kot preoblikovanje hidromorfologije vodnega telesa zaradi človekovih aktivnosti. Fizična sprememba oziroma preoblikovanje je sprememba povzročena reki, ki je lahko odgovorna, da reka ne bo dosegla DES.
- "Vpliv" je sprememba vrednosti kakovostnih elementov posledično od enega ali več pritiskov, ki pa lahko vodijo, da ne dosežemo okoljskih ciljev. Elemente, ki jih je

potrebno upoštevati so: rečna kontinuiteta, hidrološki režim (količina in dinamika rečnega toka, povezava z podtalnimi vodnimi telesi, zadrževalni čas v jezerih), morfološki pogoji (sprememba rečne širine, sprememba globine, sestava substrata struge, sestava obrežnega pasu) in režim plimovanja (pretok somornice, smer prevladujočega poteka obalne vode in izpostavljenost valovom za somornico in obalne vode) (Kampa in Hansen, 2004).

Hidroenergetska raba je značilno povezana z nizom hidromorfoloških sprememb s potencialnimi negativnimi ekološkimi posledicami. Dejanski obseg sprememb, predstavljenih v Shemi 9, je odvisen od značilnosti lokacije in načina upravljanja. Zato je določitev potrebnih ukrepov bolj odvisna od sprememb, ki so bile narejene na sami rabi. Stopnja nasprotnih ekoloških ukrepov učinkuje na spremembe, ki so povezane s spodnjo shemo, odvisno od posameznih značilnosti prizadetega vodnega telesa (SSG WFD & Hydromorphology, 2006)

Shema 9: Pregled sprememb in vplivov, povezanih s hidroenergetskimi jezovi skupaj s kasnejšimi biološkimi spremembami (SSG WFD & Hydromorphology, 2006)



Na primer, če riba zaradi naravnih vzrokov ne migrira v del reke, kjer je locirana pregrada, potem pregrada nima nasprotnih učinkov na migracije rib. Vendar je primerno izvesti ukrepe za izboljšanje ekološke kontinuitete reke in vrednosti bioloških elementov brez nasprotnih učinkov na specifično rabo vodnega telesa.

## **6.2 Metode za opis specifičnih rab in fizičnih sprememb**

Za opis specifičnih rab ne obstaja nobena metoda; rabe preprosto kakovostno opisujemo. V večini primerov so specifične rabe predstavljene v kombinaciji s fizičnimi spremembami in pogosto opisane za vsako prepoznano VTPV posebej. Za opis fizičnih sprememb v primerih MPVT lahko uporabimo zelo kakovostne ali preproste opisne poti poročanja ali pa natančne metode ocenjevanja stopnje fizične spremembe. Nekateri preprosti parametri in uporabljene metode za ocenitev prisotnosti fizičnih sprememb so:

- primerjava karakteristik vodne strukture med preteklostjo in sedanjostjo (npr. dolžina rečnega profila, širina, sprememba širine, število otokov),
- število jezov na kilometer in njihove glavne značilnosti, prav tako tudi prehodnost za ribe,
- predstavitev povečanih neposrednih človeških vplivov na karti.

## **6.3 Metode za oceno vplivov na hidromorfologijo**

Metode za oceno vplivov na hidromorfologijo so obravnavane ločeno. Vplivi se posebej ocenjujejo za hidrologijo in posebej za morfologijo.

### **6.3.1 Ocena vplivov na hidrologijo**

S preprostimi parametri in tehnikami presoje, tako kvalitativnimi in kvantitativnimi, lahko določimo spremembe in vplive na hidrologijo vodnih teles. Kvantitativni opis hidrologije je nujen, saj omogoča ocenitev hidroloških vplivov na ekološke pogoje. Primeri parametrov, uporabnih na rekah, so:

- spremembe v nivoju podtalnice,
- pokazatelji regulacije vodne gladine,
- sprememba maksimalnega in minimalnega rečnega pretoka pred gradnjo zadrževalnika,
- primerjava povprečnega letnega pretoka in procent ledenega pokrova pod naravnimi in reguliranimi pogoji,
- kvantitativna primerjava podatkov pretoka z naravnimi sezonskimi vzorci pretoka,
- jasna raba elementov VD in kakovostna ocenitev: količina pretoka (preprosto ocenjen kot tekoči, miren ali suh), dinamika pretoka (ocenjen v pogojih spremembe toka).

### 6.3.2 Ocena vplivov na morfologijo

Za oceno vplivov na morfologijo lahko uporabimo naslednje parametre:

- grafična primerjava naravnih in umetnih linearnih profilov,
- uporaba vijugavosti za določitev velikosti h kateri se vodotok obrača,
- vrednotenje kvalitete strukture brežin v kombinaciji s faktorji vijugavosti, zemeljske rabe, prisotnosti nasipov na osnovi pregleda območij in raziskave aeroposnetkov,
- razmerje širine in globine,
- razmerje transporta sedimentov.

Drugi parametri, ki jih lahko uporabimo za določitev morfoloških vplivov in sprememb zaradi hidroenergetske rabe, so:

- primerjava sedanje oblike zadrževalnika hidroelektrarne z obliko hidroelektrarne pred zaprtjem jezua,
- račun % spremembe območja in obsega zadrževalnika med sedanjo in preteklo situacijo; spremembe so pomembne v pogojih, kadar imajo vpliv na biotop, kadar se obseg poveča za 20 % in ko se površinsko območje podvoji.

Glede na končni upravljavski dokument MPVT in UVT, sta kvalitativni in kvantitativni tehniki lahko uporabljene za ocenitev vplivov na hidromorfologijo posredno iz fizičnih sprememb. Raziskovani elementi naj bi vključili elemente, ki se nanašajo na VD: rečna kontinuiteta, hidrološki režim, morfološki pogoji, režim valovanja (Kampa in Hansen, 2004).

Preglednica 10: Hidroenergija kot specifična raba ter posledične fizične in hidromorfološke spremembe (Kampa in Hansen, 2004)

<b>Fizična sprememba</b>	<b>Sprememba v hidromorfologiji</b>
<p><u>Reke: struge/rečna korita</u> Hidroenergetske postaje/jezovi Zadrževalniki/zbiralniki Odbojne zgradbe Lovilne odprtine za vodo Strukture za zabavo Vodovodi in akvadukti Jezovi Izravnava Kanaliziranje Čiščenje (odstranjevanje kamenja, poglobljanje) <u>Reke: brežine/obrežni pasovi</u> Utrditev brežin/fiksacija Odstranitev obrežnega gozda</p>	<p><u>Reke: hidrološke spremembe/vplivi</u> Motnja rečne kontinuitete Umetni pretočni režim (gorvodno in dolvodno) Sprememba rečnega ustja v jezero Zmanjšan pretok in izsuševanje Zmanjšana hitrost pretoka Zmanjšan pretok v strugi Motenje naravne periodike v pretočnem režimu Ekstremne konične amplitude Zmanjšane poplavne konice Zmanjšan pojav velikih poplav Izguba dna zaradi izpiranja (poplave) Sezonske spremembe v pretočnem režimu Prečni transport po porečju Sprememba skupne oskrbe z vodo po segmentih reke Stalen odklon/nični pretok dolvodno Zmanjšanje ledenega pokrova/sprememba porazdelitve letnega pretoka Povečan ledeni pokrov od jezov gorvodno <u>Reke: morfološke spremembe/vplivi</u> Spremenjen linearni profil/ sprememba v rečnem profilu Sprememba v površini in obsegu zadrževalnikov Motnja/zmanjšanje transporta sedimentov Sprememba v morfologiji rečnega dna Zmanjšana raznolikost rečnega korita Nabiranje sedimentov na dnu zadrževalnika/pred jezom Spremenjena morfologija dolvodno od jezov Nabiranje sedimentov v zgornjih delih reke/zmanjšana kapaciteta rečnega transporta Zmanjšano nabiranje suspendiranih materialov Motnja transporta podrastja Sprememba raznoliškega substrata v fine drobne sedimente Nezadostna oskrba delt s sedimenti Erozija dolvodno od jezov Nižja stopnja povezanosti rečnega in obrežnega ekosistema Zmanjšana raznolikost obrežne strukture Ločitev/omejitev naravnih poplavnih ravnin Omejitev obrežne cone</p>
<p><u>Jezera: porečja/struge</u> Hidroenergetske postaje/jezovi Zadrževalniki/zbiralniki <u>Jezera: obalne linije</u> Odstranitev obrežnega gozda</p>	<p><u>Jezera: hidrološke spremembe/vplivi</u> Regulacija gladine jezer/zadrževalnikov Povečanje stopnje valovanja jezer/zadrževalnikov Nizek pretok vode Zmanjšanje vodne gladine med trajanjem ledenega pokrova – velika območja pod vplivom ledu <u>Jezera: morfološke spremembe/vplivi</u> Erozija robov jezer/morfološke spremembe obalne cone Sprememba obrežne vegetacije/obrežne morfologije</p>

\* Fizične spremembe in morfološke spremembe v isti vrstici niso nujno vzajemne. Preglednica se v osnovi bere navpično

## 6.4 Okoljska ocena vplivov

Velike pregrade in jezovi imajo značilne nasprotno učinke na fizikalno-biološko in človekovo okolje. Preko širokega geografskega območja lahko povzročijo nezaželeno škodo za okolje in ljudi. Okoljska ocena vplivov pomaga prepoznati takšne posledice zato, da se lahko blažilni ukrepi in monitoring dovolj zgodaj vključijo v načrtovanje in izvedbo.

Preglednica 11: Okoljska ocena vplivov pregrad in jezov (Ababa, 2000)

Okoljska ocena vplivov pregrad in jezov		
Posledica	Vzrok	Vpliv
Sprememba mikroklimе	Ustvarjanje velikega površinskega območja za evapotranspiracijo	Povečana evapotranspiracija vodi k spremembami v temperaturi, megli in letnimi vzorci padavin
Izguba habitata Zmanjšanje obsega naravnega okolja Preseganje nosilnosti naravnega okolja	Razlastitev zemljišč za razvoj pregrad in jezov Pospešen razvoj Koristna raba naravnih virov	Zamenjava dragocenih habitatov s pregradami ali jezovi Zmanjšanje obsega naravnega okolja med fazo gradnje Povečana poseljenost presega ekološko nosilnost območja Povečan pritisk na naravne vire zaradi novih dejavnosti Prodiranje antropogenih dejavnosti v območja, ki so bila pred tem zaščitena
Vplivi ovir Oviranje migracijskih poti Sprememba vodnega režima	Kontrola vzorcev vodnega toka Gradnja zadrževalnih objektov na vodotoku	Poplave, spremenjen tok ali gladina podtalnice učinkujejo na favno in floro Pregrade ali podobni objekti predstavljajo oviro za tamkajšnjo favno Vključitev sprememb vodnega toka k naravni vegetaciji Blokiranje ribjih migracij s tehničnimi napeljavami in ureditvami Motnja območja namenjenega za hranjenje in drstenje določenih vrst
Sprememba vodnega režima Zmanjšana kakovost vode in povečana onesnaženost	Potrošnja vode	Povečanje ali zmanjšanje poplavnih konic Zmanjšanje celotnega vodnega pretoka zaradi povečane evapotranspiracije Zmanjšana kakovosti vode zaradi manjšega pretoka Onesnaženje vodnih virov med fazo gradnje Povečane koncentracije hranil vodijo k nekontrolirani evtrofikaciji Vplivi plovbe, ribištva, oskrbe s pitno vode in kmetijstva povzročajo dolvodne sezonske spremembe pretoka Sprememba nivoja podtalnice sosednjih območij

se nadaljuje....



nadaljevanje...

Erozija Transport sedimentov	Sprememba vodnega toka	Povečana zemeljska erozija v ranljivih območjih Pospešen transport sedimentov in hranil v vodotoku
Izguba značilnih lokacij Ogrožanje kulturnih znamenitosti	Razlastitev zemljišč za razvoj pregrad in jezov	Možnost potopitve kulturnih in zgodovinskih območij ali objektov
Izguba privlačnih vizualnih lokacij Estetika Turistični potencial	Motnja naravnega okolja Preoblikovanje rečnega sistema	Sprememba smeri vodotoka zaradi fizičnih sprememb Ustvarjanje okoljskih "brazgotin" Izguba turističnih lokacij ob reki
Premestitev ljudi	Razlastitev zemljišč za razvoj pregrad in jezov	Možnost za premestitev ljudi
Dostopnost Izkoriščanje vodnih virov	Regulacija pretoka	Zmanjšana dostopnost vode za pitje, namakanje zaradi zmanjšanja pretoka Spremembe v gladini podtalnice zaradi regulacij Gorvodni in dolvodni konflikti uporabnikov vodnih virov
Ustvarjanje novih prehranjevalnih možnosti Zmanjšanje dolvodnih prehranjevalnih možnosti	Pospešen razvoj okoli pregrad  Dolvodna raba vode	Usedanje sedimentov vodi k manjši produktivnosti v kmetijstvu in ribištvu Spremembe vodnega režima negativno vplivajo na ribe Povečana dostopnost vodi k novimi aktivnostmi, ki zamenjajo naravno okolje Odobritev zamenjave drugih aktivnosti na akumulaciji glede na ekološko ranljiva območja
Rast prebivalstva Socialno-kulturni konflikt	Pospešen razvoj	Potencialni konflikt med skupinami nove populacije in prvotnimi prebivalci Spremembe v tradicionalnem življenjskem cilju Povečan pritisk na naravne vire
Tveganje z okužbami in boleznimi pri nastanku nesreč	Zdravje in varnost	Ustvarjanje ugodnih pogojev za rast organizmov, ki širijo bolezni Povečanje razsežnosti infekcij zaradi rasti prebivalstva Tveganje, da so rezervoarji vode uporabljeni kot vir pitne vode Osebna izguba in materialna izguba zaradi nedelovanja pregrade, plazov in poplav Spremembe tektonskih aktivnosti, ki vodijo k potresom in plazom

\* Posledice, vzroki in vplivi v isti vrstici niso nujno vzajemni. Preglednica se v osnovi bere navpično

## 7 VPLIVI HIDROENERGETSKE PREGRADE

Zgrajene hidroenergetske pregrade so zelo pomemben element zemeljskega hidrološkega sistema, saj spreminjajo dinamiko pretočnih režimov. V času visokih pretokov pregrade zadržijo vodo v akumulacijah, ki jo nato lahko izkoristijo za potrebe oskrbe ljudi med časom, ko so pretoki premajhni. Hidroenergetske pregrade zagotavljajo koristi milijonom ljudi po svetu (McCartney et al., 2000). Nasprotno pa so mnogi utrpeli nezaželene okoljske vplive in posledice, ki jih takšne pregrade povzročajo.

Globalno gledano akumulacije za potrebe električne energije obsegajo 600000 km<sup>2</sup> (večja površina kot Severno morje). Zanimivo je, da so zaježitve vode po vsem svetu povzročile zmanjšanje gladine morja za 3 cm in da je koncentracija zgrajenih akumulacij v zadnjih 40. letih povzročila hitrejša vrtenja Zemlje (Rosenberg et al., 1997).

Koristi proizvodnje vodne energije:

- obnovljiva: uporaba hidrološkega kroga, ki se ujema z neskončnim časovnim krogom izhlapevanja in padavin,
- čista: pri proizvodnji električne energije so nične emisije in z njeno uporabo se lahko izognemo tudi drugim virom onesnaževanja, ki ga na drugi strani povzročajo termoelektrarne,
- zanesljiva: je hitra, prilagodljiva in stalen proizvodnji vir, ki pomaga vzdrževati zanesljivo električno omrežje,
- poceni,
- ponuja rekreacijske možnosti: možnost ribarjenja, vodnih športov, čolnarjenja in drugih enako pomembnih rekreacijskih aktivnosti,
- ponuja večnamenske projekte: druge večnamenske rabe akumulacij vključujejo s poplavno kontrolo, plovbo in industrijsko, mestno ter kmetijsko oskrbo z vodo (Vir: [www.sustainableenergy.org/resources/technologies/hydropower.htm](http://www.sustainableenergy.org/resources/technologies/hydropower.htm)).

Poleg zgoraj naštetih koristi ima proizvodnja vodne energije tudi negativne učinke. Pregrade spremenijo vzorce dolvodnih pretokov, sedimentov in hranil ter temperaturo vode in njene kemične lastnosti. Na pregrade lahko gledamo kot na antropogene spremembe, ki motijo

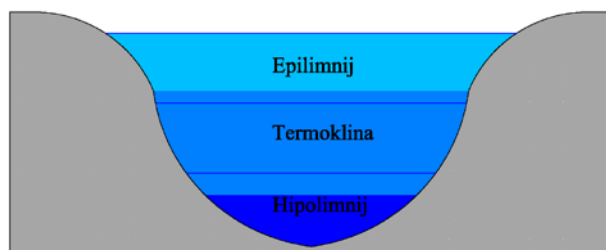
dinamične procese in tako vplivajo na ekološko raznovrstnost naravnih sistemov. Moten je rečni kontinuum, gorvodne/dolvodne spremembe biotičnih/abiotičnih parametrov in procesov. Te spremembe imajo znotraj rečnega sistema značilen vpliv na količino transporta in zadrževanja. V nadaljevanju so posebej ločeni gorvodni in dolvodni vplivi pregrade, ki se delijo na primarne in sekundarne.

Veliko pregrad je bilo zgrajenih in so obratovale brez pozornosti na rečno ekologijo. Nekatere pregrade so vključevale ali pa še vedno vključujejo ekološko prijazne ukrepe (npr. ribje steze). Pregrade opustošijo pokrajino in življenje ob in v reki sami. Vodni organizmi so posebno občutljivi na spremembo habitata, pretokov, morfologije, hidrogeologije ter termalne in kemične spremembe akumulacije. Obnovitve rečnih procesov in ekoloških funkcij rek se lahko izvajajo z različnimi načini. Možen način je tudi zamenjava pregrade ali pa porušitev. Slednja pride v poštev pod posebnimi pogoji, saj povzroči velike rečne spremembe, ki se občutijo gorvodno in dolvodno od porušene pregrade. S poružitvijo se na reki začnejo intenzivni hidromorfološki procesi (Katopodis in Aadland, 2005).

## **7.1 Gorvodni vplivi pregrade**

### **7.1.1 Primarni vplivi:**

- Termalni režim: akumulacije se obnašajo kot termalni regulatorji. To pomeni, da so sezonska in kratkotrajna valovanja v temperaturi regulirana. Velika masa mirne vode v akumulaciji dopušča segrevanje vode in ustvarja značilen sezonski vzorec termalnega obnašanja. Formirajo se tri termalne plasti vode: epilimnij (topla, dobro premešana zgornja plast - voda nad termoklino v razslojenem vodnem telesu), termoklina (sloj toplotno razslojenega vodnega telesa z najvišjim temperaturnim gradientom) in hipolimnij (voda pod termoklino v razslojenem vodnem telesu, ki je odmaknjena vplivom iz površine in ima relativno majhen temperaturni gradient).



Slika 3: Poletna plastovitost

Pri večji zemljepisni širini je kontrolni faktor termalne stratifikacije vnos sončne energije. Faktorji, ki vplivajo na termalno stratifikacijo, so tudi oblika akumulacije, topografija, veter, pritoki, odtoki iz akumulacije. V primeru zamrznjene vode ni vpliva vetra na termalno stratifikacijo.

- Sedimentacija: mnoge akumulacije shranijo skoraj celoten prinos sedimentov po reki. Strokovnjaki ocenjujejo, da je vsako leto zaradi pregrad ujetih približno 50 km<sup>3</sup> sedimentov. Učinkovitost odlaganja sedimentov je odvisna od: (i) velikosti prispevne površine akumulacije, (ii) značilnosti prispevne površine (geologije, zemljine, topografije in vegetacije), ki učinkuje na donos sedimentov in (iii) razmerja med rečnimi pretoki in kapaciteto hranjenja akumulacije. Vnos sedimentov se poveča v primeru poplav.
- Izhlapevanje/toplogredni plini: akumulacije močno povečajo rečno površino, iz katere se pojavlja izhlapevanje, ki je odvisno od velikosti in klimatskih pogojev, kateri uravnavajo potencialno izhlapevanje (prevladujoče sevanje in temperatura). Izhlapevanje je večje v akumulacijah z večjo površino v vročih in suhih podnebjih.

Posebna pozornost je namenjena tudi potencialnemu izpuščanju toplogrednih plinov iz akumulacij, posebno metana, ki nastane kot posledica potopitve biomase in organskih snovi.

- Kvaliteta vode: shranjena voda povzroča fizikalne, kemične in biološke spremembe vode, vse to pa vpliva na njeno kakovost. Kemična sestava stoječe vode je lahko posebno

drugačna od vode, ki priteče. Velikost pregrade, njena lokacija v rečnem sistemu, geografska lokacija in zadrževalni čas vode spreminjajo kvaliteto vode.

#### 7.1.2 Sekundarni vplivi:

- Oblika porečja in substrat: takoj ko pregrada začne delovati, se začne odlaganje sedimentov. Posledica je sprememba kapacitete uskladiščenja akumulacije in substrata porečja. Natančne spremembe se razlikujejo glede na specifične pogoje prispevne površine (prispevno območje, topografija in geologija). Proces sedimentacije je pravzaprav enak za vse akumulacije. Ko voda priteče v akumulacijo, se ji zmanjša hitrost in turbulenca in, kot posledica, se začne nalaganje sedimentov na dno, vendar se sedimenti nalagajo tudi v zgornjem delu rečne struge. Posledica ekstenzivnega nalaganja sedimentov je lahko ponovno aktivirana ob pojavu poplav, ko voda odnaša material skozi odtočne zapornice.
- Plankton: hidrološke, termalne in kemijske značilnosti umetnih jezer so edinstvene. Lastnosti primarne produkcije so zelo specifične. V vseh akumulacijah je primarna produkcija predvsem zaradi aktivnosti fitoplanktona. Če se pregrada zapre, se ob napolnitvi akumulacije lentični sistem sam po sebi uredi. Pozneje se pojavi eksplozija mikrobiološke populacije, zaradi izpusta hranil iz potopljenih organskih snovi. To vzpostavi enako hiter razvoj fitoplanktona, kateri izkorišča sončno energijo. Razmerje razvoja planktona se bo odražalo glede na značilnosti pritokov.

Najbolj pomembna kontrola nad vzorcem primarne produkcije znotraj akumulacije je zadrževalni čas pritokov in razmerje sedimentacije anorganskih in organskih snovi. Kratki zadrževalni časi so pogosto povezani z visoko turbulenco, mešanjem vodnega telesa in pomanjkanjem termalne stratifikacije. Fitoplankton potrebuje za razvoj minimalni zadrževalni čas. Tako se kvantiteta jezerskega planktona nagiba k nasprotno sorazmerni hitrosti vodnega toka.

V zmernih in visokih zemljepisnih širinah je populacija planktona najnižja v zimskem času in najvišja med vročimi poletji.

- Perifiton: je združba vodnih organizmov, pripetih ali prilepljenih na ukoreninjene vodne rastline nad dnom vodnega telesa. Perifiton je prisoten v vodotokih in v litoralu stoječih voda. Združbo predstavljajo primarni producenti (zelene alge, diatomeje in cianobakterije), glive, protozoi (večinoma migetalkarji, bičkarji in korenonožci) in mnogoceličarji (kotačniki, gliste in trebuhodlačniki). Najpomembnejši del perifitonske združbe predstavljajo alge, ki odražajo kemijske spremembe v okolju. Na prisotnost vrst in sestavo združbe vpliva hidroenergetska pregrada z različnimi okoljskimi dejavniki: kamninsko sestavo, tipom substrata, hitrostjo vodnega toka, kemijsko sestavo vode, količino svetlobe, temperaturo, stopnjo organske obremenitve in toksičnostjo vodnega okolja.
- Vodni makrofiti: sestavljajo jih tri sistematsko različne skupine rastlin, kot so alge, mahovi, in višje vodne rastline. Njihova skupna lastnost je, da živijo v vodi in sicer kot prosto plavajoče rastline ali pa so pritrjene na dno. Manjša vodna gladina lahko pospeši rast makrofitov. Njihova sposobnost naseljevanja območij je omejena z večjimi spremembami v vodni gladini in pomanjkanjem svetlobe v globinah.
- Obrežna vegetacija: obrežni ekosistem se bo spremenil takrat, ko se bo spremenilo sosednje vodno okolje. Največji gorvodni vpliv pregrade na obrežno vegetacijo je potopitev biomase. V suhih predelih lahko plitva podtalnica v bližini akumulacije, zagotavlja vodo vegetaciji skozi celo leto. Nihanje vodne gladine akumulacije ima lahko negativne vplive na bližnje rastline. Če vzorec valovanja vodne gladine ni usklajen z naravnim režimom valovanja, potem je obrežna vegetacija zelo redka.

## **7.2 Dolvodni vplivi pregrade**

### **7.2.1 Primarni vplivi**

- Hidrologija: pregrada vpliva na zmanjšanje dolvodnih pretokov. Učinek akumulacije na posamezni visokovodni poplavni pretok je odvisen od kapacitete hranjenja vode v odvisnosti od volumna pretoka in od načina obratovanja pregrade. Pregrade ne

spreminjajo samo pretočnega režima rek, temveč tudi skupni volumen odtoka. Takšne spremembe so lahko začasne ali pa stalne. Začasne spremembe nastanejo prvotno zaradi polnjenja akumulacije, ki lahko traja nekaj let. Tam kapaciteta močno presega povprečni letni odtok. Stalne spremembe pa se lahko pojavljajo zaradi: (i) vode, ki je odstranjena za neposredne potrebe ljudi, (ii) vode, ki se iz akumulacije izgubi skozi proces evapotranspiracije, (iii) določenih geoloških pogojev, ki vplivajo na povečane izgube transporta dolvodno od pregrade.

Vpliv pregrade na hidrologijo se manjša s povečanjem razdalje od pregrade. Pogostost pritokov pod pregrado in ustreznost velikost teh pritokov igra veliko vlogo v določevanju dolžine reke, ki je še pod vplivom zaježitve.

- Kvaliteta vode: shranjena voda vpliva na fizikalne, kemične in biološke elemente vode. Kot rezultat ima lahko izpuščena voda iz akumulacije drugačno sestavo z različnimi sezonskimi vzorci, kot pa jo ima naravna reka. Iz pregrade izpuščena voda je lahko termalno izven faze naravnega temperaturnega režima reke. Temperatura je pomemben kakovosten parameter za ocenitev vplivov akumulacije na dolvodne vodne habitate, ker povzroča pomembne fizične, kemične in biološke procese. Rečeno je bilo, da imajo termalne spremembe, povzročene zaradi zaježitve, najbolj značilne vplive na življenje v vodotoku.

Kakovost vode, izpuščene iz akumulacij, je pogojena z višino izpusta in različnimi plastmi znotraj akumulacije. Med poletjem bo izpuščena voda blizu površja slojevite (stratificiranega) akumulacije dobro obogatena s kisikom, topla in izčrpana hranil. V nasprotju z izpustom vode blizu dna slojevite akumulacije bo ta mrzla, oslABLjena s kisikom in bogata s hranili.

Majhna koncentracija kisika, spremembe v koncentracijah hranil in slanost bojo vplivali na vodne organizme, obrežne in obalne ekosisteme.

- Transport sedimentov: je eden izmed najbolj pomembnih okoljskih vplivov, ki ga povzročajo pregrade. Dolvodno zmanjšanje transporta sedimentov v rekah nima vpliva

samo na morfologijo rečnega korita, poplavne ravnice in obalne delte, ampak tudi na motnost vode, ki vpliva direktno na življenje v vodotoku.

Selektiven izpust močno motne vode iz akumulacije je tehnično pogosto uporabljeno za zmanjšanje sedimentacije. Nenaden izpust velike količine sedimentov je lahko usoden za nekatere združbe v vodotoku

### 7.2.2 Sekundarni vplivi

- Morfologija rečnega korita, poplavne ravnice in obalne delte: frekvenca poplavnih odtokov ter obseg in porazdelitev usedanja sedimentov sta prevladujoča regulatorja morfologije rečnega korita in poplavnih ravnin. Akumulacije spremenijo proces delovanja v dolvodnih rečnih sistemih z izoliranjem gorvodnih virov sedimentov, kontroliranjem poplav in reguliranjem povprečnega pretočnega režima. Edinstvena kombinacija klime, geologije vegetacije, velikosti zajezitve in način obratovanja ustvarja učinek posamezne pregrade na dolvodne rečne procese.
- Plankton: akumulacija vpliva na plankton na dva načina: (i) s spreminjanjem pogojev, ki vplivajo na razvoj rečnega planktona (npr. skozi spremembo pretočnega režima in spremembo kemičnega, temperaturnega režima), (ii) ponavadi, vendar ne zmeraj, se poveča oskrba planktona v dolvodnih rečnih sistemih. Trije faktorji, ki vodijo k prispevanju planktona v dolvodne rečne dele, so: razmerje zamenjave vode znotraj akumulacije (npr. zadrževalni čas), sezonski vzorec razvoja planktona in značaj odtokov iz akumulacije. Produkcija planktona je pogosto povezana sezonsko, s hidrološkimi pogoji in obratovanjem.
- Perifiton: poveča se v srednjem delu reke, kjer naklon struge in hitrost vode upadeta. V dolvodnih območjih se lahko perifiton zmanjša zaradi manjšega prodiranja svetlobe, ki je povezano z večjim nabiranjem suspendiranih sedimentov, povečano koncentracijo raztopljenih organskih snovi in povečano globino vode.



- Vodni makrofiti: fiziološko prednost imajo rastline, ki rastejo v tekočih vodah. V mirnih vodah se pojavlja le omejeno število vrst. Globina vode in prodiranje svetlobe sta pomembna kontrola za sestavo in prostorske vzorce višjih rastlin. Hitrost vode in dovzetnost substrata za odplavljanje sta prevladujoča regulatorja porazdelitve višjih rastlin.
- Obrežna vegetacija: značilnosti obrežnih skupnosti kontrolira dinamika povezave poplavljanja in sedimentacije. Mnoge obrežne vrste so odvisne od plitve poplavne ravnice vodonosnika, ki se napolnijo med rednimi poplavnimi dogodki. Pregrada ima lahko značilne in kompleksne vplive na dolvodne skupnosti obrežnih rastlin (McCartney et al., 2000).

Preglednica 12: Značilnosti primerno in neprimerno zasnovane pregrade iz stališča ekosistema (McCartney et al., 2000)

<b>Primerno zasnovana pregrada</b>	<b>Neprimerno zasnovana pregrada</b>
Relativno majhno površinsko območje akumulacije	Veliko površinsko območje akumulacije
Majhne izgube naravnih habitatov	Veliko poplavljanja naravnih habitatov in posledične izgube vrst
Relativno majhna reka z majhno vodno biodiverzitetjo	Velika reka z veliko vodno biodiverzitetjo
Globoke akumulacije, ki se počasi zamuljajo	Relativno plitve akumulacije
Veliko nereguliranih dolvodnih pritokov	Nekaj ali nič dolvodnih pritokov
Majhno ali nično poplavljanje gozdov	Problemi kakovosti vode zaradi razkroja potopljenih gozdov
Ni problema pri poplavljanju vodnih makrofitov	Resni problemi s poplavljanjem vodnih makrofitov

## **8 TESTNI PRIMER: VODNO TELO KMPVT SAVA MAVČIČE – MEDVODE (SI1VT170)**

### **8.1 Opis vodnega telesa**

#### 8.1.1 Opis območja

Vodno telo kMPVT Sava Mavčiče – Medvode sodi med Predalpske regije. Največji delež omenjenega vodnega telesa sodi v enoto Kranjsko in Sorško polje, manjši delež pa sodi v enoto Ljubljansko – Kamniška kotlina.

##### 8.1.1.1 Opis enote Kranjsko in Sorško polje

Kranjsko in Sorško polje na severu zajame območje Kranja, poteka po reki Kokri do Preddvora, od tam naprej se drži roba gričevja na vzhodu do Tunjic in se tu obrne proti zahodu do Vodice in Zbiljskega jezera, nato pa meja poteka po robu Polhograjskega, Škofjeloškega hribovja in gričevja nad Savo do Stražišča.

Skupna značilnost enote so vodotoki, dobrove in ravninski gozdovi. Jasna je tudi čitljivost prostora in slikovite kulise Alp. Enota predstavlja poselitveni in kmetijski prostor z intenzivno kmetijsko rabo in gosto poselitvijo.

Temeljno merilo za opredelitev Kranjskega in Sorškega polja je relief – kotlinsko območje obsežnega ravninskega sveta in intenzivna kmetijska raba prostora, ki je pogojena z matično podlago.

V vidni zaznavi krajinskih posebnosti izstopa obdelovalni prostor z značilno poljsko razdelitvijo na proge (ozke in dolge parcele s potmi med njimi). Krajinske posebnosti so tudi poudarki v ravnini, ki jo sestavljajo prostorninske – naravne prvine: ravninski gozdovi, skupine dreves, osamelci. Arhitekturni elementi: naselja z izstopajočimi cerkvami, kapelice in znamenja ter linearne poteze: vodotoki z obrežnim rastjem in gozdni rob.

Hidrografsko značilnost enote daje reka Sava, ki je svojo strugo vrezala v obliki kanjona z navpičnimi konglomeratnimi stenami. Kokra na krajšem odseku teče po vršaju, ki ga je nasula daleč na ravnino. V strugi ustvarja obsežna prodišča. Na skrajnem delu enote sklene svoj nižinski tok tudi Sora, preden se pri Medvodah izlije v Savo. Prepustnost tal je glavni razlog, da ni drugih voda v osrednjem delu. Pomembno vlogo vodnatosti igra podtalnica z bogatimi zalogami pitne vode, izviri in bajerji.

Približno 66% enote zavzemajo površja kmetijske površine, preostali prostor pa prekrivajo nižinski gozdovi. Linearnim potekom vodotokov sledi obrežna drevesna in grmovna vegetacija.

Glavna raba tal območja je kmetijstvo na aluvialnih naplavinah, kjer goje monokulture. Sadovnjaki v omejenem obsegu obdajajo naselja.

Poselitev je skoncentrirana na vasi ob vznožju Škofjeloškega hribovja, naselja vzdolž levega in desnega brega Save, ob Kokri, ob vznožju Krvavca in ob potokih na severovzhodu (Marušič, 1998b).

#### 8.1.1.2 Opis enote Ljubljansko – Kamniška kotlina

Ljubljansko-Kamniška kotlina obsega centralni ravninski del Slovenije in sega od Goričan, Zbiljskega jezera do Bukovice, zajame del Tunjskega gričevja do Kamnika na severu, na vzhod se drži roba Zasavskega hribovja, na jug pa se končuje z Ljubljanskim barjem.

Enota predstavlja osrednji del Slovenije. Glavne značilnosti so: ravnina, vodotoki, ravninski gozdovi, osamelci, gradovi. Značilna je tudi intenzivna kmetijska raba in intenzivna poseljenost.

Enoto opredeljuje raven relief, rob kotline in površinski pokrov. Ljubljanska kotlina je del osrednje slovenske ravnine. Pretežno raven prostor členijo osamelci in ravninski gozdovi ter obrečno rastje. Enota je intenzivno poseljena in obdelana. Drobnejšo členitev prostora ustvarjajo vodotoki, obrasli z obvodnim rastjem in njivsko-travniške površine na obrobju.

Na jugu kotline se je razvilo obsežno barje, ki je obenem največja posebnost enote. Na sotočju treh rek Ljubljanice, Save in Kamniške Bistrice pod Ljubljano so velika prodišča.

Ravnina je nastala zaradi nasipavanja treh rek: Save, Kamniške Bistrice in Ljubljanice ter njihovih pritokov. Vse naštete reke so zaradi koncentracije kmetijstva in poselitve že regulirane. Ob njih se je ohranilo le nekaj rastja. V enoti so prisotne tudi stoječe vode, jezera, bajerji, ribniki.

Velik del površin je bilo izkrčenih za potrebe kmetijstva, zato gozd porašča samo osamelce in gričevje. Gozdna vegetacija se je ohranila še ob rekah in manjših potokih.

Melioracije in zložbe zemljišč so glavna značilnost primarne rabe Ljubljanskega polja. Meliorirane so bile površine Barja, območje Pšate, Kamniško-Mengeško polje. Na takšnih površinah uspevajo predvsem monokulture. Na obrobju manjših naselij in vasi so še vedno ohranjeni sadovnjaki.

Poselitev enote je najbolj izrazita na območju Vrhniko, čez Ljubljano do Domžal in Kamnika. V tem delu je tudi največji delež industrijskih, obrtnih in komunalnih objektov ter blokovne stanovanjske gradnje. Poleg urbanizacije so v prostoru še linijski elementi: ceste in železnica (Marušič, 1998b).

Medvode ležijo 12 km severozahodno od Ljubljane na nadmorski višini 316 m (najnižja točka je v Vikračah in znaša 305 m, najvišja pa na Malem Tošču ter znaša 902m) in s površino 77,5 km<sup>2</sup>. Zaradi lege ob sotočju dveh rek so Medvode dobile tudi svoje ime. To sta reki Sava in Sora, ki zlasti spomladi in jeseni radi poplavljata. Na Savi je zgrajena hidroelektrarna Medvode, gorvodno na Savi pa je še hidroelektrarna Mavčiče. Obe predstavljata potencialno nevarnost poplav ob naravnih in drugih nesrečah ([www.medvode.si](http://www.medvode.si)).

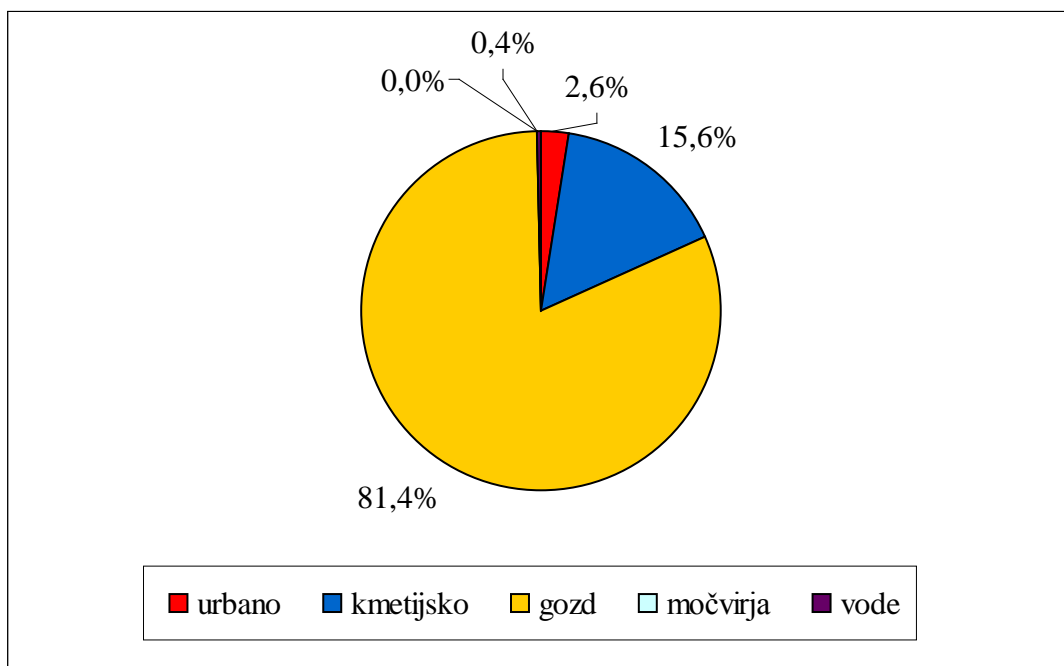
Medvode so na tektonski prelomnici, ki lahko povzroča zemeljske potrese do osme stopnje po Medvedev-Sponheuer-Karnikovi lestvici. Zaradi geografske lege so prisotne tudi ujme z viharji ter žled. Pozimi se žled pojavlja zlasti v Polhograjskih Dolomitih. Poleti pa je tam suša in pomanjkanje pitne vode.

### 8.1.2 Opis kMPVT Sava Mavčiče - Medvode

Pripada vodnemu območju Donave in porečju reke Save. Sodi v hidroekoregijo dinaridi in je uvrščen v velikostni razred od 1000 do 10000 km<sup>2</sup>. Dolžina obravnavanega odseka znaša 13,02 km.

Površina neposrednega zaledja je 75,46 km<sup>2</sup>, površina celotnega zaledja v Sloveniji je 1522,78 km<sup>2</sup>, celotno zaledje pa ima površino 1522,77 km<sup>2</sup>. Prevladujoča je karbonatna geologija zaledja. Pokrovnost zaledja v Sloveniji v največji meri tvori gozd.

Grafikon 1: Pokrovnost zaledja v Sloveniji (IzVRS, 2006b)



V kMPVT Sava Mavčiče – Medvode se izliva VT Kokra Preddvor – Kranj in VT Sava Podbrezje – Kranj.

Merilna mesta za kakovost voda na reki Savi so v Prebačevem in Mavčičah. Hidrološkega merilna mesta ni (IzVRS, 2006b).



Slika 4: Prikaz vodnega telesa (IzVRS, 2006b)

Preglednica 13: Hidromorfološka ohranjenost vodotoka (IzVRS, 2006b)

A	(1. + 1. – 2. razred po EMK)	⇒ zanemarljiv vpliv:	0
B	(2. + 2. – 3. razred po EMK)	⇒ majhen vpliv:	39
C	(3. razred po EMK)	⇒ zmeren vpliv:	59
D	(3. – 4. + 4. razred po EMK)	⇒ velik vpliv:	2

Preglednica 14: Bioregija in tip vodotoka (Štupnikar, 2007)

Tipologija	
Hydroekoregija	Dinaridi
Bioregija	Preddinarska hribovja in ravni
Tip	VR1 (Alpska Sava)

### 8.1.3 Meje vodnega telesa

Koordinati (X, Y) začetka in konca VTPV v državnem koordinatnem sistemu:

Začetek VTPV (X,Y): (5121240, 5450721)

Konec VTPV (X,Y): (5111485, 5455131)

Koordinati zaježitve/pregrade :

Sava HE Mavčiče (X,Y): (5115703, 5454716)

Sava HE Medvode (X,Y): (5111484, 5455131)

(IzVRS, 2006b)

### 8.1.4 Hidrološki parametri (vodni režim, pretoki, krivulje trajanja, hitrosti itd.)

#### 8.1.4.1 Vodni režim

Reka Sava od Mavčič do Medvod ima alpski sredogorski snežno-dežni režim. Režim je značilen za sredogorski alpski svet, kjer prevladuje podnebje nižjega gorskega sveta Slovenije. Glavni pretočni višek nastopi aprila ali izjemoma maja, drugotni višek pa novembra. Zimski in poletni nižek sta izenačena. Nadpovprečna količina vode je običajno med aprilom in junijem ter novembra, podpovprečna med julijem in septembrom ter od decembra do marca. Oktobra se pretoki približajo letnemu povprečju (Hrvatina, 1998).

#### 8.1.4.2 Pretoki

Srednji letni pretok za HE Mavčiče znaša  $54,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , kot stoletna visoka voda je  $1583 \text{ m}^3/\text{s}$  in tisočletna visoka voda je  $1954 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Srednji letni pretok za HE Medvode znaša  $65,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , kot stoletna visoka voda je  $1670 \text{ m}^3/\text{s}$  in tisočletna visoka voda je  $1954 \text{ m}^3/\text{s}$  (IzVRS, 2006b).

Minimalni letni specifični pretoki so z 20-letno povratno dobo  $20q$  na območju kMPVT Sava Mavčiče – Medvode so  $4 \text{ l/s/km}^2$  (Brilly et al., 2001).

## 8.1.4.3 Transport materiala

Dinamiki premeščanja plavin v vodi se sledi z merjenjem vsebnosti suspendiranega materiala, iz katere se nato izračuna transport materiala kot produkt s pretokom vode. Vzorci za analizo se odzemajo s steklenico volumna 1 liter ali pa z vzorčevalnikom.

Kvaliteta podatkov je odvisna od pogostosti vzorčevanja v času trajanja visokih valov, saj se približno 70% celotnega materiala premesti v nekaj visokovodnih situacijah (Ulaga, 2005).

Preglednica: Srednji letni pretoki in transport materiala na postaji Sava Šentjakob

Leto	Srednji letni pretok $Q_s$ ( $m^3/s$ )	Srednji letni transport $S_{sr}$ (ton)
1955	76,6	109.745,3
1956	83,3	122.359,7
1957	81,29	101.545,9
1958	97,67	104.384,2
1959	86,73	118.575,4
1960	141,52	165.248,6
1961	99,53	140.965,9
1962	109,96	238.412,2
1963	107,96	128.036,2
1964	87,26	112.898,9
1965	139,83	191.108,2
1966	94,47	146.011,7
1967	84,88	217.913,8
1968	94,66	71.271,4
1969	98,67	221.067,4
1970	95,26	97.446,2
1971	72,87	48.880,8
1972	99,17	119.521,4
1973	88,46	255.441,6
1974	79,68	131.363,9

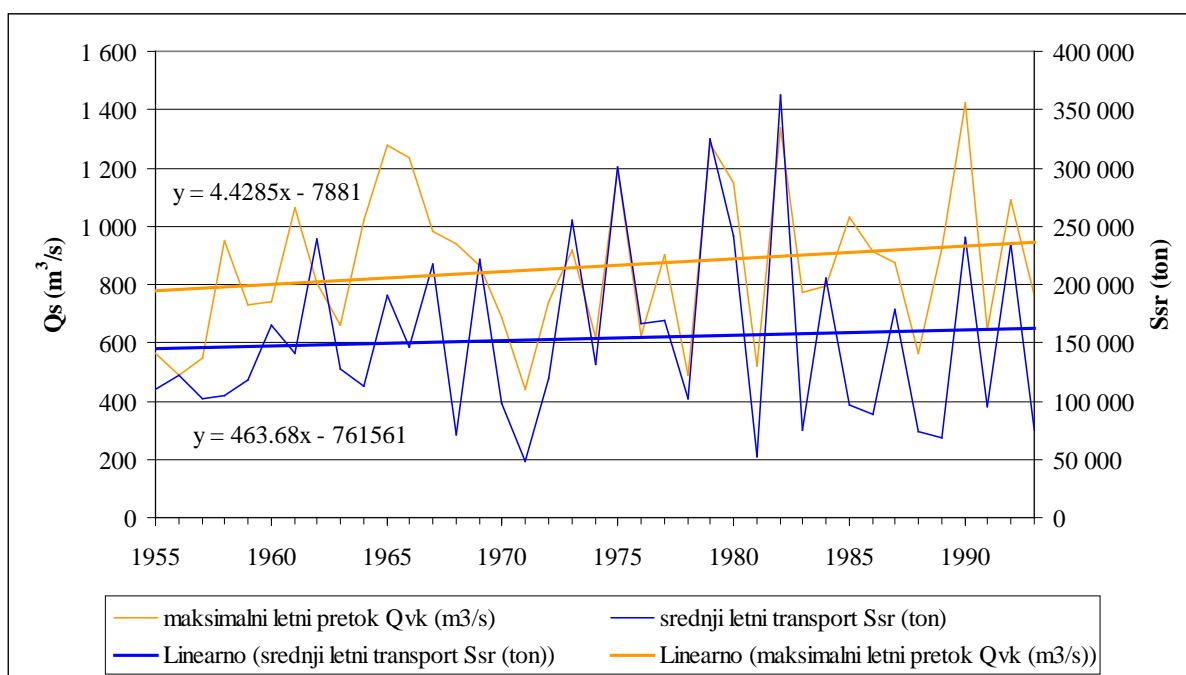
Leto	Srednji letni pretok $Q_s$ ( $m^3/s$ )	Srednji letni transport $S_{sr}$ (ton)
1975	99,2	300.853,4
1976	86,9	165.879,4
1977	98,79	168.754,5
1981	64,03	51.719,0
1982	95,03	362.664,0
1983	61,17	75.686,4
1984	96,98	205.614,7
1985	87,77	96.815,5
1986	78,6	89.246,9
1987	100,69	178.493,8
1988	82,27	73.794,2
1989	69,06	69.063,8
1990	84,9	240.304,3
1991	86,06	95.238,7
1992	80,62	235.258,6
1993	70,56	75.055,7



Povprečni letni transport materiala na vodomerni postaji Sava Šentjakob od leta 1955 do 1993 je 153.739 ton. Ta podatek je lahko zavajajoč, ker je transport materiala odvisen od pogostosti vzorčevanja in visovodnih valov. V 39. letih se je po reki Savi do Šentjakoba premestilo približno 5.995.835 ton materiala. Odlaganje in premeščanje transporta ima glavno vlogo pri spreminjanju morfologije struge reke. S transportom materiala je povezano poglobljanje struge. Dejstvo je, da se zaradi poglobljanja struge Save izdatnost podtalnice Ljubljanskega polja zmanjšuje.

Zaradi pomanjkanja podatkov se ne da ugotoviti vpliva hidroenergetske pregrade na transport materiala pred in po izgradnji hidroelektrarne. Akumulaciji pred pregrado HE Mavčiče in HE Medvode zaustavita velike količine transportiranega materiala, ki se usede na dno akumulacije. Poglobljanje Save dolvodno od pregrade HE Medvode je posledica premajhnega dotoka voda na tem območju. Problem se je pojavil po izgradnji HE Medvode. Pojav dolvodnega erodiranja dna struge Save od pregrade HE Medvode na odseku Tacen – Beričevo je bil opazen tudi pred izgradnjo hidroelektrarne. Vzrok sta bila preozka struga in prevelik padec dna. Na tem območju so strugo Save vse do leta 1890 oblikovali naravni rečni procesi.

Grafikon 2: Transport materiala na vodomerni postaji Sava Šentjakob



#### 8.1.4.4 Odtočnost in izhlapevanje

Odtočnost reke Save na območju Mavčiče – Medvode je od 800 do 1000 mm, izhlapevanje območja pa je od 650 do 700 mm. Lokalno je na območju akumulacije HE Mavčiče (Trbojsko jezero) in HE Medvode povečan proces izhlapevanja.

(Vlada RS, 2005)

#### 8.1.5 Hidromorfološki parametri (nadmorska višina, tip reliefa, geološka podlaga, oblika doline, padec terena ali struge itd.)

##### 8.1.5.1 Nadmorska višina in padec struge

Pregrada HE Mavčiče leži na nadmorski višini 327 m, pregrada HE Medvode pa na nadmorski višini 310 m. Dolžina vodnega telesa kMPVT Sava Mavčiče – Medvode je 13,02 km. Padec je izračunan iz razlike nadmorske višine (44 m) in razdalje ter znaša 0,34%.

##### 8.1.5.2 Relief in oblika doline

Relief Kranjskega in Sorškega polja je večja izravnana površina brez osamelcev s konglomeratnimi terasami. Fluvialno nasipavanje reke Save in Kokre je za posledico pustilo apneniško-dolomitno sestavo ravnine. Edine večje mikroreliefne spremembe so rečne ježe in struge rek Kokre, Save in Sore. Ravnina polagoma pada od severozahoda proti jugovzhodu. Na vzhodu območje končuje manj izrazito terciarno hribovje.

Ljubljansko – Kamniška kotlina je udor v Posavskem hribovju z enotnim, ravnim dnem, ki pada od severa proti jugu. Na severu jo zaključuje Tunjiško gričevje, ki se dvigne čez 400 m in nato prehaja v hribovje pod Kamniškimi Alpami. Raven relief je členjen z osamelci in gričevjem (Marušič, 1998b).

### 8.1.5.3 Geološka podlaga

kMPVT Sava Mavčiče – Medvode oblikujejo aluvialni nanosi rek in potokov (prod, pesek, glina), grušč, morene in konglomerat. V večjem delu vodnega telesa prevladujejo karbonati, le manjši del sestavljajo silikati (Brilly et al., 2003).

### 8.1.5.4 Historična analiza poteka struge

Reka Sava je na območju kMPVT Sava Mavčiče - Medvode (SI1VT170) spremenila potek struge predvsem zaradi antropogenih sprememb. S tem so dobili nove površine (industrija, naselja), katere so zaščitili še s protipoplavnimi ukrepi (obrežni zidovi, nasipi).

Primerjava poteka struge je bila narejena v programu Map Info Professional po naslednjih točkah:

- Karta iz leta 1937 je bila skenirana v sedmih točkah (cerkve, vrhovi) in nato vpeta v prostor oziroma na karto, ki predstavlja današnje stanje. Merilo obeh kart je bilo 1:50.000.
- Obrisi struge na obeh kartah je bil ročno vektoriziran.
- Rezultat postopka sta poligona struge.

Obris struge iz leta 1937 kaže trend poteka reke Save. Največja odstopanja od današnjega stanja so v območju začetka vodnega telesa od sotočja reke Save in Kokre do naselja Cirče - Orehek oziroma do vhoda Save v sotesko. Na tem delu so izvedli regulacijo Save, kjer so izravnali vtok v sotesko, s tem pa znižali gladine visokih voda. Močna zajeda na desnem bregu je ovirala regularni odtok in s tem znatno zajezovala gladino visoke vode. Z regulacijo so zaščitili odsek od glavnega mostu navzdol do vtoka v sotesko, saj je visoka voda močno ogrožala skoraj vse obrežne industrije, posebno takrat, kadar jim je skozi obstoječo kanalizacijo vdiral visoka voda nazaj v objekte.



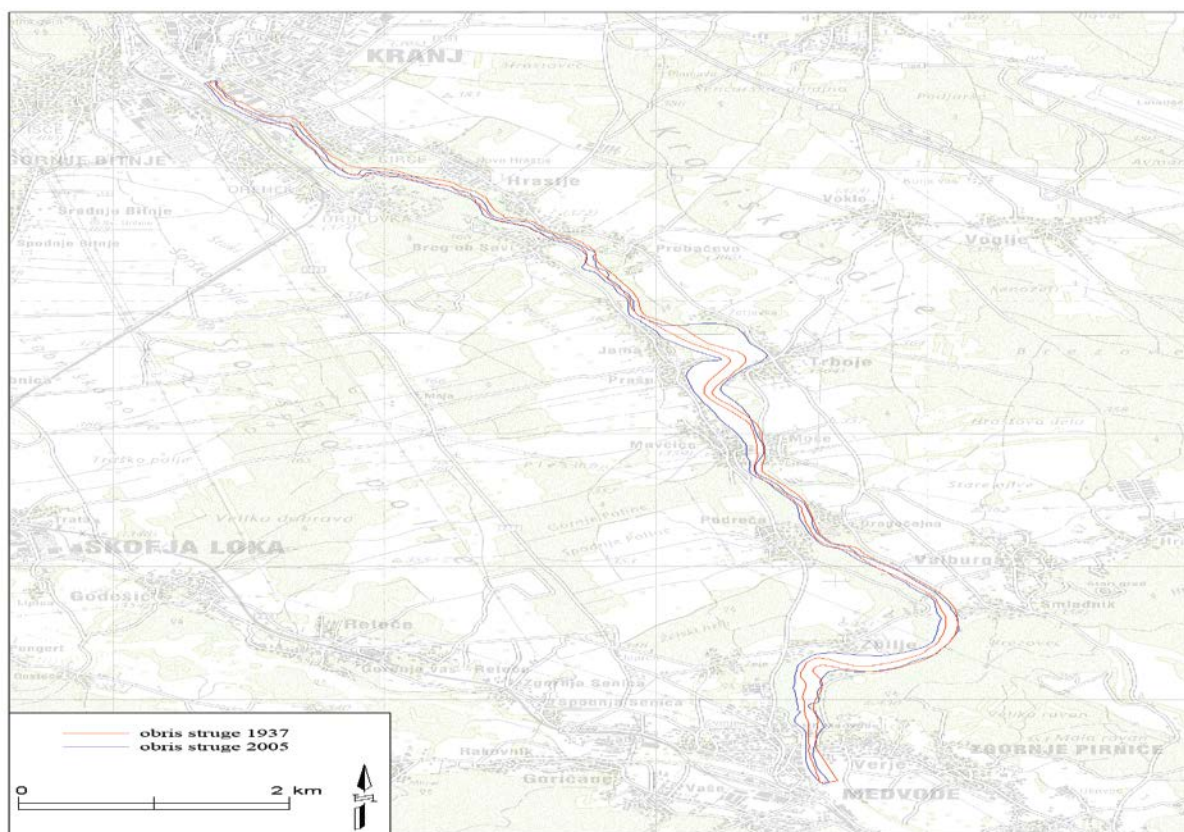
Fotografija 1: Sotočje reke Save in Kokre



Fotografija 2: Vtok reke Save v sotesko

Nadaljnji potek reke Sava od naselja Cirče - Orehek do konca vodnega telesa ne kaže značilnih sprememb. Spremembe so vidne le pri hidroenergetskih akumulacijah, kjer se poveča vodna površina zaradi akumulacij.

Na sliki prikazan obris struge danes ne prikazuje antropogene spremembe, ki je bila narejena na območju čistilne naprave v naselju Orehek. Spremenjen je potek reke Save, ki na sliki ni evidentiran.



Slika 5: Primerjava poteka struge reke Save leta 1937 in danes (IzVRS, 2006c)

Površina kMPVT Sava Mavčiče – Medvode je leta 1937 znašala  $1,02 \text{ km}^2$ , nato pa se je zaradi regulacij in posledic izgradnje hidroelektrarne Mavčiče in Medvode povečala za  $0,57 \text{ km}^2$  (56%) na  $1,59 \text{ km}^2$ .

Analiza nam pokaže približen vpogled v spremembe poteka struge. Primerna natančnost bi se dosegla s primerjavo kart v merilu 1:5.000, problem je samo v obstoju oziroma dostopnosti starih kartografskih virov.

#### 8.1.6 Hidromorfološka kategorizacija

Zaradi posameznih ureditev je Sava v gorvodnem delu od HE Mavčiče od sotočja Save Dolinke s Savo Bohinjko do vasi Otočec, vseskozi v 2. razredu. Sotočje s pripadajočimi mrtvicami je predlagano za naravni spomenik (NS-1017). Struga v tem delu ni regulirana, temveč poteka naravno, vendar zaradi številnih gorvodnih vplivov ter vplivov neposredne

bližine zaselkov in kmetijskih zemljišč, je na posameznih mestih v slabšem razredu. Naravovarstveno oz. krajinsko kvalitetni so meandri z naplavinami in otoki ter bogato obrežno vegetacijo, saj nudijo zelo dobre življenjske pogoje številnim rastlinskim in živalskim vrstam. Pred Otočcem je zaradi utrditev ene brežine krajši odsek v 2 - 3. razredu, vendar se kmalu spet nadaljuje v 2. razred. Od naravovarstvenih posebnosti sta na tem odseku vodotoka za naravni spomenik predlagana močvirno travišče pri Lancovem (NS-1023) in kraški izvir Mlinarjev studenec na Okroglem (NS-1045). Opisani odsek 2. razreda je zelo dolg in ga spremljamo vse do Kranja. Pri strelišču v Kranju pa se zaradi enostranskih utrditev poslabša v 2 - 3. razred. Nekako sredi tega odseka je tudi meja predlaganega naravnega spomenika Sava (NS-262). Mimo Kranja se zaradi dveh jezov in izmeničnih obojestranskih ali enostranskih utrditev kvaliteta vodotoka še dodatno poslabša, zato je na tem odseku razvrščena v 3. razred. Pod Kranjem se prične zajezba HE Mavčiče in nato HE Medvode. Odsek je razporejen v 3. razred.

#### 8.1.7 Kakovost vode – kemični parametri

Kemijske obremenitve so zapisane v atlasu vodnih teles. Za kMPVT Sava Mavčiče – Medvode so opredeljeni:

- industrijski iztoki (industrijski iztoki, ki se izlivajo neposredno v vodotok, industrijski iztoki, ki se izlivajo v kanalizacijo brez čistilne naprave in industrijski iztoki, ki se izlivajo v kanalizacijo s čistilno napravo),
- komunalne čistilne naprave,
- aglomeracije, ki nimajo čistilne naprave,
- razpršene obremenitve z dušikom.

Dopustni bilančni presežek znaša 98,0 kg/ha/leto, dejanski pa je 40,4 kg/ha/leto, kar ne kaže na pomembno obremenitev (IzVRS, 2006b).

### 8.1.8 Posebna raba

Raba na vodnem telesu kMPVT Sava Mavčiče – Medvode je namenjena izključno pridobivanju električne energije. Območje zaježitve pred HE Mavčiče in HE Medvode (Trbojsko jezero in Zbiljsko jezero) se izkoriščata še za razvoj turizma in rekreacije.

### 8.1.9 Tehnični podatki in zmogljivosti posebne rabe

#### 8.1.9.1 Tehnični podatki in zmogljivost hidroelektrarne Mavčiče

Preglednica 15: Tehnični podatki hidroelektrarne Mavčiče (<http://slocold.ibe.si/>)

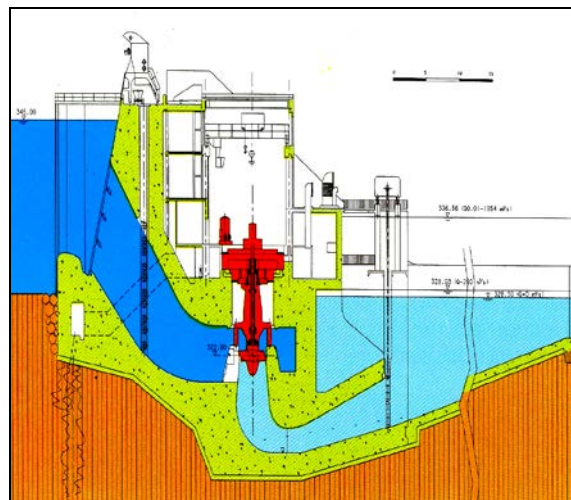
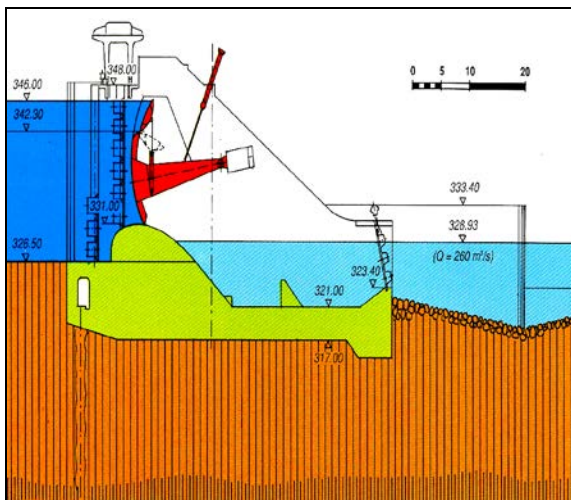
Ime pregrade	MAVČIČE
Ime zaježitve	Trbojsko jezero
Leto izgradnje	1986
Status	nespremenjena
Vodotok	Sava
Najbližji kraj	Mavčiče
Tip pregrade	težnostna betonska
Leg in tip tesnitve	homogena
Temeljenje	skala
Konstruktivna višina (m)	38
Hidravlična višina (m)	17.5
Dolžina krone (m)	118
Prostornina zaježitve (1000 m <sup>3</sup> )	10700
Površina zaježitve (1000 m <sup>2</sup> )	1000
Dolžina zaježitve (km)	7
Globina (m)	12 (maksimalna)
Namen	energetika
Padavinsko območje (km <sup>2</sup> )	1480
Kapaciteta preliva (m <sup>3</sup> /s)	3200
Tip preliva	zapornice
Lastnik (upravljaliec)	Savske elektrarne Ljubljana

Preglednica 16: Operativni podatki ([www.savske-el.si](http://www.savske-el.si))

Leto izgradnje	Št. agregatov	Inst. moč	Moč na pragu	Nazivni cos fi	Sr. letna proizvodnja
1986	2 kaplanova	2 x 25 MVA	38 MW	2 x 0.8	72 GWh

Preglednica 17: Turbini, generatorja in blokovna transformatorja (www.savske-el.si)

	Turbini 1, 2	Generatorja 1,2	Blokovna transformatorja 1, 2
Proizvajalec	Litostroj	R. Končar	R. Končar
Vrsta	kaplanova		
Leto izdelave	1986	1986	
Nazivna moč	20800 kW	25000 kVA	25000kVA
Število vrtljajev	214/min		
Nazivna napetost		10.5 kV +/- 5%	119/10.5 kV
Cos $\phi$		0,8	
Stikalna skupina			Yd5



Slika 6: Prerez pretočnega polja (SEL, 1994)

Slika 7: Prerez strojnice (SEL, 1994)

### 8.1.9.2 Tehnični podatki in zmogljivost hidroelektrarne Medvode

Preglednica 18: Tehnični podatki hidroelektrarne Medvode (<http://slocold.ibe.si/>)

Ime pregrade	MEDVODE
Ime zaježitve	Zbiljsko jezero
Leto izgradnje	1953
Status	nadvišana
Vodotok	Sava
Najbližji kraj	Medvode
Tip pregrade	težnostna betonska
Lega in tip tesnitve	homogena
Temeljenje	skala
Konstruktivna višina (m)	30
Hidravlična višina (m)	21,2
Dolžina krone (m)	134

se nadaljuje...



nadaljevanje...

Prostornina zaježitve (1000 m <sup>3</sup> )	7000
površina zaježitve (1000 m <sup>2</sup> )	720
Dolžina zaježitve (km)	6
Globina (m)	3 (povprečna)
Namen	energetika
Padavinsko območje (km <sup>2</sup> )	1513
Kapaciteta preliva (m <sup>3</sup> /s)	2400
Tip preliva	zapornice
Lastnik (upravljaliec)	Savske elektrarne Ljubljana
Konsultant (projektant)	IBE Ljubljana
Izvajalec del	GRADIS Ljubljana
Opomba	-

Preglednica 19: Operativni podatki (www.savske-el.si)

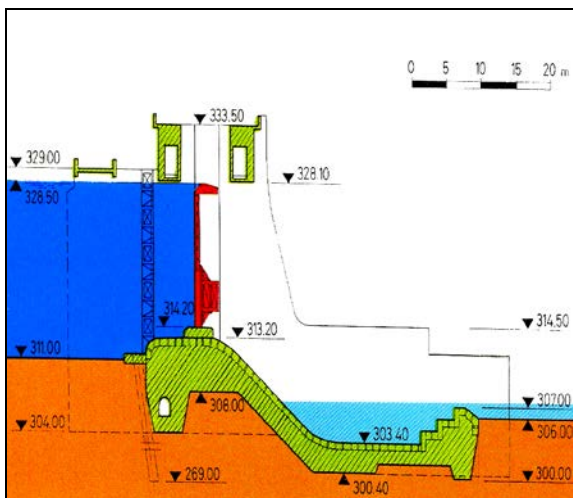
Leto izgradnje	Št. agregatov	Inst. moč	Moč na pragu	Sr. letna proizvodnja
1953	2 kaplan	2 x 13,5 MVA	25 MW	72 GWh

Preglednica 20: Turbini, generatorja in blokovna transformatorja (www.savske-el.si)

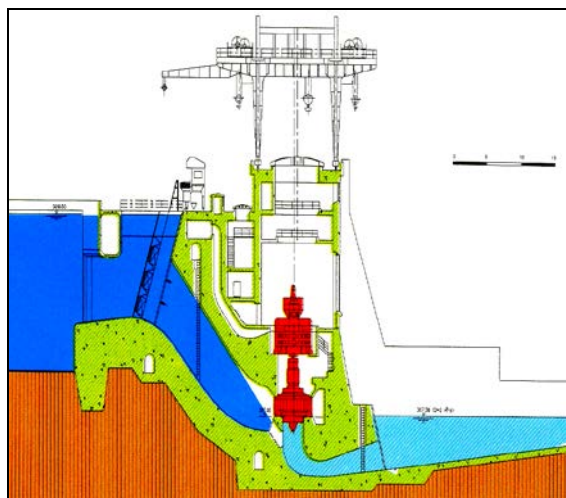
	Turbini 1, 2	Generatorja 1,2
Proizvajalec	Litostroj	R. Končar
Vrsta	kaplan	
Leto izdelave	1 x 2003, 1 x 2004	1 x 1953, 1 x 1954
Nazivna moč	13.200 kW	13.500 kVA
Število vrtljajev	214/min	
Nazivna napetost		6,3 kV
Cos fi		0,8

Preglednica 21: Transformatorji (www.savske-el.si)

Transformatorji	117/6,3 kV	117/6,3 kV
Proizvajalec	Etra	Etra
Nazivna moč	20.000 kVA	20.000 kVA
Nazivna napetost	117/6,3 kV	117/6,3 kV
Stikalna skupina	YNd5	YNd5



Slika 8: Prerez pretočnega polja (SEL, 1994)



Slika 9: Prerez strojnice (SEL, 1994)

### 8.1.10 Opis inženirskih struktur

#### 8.1.10.1 Opis HE Mavčiče

HE Mavčiče leži v dolini reke Save, dolvodno od Kranja, pod naseljem Mavčiče. Elektrarna je pretočnega tipa z jezovno zgradbo betonsko-težnostnega tipa. Akumulacijski bazen omogoča dnevno akumulacijo vode za pokrivanje konic potrošnje električne energije. Ko bo veriga HE na Savi dograjena v celoti, bo bazen prevzel funkcijo čelnega bazena. Na Sorškem polju pod Kranjem teče Sava v dolini, ki jo je vrezala v močno propustne kvartarne sklade (konglomerat).

Globina nepropustne podlage je 120 m pod površjem. Pod Sorškim poljem je bogata vodonosna plast, ki se napaja iz Save in je potencialni vodni vir za osrednjo Slovenijo. Ker je pregrada v celoti temeljena na propustnih kamninah, je bilo treba vgraditi tesnilno zaveso do nepropustne podlage, ki sega ob bokih pregrade v dolžino 200 m.

HE Mavčiče je pretočna elektrarna z jezovno zgradbo, ki jo sestavljajo strojnice, prelivni polji in težnostna zemeljska pregrada. Konstrukcijska višina je 40 m. V strojnici sta nameščena dva agregata (kaplanovi turbini) s skupno požiralnostjo  $260 \text{ m}^3/\text{s}$ . V konicah proizvodnje dajeta 38 MW moči, pri srednji letni proizvodnji 62 GWh.

Prelivni objekt sestavljata dve pretočni polji, ki sta opremljeni s segmentnima zapornicama z nasajeno zaklopko. Zaježitvena višina je 19,5 m. Prevodnost enega pretočnega polja je 1600 m<sup>3</sup>/s (100-letna voda).

Elektrarna je opremljena z dvema sinhronskima generatorjema nazivne moči 25 MVA in napetosti 10,5 kV. Generatorja sta vsak s svojim transformatorjem povezana s 110-kilovoltno mrežo prek elektrarniškega 110-kilovoltnega stikališča. Elektrarna je daljinsko vodena iz centra vodenja Savskih elektrarn Ljubljana, ki je v Medvodah (SEL, 1994).



Fotografija 3: Hidroelektrarna Mavčiče, pogled gorvodno, 2007

#### 8.1.10.2 Opis HE Medvode

HE Medvode leži nad sotočjem Save s Soro pri naselju Medvode. Jezovna zgradba je betonsko-težnostnega tipa z akumulacijo, ki rabi kot kompenzacijski bazen pri vršnem obratovanju gorvodno ležeče HE Mavčiče. Elektrarna obratuje v dnevno-pretočnem režimu in vršno v verigi s HE Mavčiče v konicah potrošnje električne energije.

Pregrada leži na mestu, kjer je Sava vrezala brzice v dolomitu, ki je večji del razpokan in prepreden z votlinami. Za zagotovitev kvalitetnih pogojev pri temeljenju je bilo treba izdelati stabilizacijo temeljnih tal z injekcijsko zaveso. Razvita širina zavesa znaša 190 m in sega do nepropustne podlage iz skrilavcev in peščenec, ki ležijo v globini 27 do 45 m.

Jezovna zgradba je kombinirano stebrskega-obrežnega tipa. V smeri matice toka sta dve pretočni polji, ki sta opremljeni z dvojnima tablastima zapornicama kljukaste izvedbe z

zajezitveno višino 17,5 m. Prevodnost pretočnih polj je 2400 m<sup>3</sup>/s. Leta 1964 so bile zapornice zvišane za 1 m, pri čemer se je povečala moč na turbinah za 11 %. V turbinskih stebrih ob obrežju sta nameščena dva agregata (kaplanovi turbini) s skupno požiralnostjo 150 m<sup>3</sup>/s, ki dajeta v konici proizvodnje 25 MW moči, pri srednji letni proizvodnji 72 GWh. Elektrarna je opremljena z dvema sinhronskima generatorjema nazivne moči 13,5 MVA in napetosti 6,3 kV, ki sta bila obnovljena v letih 1994 in 1995. Generatorja sta z zveznimi vodi priključena na 110-kilovoltno stikališče, od koder se električna energija transformira na 110-kilovoltno mrežo. V letih 2001 do 2003 je bila izvedena 1. faza obnove HE Medvode in sicer predhodna izgradnja RTP 110/20/6,3 kV. Druga faza obnove HE Medvode pa je zajemala zamenjavo turbin z 30-odstotnim povečanjem energetskega parametra, zamenjavo ostale elektrostrojne opreme agregatov ter priklop na center vodenja SEL in s tem njeno daljinsko vodenje iz centra vodenja (SEL, 2006).



Fotografija 4: Hidroelektrarna Medvode, pogled gorvodno, 2007

## 8.2 Analiza pomembnosti antropogenih hidromorfoloških sprememb

### 8.2.1 Dokumentiranje pomembnih antropogenih HM sprememb

Pomembne antropogene hidromorfološke spremembe na VT kMPVT Sava Mavčiče – Medvode (SIIVT170) so hidroelektrarna Mavčiče in z njo povezano Trbojsko jezero in hidroelektrarna Medvode z Zbiljskim jezerom. Pomembna antropogena sprememba na Zbiljskem jezeru je njegova sanacija. Pri sanaciji so povečali volumen bazena (akumulacije), pri tem pa so izsesani material uporabili za izgradnjo nasipov.

## 8.2.2 Opis pomembnih antropogenih HM sprememb

### 8.2.2.1 Trbojsko jezero

Jezero se imenuje tudi Kranjsko ali Mavčiško jezero. Nastalo je ob izgradnji hidroelektrarne Mavčiče na reki Savi, južno od Kranja, leta 1986. S potopitvijo dela kanjona in doline se je sčasoma bistveno spremenila tudi narava ter rastlinske in živalske vrste na in ob jezeru. Zaradi svojih raznolikosti življenjskih okolij, rastlin in živali je jezero, kot naravna vrednota, priznано na državni ravni (predstavlja edino gnezdišče ogroženega žagarja v Sloveniji). Trbojsko jezero s svojo vodno površino, vodnim robom, gozdom in sotesko Zarico, je za lokalno prebivalstvo in vso osrednjo Gorenjsko pomemben ekološki, izobraževalni in razvojni potencial. Predvsem za sonaravni turizem kot je čolnarjenje, opazovanje in preučevanje ptic, kolesarjenje, itd.

### 8.2.2.2 Zbiljsko jezero

Za pregrado je leta 1953 po zajezitvi Save ob izgradnji medvoške hidroelektrarne nastalo Zbiljsko jezero, ki poleg turistične privlačnosti pomeni tudi pomemben življenjski prostor mnogim pticam in drugim živalim. Jezero valovi v nadmorski višini 328 metrov. Jezero ni primerno za kopanje, je pa nared za čolnarjenje in jadranje ter za ribolov.

### 8.2.2.3 Sanacija Zbiljskega jezera

Z izgradnjo HE Medvode na reki Savi je bilo ustvarjeno umetno jezero – Zbiljsko jezero, ki je široko od 40 do 300 m.

Preglednica 22: Podatki o Zbiljskem jezeru (SEL, 2006)

Širina	40-300 m
Vpliv zajezbe - gorvodno	do HE Mavčiče
Denivelacija gladine – normalni pogoji obratovanja	1,7 m
Izkoristljiv volumen akumulacije - normalni pogoji obratovanja	1,2 hm <sup>3</sup>
Denivelacija gladine – izjemni pogoji obratovanja	3,3 m

se nadaljuje...

nadaljevanje...

Izkoristljiv volumen akumulacije - izjemni pogoji obratovanja	2,7 hm <sup>3</sup>
Polnjenje akumulacije (sedimenti/leto)	100.000 m <sup>3</sup>
Zasutost celotne akumulacije	40%
Izgubljena koristna akumulacija - normalni pogoji obratovanja (dnevna denivelacija: -1,7 m)	10-15%
Izgubljena koristna akumulacija - izjemni pogoji obratovanja (dnevna denivelacija: -3,3 m)	20-25%
Površina plitvine pod naseljem Zbilje	4 ha
Legalni minimalni odtok iz pregrade	12 m <sup>3</sup> /s

Pregraditev Save je pomenila korenit poseg v dotedaj nedotaknjeno okolje s spremljajočimi vplivi. Z razvojem turizma so se spremenile življenjske navade prebivalstva ob jezeru, sprememba karakterja vodnega toka je vplivala na živelj v in ob jezeru, posebej pa so izraziti negativni vplivi na okolje.

Obsežna plitvina pod naseljem Zbilje, že ob dnevni denivelaciji sega nad gladino in tako onemogoča razvoj športnih dejavnosti na jezeru ter kazi izgled kraja. Prebivalce in obiskovalce na jezeru motijo produkti razkrajanja organske snovi.

S strani SEL v sodelovanju z lokalno skupnostjo in turističnem društvom je v začetku 80. let prišla pobuda za sanacijo jezera. Tako so v letu 1989 imenovali posebno strokovno komisijo za sanacijo Zbiljskega jezera. Strokovna komisija je opredelila in potrdila naslednje prednostne naloge:

- opredeliti količine usedlin in lokacije v jezeru,
- finančna in tehnična izvedljivost sanacije,
- opredeliti fizikalne in kemične lastnosti usedlin,
- razdelati možnosti uporabe v kmetijstvu,
- določiti lokacije za deponije,
- opredeliti tehnične pogoje za izvedbo sanacije jezera,
- izdelava ocene vplivov sanacije na okolje.

Negativne izkušnje z izpiranjem bazenov v preteklosti (npr. HE Moste) so vodile, da je bil z naravovarstvenega stališča postavljen pogoj, da se mora v prihodnje uporabiti taka tehnologija

čiščenja sedimentov, ki omogoča maksimalni učinek z najmanjšimi škodljivimi vplivi na okolje. Zaradi pomanjkanja tovrstnih izkušenj je sanacija Zbiljskega jezera vzorčna za ostale primere. Ekonomsko utemeljena je odstranitev tistega dela sedimentov, ki zapolnjujejo izkoristljiv volumen akumulacije: po oceni okoli 200.000 m<sup>3</sup>.

Pri sanaciji Zbiljskega jezera je bilo na podlagi geodetskih meritev ocenjena odstranitev 63.200 m<sup>3</sup> mulja. Način sanacije je predvidel, da je potrebno na lokaciji pod naseljem Zbilje s pregraditvijo dela akumulacijskega prostora z nasipom ustvariti deponijski prostor za usedlo blato. Deponijski prostor je proti jezu varovan z zaščitnim nasipom iz lomljenca. Trasa se vizualno in funkcionalno vklaplja v okolje. Odstranjevanje sedimentov je bilo predvideno s postopkom mokrega črpanja, ki se sestoji iz pontona, na katerem je nameščena črpalna oprema (črpalka z rezkalcem). Z rezkalcem se razrahljajo vrhnji sloj mulja v debelini 1 do 2 m, s črpalko kapacitete 500 m<sup>3</sup>/h pa se sesa mešanica vode z muljem (razmerje voda : mulj je 1 : 4) v deponijski prostor izza zaščitnega nasipa. V glavni nasip in priključne nasipe je vgrajeno okoli 30000 m<sup>3</sup> lomljenca. Z izkopom mulja je bilo predvideno, da bodo kljub posegom v akumulacijski prostor pridobili nazaj okoli 25.000 m<sup>3</sup> živega volumna, kar predstavlja približno 12% zasutega volumna.

Pri izvajanju sanacije je bil poudarek na ekologiji. Posegi v prostor morajo biti načrtovani tako, da se v največji meri ohranja naravno ravnovesje v območju izvajanja sanacijskih del. Sanacijski ukrepi izboljšajo kvaliteto jezerske vode, to pa daje možnost poselitve jezera z vrstami, ki so prevladovale pred ojezeritvijo (potočna postrv in lipan). Načrt sanacije je predvidel tudi dva humunizirana in zatravljena plavajoča otoka, posajena z grmičevjem v skladu z zahtevami ornitologov. Pri procesu konsolidacije deponije je bilo potrebno spremljanje kvalitete jezerske vode. Sistem zaščite pred izcejanjem iz deponijskega prostora in iztoka v jezero za čas izvajanja sanacije je bil zasnovan tako, da je fizično onemogoča iztok škodljivih snovi nazaj v jezero ali v podtalnico.

Celotna investicija po feasibility študiji je bila ocenjena na 834.585 EUR. Sanacije prve faze, ki obsega samo izvedbo nasipa in črpanja mulja z izpolnitvijo vseh okoljevarstvenih zahtev, je bila ocenjena na 542.480 EUR. Potrebna sredstva so bila deloma pridobljena iz državnega

proračuna na podlagi namenskih sredstev za ekološke sanacije v elektrogospodarstvu, delno pa iz lastnih sredstev iz amortizacije (SEL, 2006).

### 8.2.3 Analiza in kvantifikacija pomembnih antropogenih HM sprememb

Za HE Medvode so izmerili površine posameznih profilov v letih 1952, 1955, 1961, 1965, 1970, 1975, 2000 in 2006. Pri zadnji meritvi so uporabili bolj izpopolnjene načine meritev in izračunov, zato so rezultati bolj natančni (meritev dna zbiralnika s sonarjem). Uporabili so digitalni model reliefa ter računalniški izračun površin posameznih profilov in volumnov med posameznimi profili. Starejši izračuni profilov so bili preprosto izmerjeni in nato izračunani po metodi prečnih profilov. Preglednica, ki prikazuje podatke od leta 1952 do leta 1975, vsebuje napake pri izračunu nekaterih površin profilov in zato posledično izračunan volumen med posameznima profiloma.

#### 8.2.3.1 Pregled površin posameznih profilov za območje akumulacije HE Mavčiče

Preglednica 23: Površine profilov na odseku Huje – HE Mavčiče

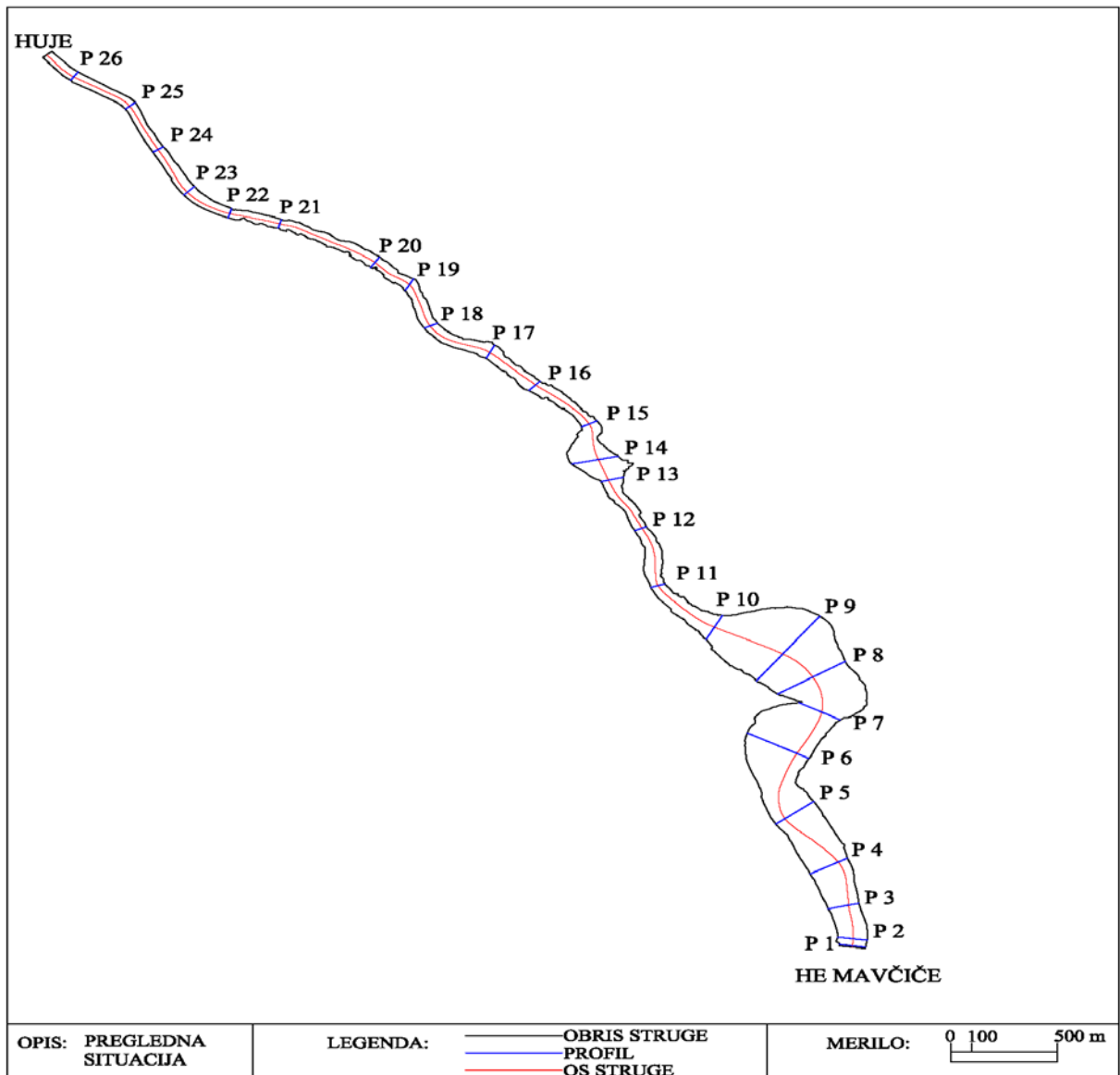
Št. profila	Stacionaža (m)	P 1986 (m <sup>2</sup> )	P 1998 (m <sup>2</sup> )	P 2005 (m <sup>2</sup> )
P26	0	182	156	/
P25	313	220	194	180
P24	595,3	348	201	167
P23	877,6	338	231	219
P22	1114	306	231	205
P21	1354,2	368	274	253
P20	1853,7	539	494	457
P19	2060,8	702	716	539
P18	2318,3	598	514	455
P17	2643,9	787	756	605
P16	2927,3	794	674	535
P15	3264,6	933	707	633
P14	3476	2147	1530	949
P13	3604,7	1304	1057	855

Št. profila	Stacionaža (m)	P 1986 (m <sup>2</sup> )	P 1998 (m <sup>2</sup> )	P 2005 (m <sup>2</sup> )
P12	3921,6	802	722	629
P11	4267,4	1121	874	771
P10	4626,5	1750	1754	1462
P9	4980,4	6646	6661	5704
P8	5175,7	5020	4921	4130
P7	5386,9	3120	3096	2616
P6	5752,2	4398	4457	3949
P5	6149,9	3072	3073	2795
P4	6503,9	2139	2203	1942
P3	6759,7	1807	1856	1692
P2	6955	2048	2164	1909
P1	6995,3	2235	2226	1863
P0	7003,3	2235	2226	/

P..... površina prečnega profila (m<sup>2</sup>)

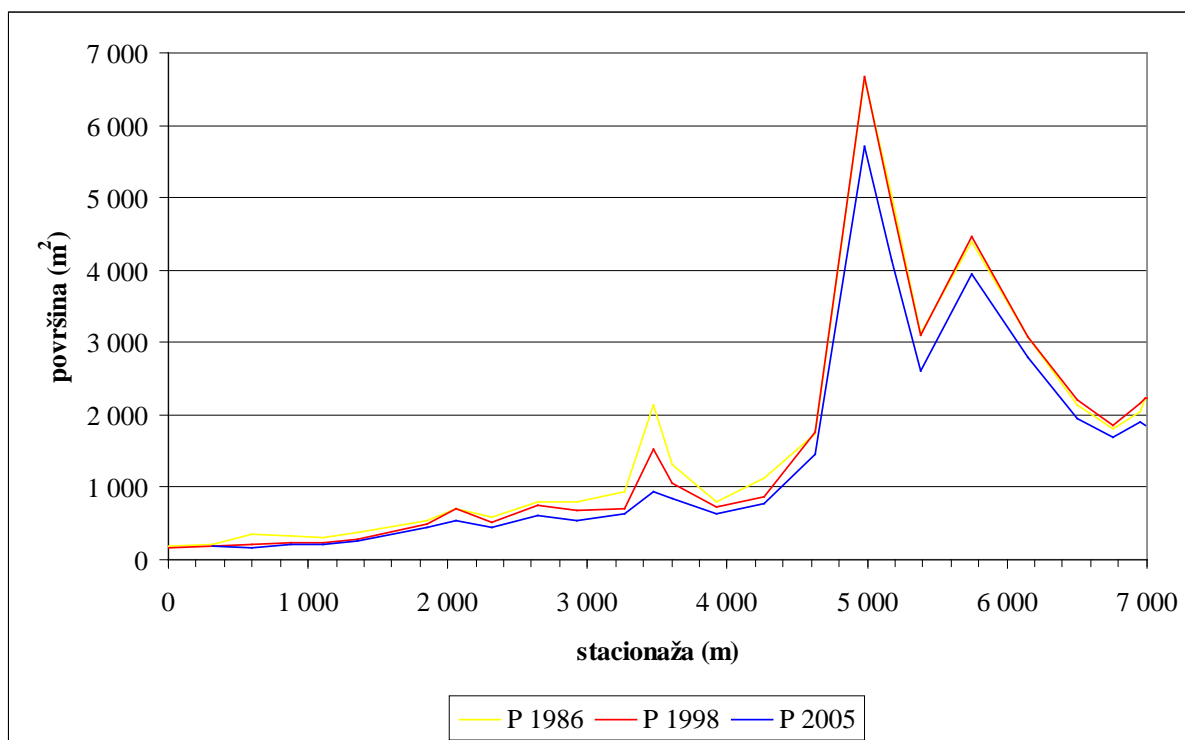


Površine profilov za leto 1986 in 1998 so dobljene iz meritev profilov na terenu. Površine profilov za leto 2005 pa so dobljene iz sonarskih meritev dna struge. Natančnost teh dveh meritev je sicer različna. Bolj natančne rezultate pa dobimo s sonarskimi meritvami dna vodotoka.



Slika 10: Prikaz prečnih profilov od HE Mavčiče do kraja Huje

Grafikon 3: Površine profilov na odseku Huje – HE Mavčiče



Graf je narisan v smeri dolvodno po reki Savi od kraja Huje do pregrade Mavčiče. Začne se s profilom P26 na razdalji 0 m, konča pa se s profilom 1 na razdalji 7003 m.

Površina prečnih profilov se dolvodno po reki Savi načeloma povečuje. Močno se poveča na razdalji 4980 m, kjer so površine profila P9 po posameznih obdobjih največje. Od profila P9 do profila P0 so površine manjše.

### 8.2.3.2 Pregled volumnov posameznih profilov za območje akumulacije HE Mavčiče

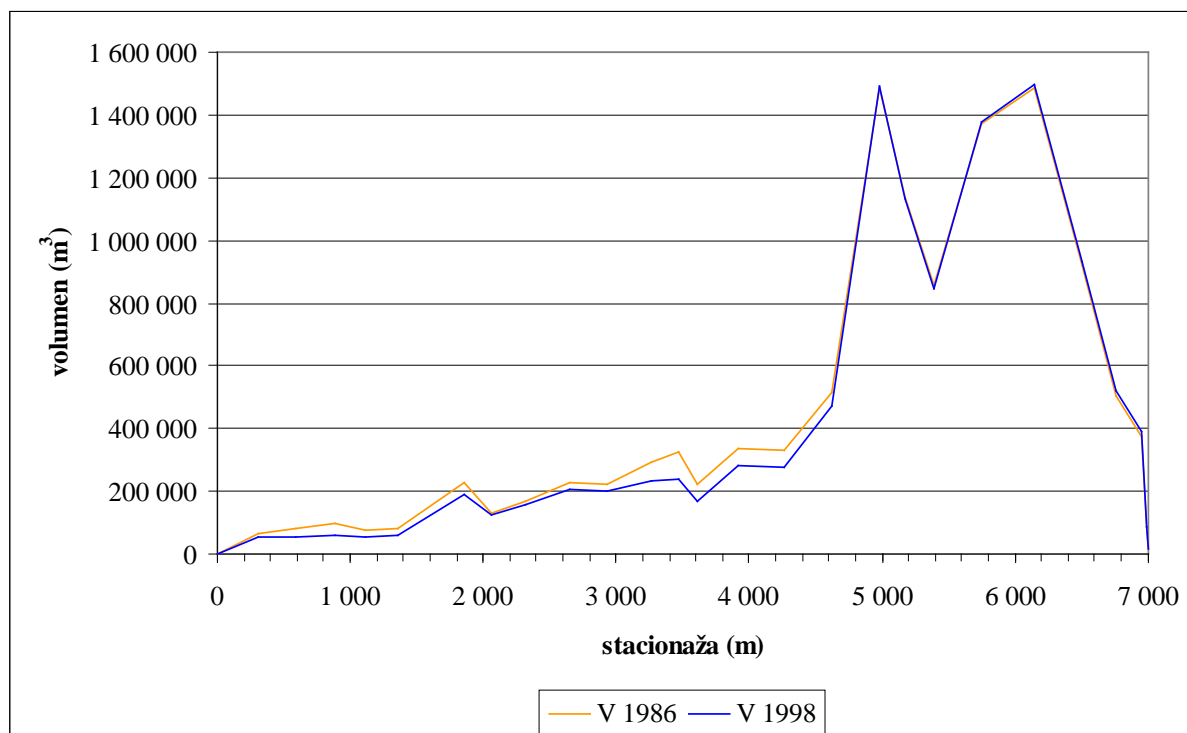
Preglednica 24: Volumni med profili na odseku Huje – HE Mavčiče

Št. profila	Stacionaža (m)	V 1986 (m <sup>3</sup> )	V 1998 (m <sup>3</sup> )
P26	0	0	0
P25	313	62.913	54.775
P24	595,3	80.173	55.754
P23	877,6	96.829	60.977
P22	1114	76.121	54.608
P21	1354,2	80.947	60.651
P20	1853,7	226.523	191.808
P19	2060,8	128.506	125.296
P18	2318,3	167.375	158.363
P17	2643,9	225.478	206.756
P16	2927,3	224.028	202.631
P15	3264,6	291.259	232.906
P14	3476	325.556	236.451
P13	3604,7	222.072	166.473
P12	3921,6	333.696	281.883

Št. profila	Stacionaža (m)	V 1986 (m <sup>3</sup> )	V 1998 (m <sup>3</sup> )
P11	4267,4	332.487	275.948
P10	4626,5	515.488	471.857
P9	4980,4	1.485.672	1.489.034
P8	5175,7	1.139.185	1.130.982
P7	5386,9	859.584	846.595
P6	5752,2	1.373.163	1.379.555
P5	6149,9	1.485.410	1.497.341
P4	6503,9	922.347	933.852
P3	6759,7	504.693	519.146
P2	6955	376.441	392.553
P1	6995,3	86.302	88.459
P0	7003,3	17.880	17.808
Skupni volumen		11640127	11132462

V.....volumen med profiloma (m<sup>3</sup>)

Skupni volumen obravnavanega odseka se z leti zmanjšuje. Vzrok je zamuljevanje in zaprojevanje akumulacije. Od leta 1986 pa do 1998 se je volumen iz 11.640.127 m<sup>3</sup> zmanjšal na 11.132.462 m<sup>3</sup> (volumen akumulacije se je zmanjšal za 4,4%), kar pomeni, da se je v akumulaciji nabralo 507.665 m<sup>3</sup> usedlega materiala.



Grafikon 4: Volumni med profili na odseku Huje – HE Mavčiče

Narisan grafikon se začne s profilom P26 na stacionaži 0 m blizu kraja Huje in konča s profilom P0 na stacionaži 7003 m oziroma s HE Mavčiče. Največji del volumna akumulacije predstavlja spodnji del odseka, na območju Trbojskega jezera, ki se nato zmanjšuje vse do pregrade.

Volumen izračunan po profilni metodi se razlikuje v primerjavi z volumenom, ki se ga izračuna iz sonarskih meritev dna vodotoka in nato računalniško obdela za približno 7 do 10%.

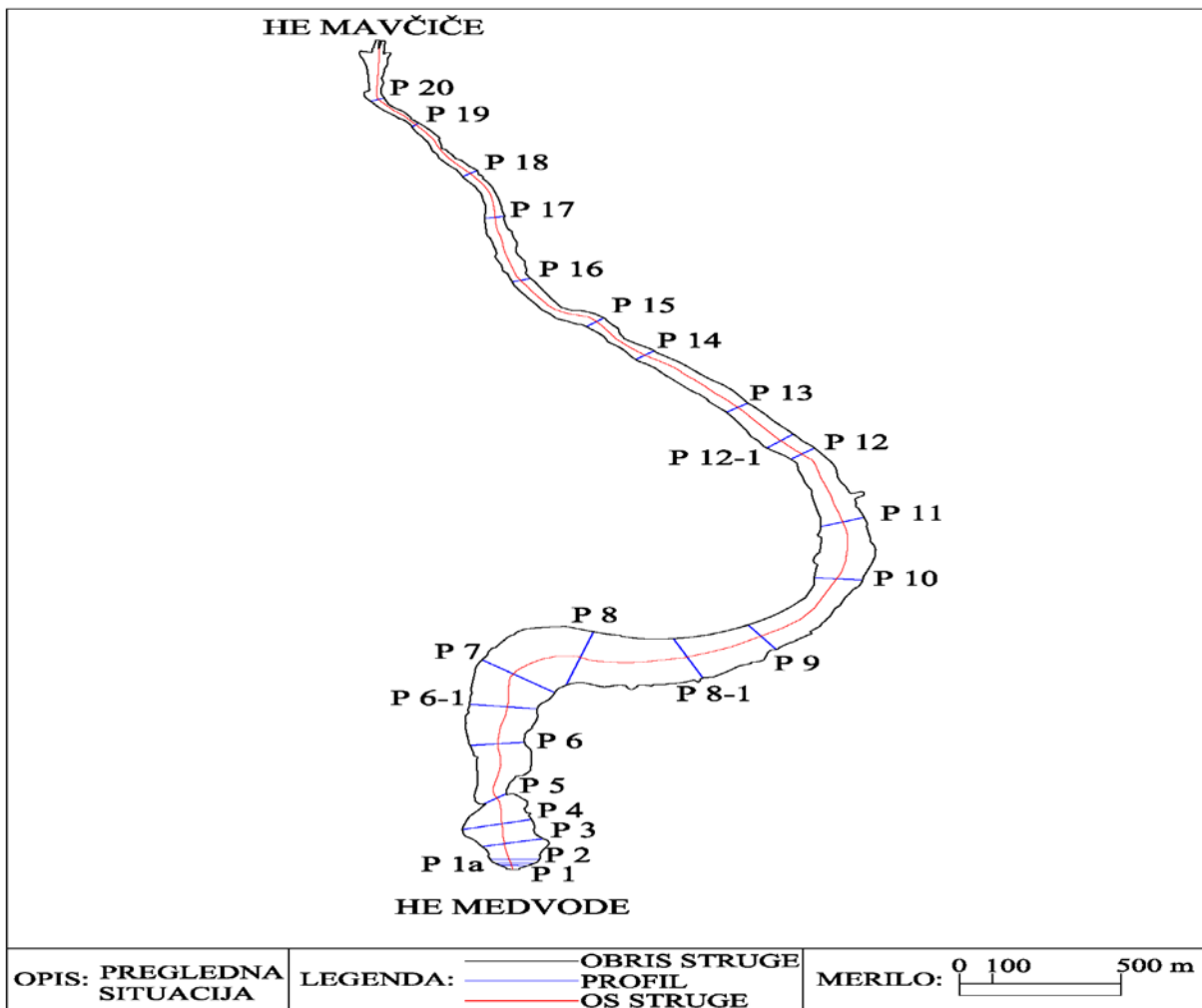
### 8.2.3.3 Pregled površin posameznih profilov za območje akumulacije HE Medvode

Preglednica 25: Površine profilov na odseku HE Mavčiče – HE Medvode

Št. profila	Stacionaža (m)	P 1961 (m <sup>2</sup> )	P 1965 (m <sup>2</sup> )	P 1970 (m <sup>2</sup> )	P 1975 (m <sup>2</sup> )	P 2000 (m <sup>2</sup> )	P 2006 (m <sup>2</sup> )
P21	0	165	143	113	113	/	/
P20	249	190	168	125	145	179	204
P19	421	155	188	154	180	161	176
P18	719	197	218	170	164	233	239
P17	959	239	233	196	210	267	264
P16	1292	255	224	194	213	209	225
P15	1617	348	321	293	255	305	308
P14	1847	446	338	295	273	226	246
P13	2234	497	395	355	303	239	243
P12(1)	2447	635	633	484	417	314	298
P12	2545	545	606	510	386	304	287
P11	2912	911	766	611	578	415	397
P10	3203	971	762	630	622	708	658
P9	3587	1030	872	747	671	686	656
P8(1)	3845	1728	1524	1317	1095	901	822
P8	4224	2039	1861	1727	1439	1110	1023
P7	4498	2000	1924	1831	1657	1580	1328
P6(1)	4719	2101	2016	1860	1508	1017	974
P6	4909	1619	1527	1423	1168	794	782
P5	5198	862	908	908	850	864	744
P4	5324	2494	2440	2304	2058	1770	1658
P3	5423	1995	1942	1893	1651	1333	1250
P2	5504	1394	1365	1336	1204	1010	980
P1	5529	1336	1300	1291	1224	/	1008

P..... površina prečnega profila (m<sup>2</sup>)

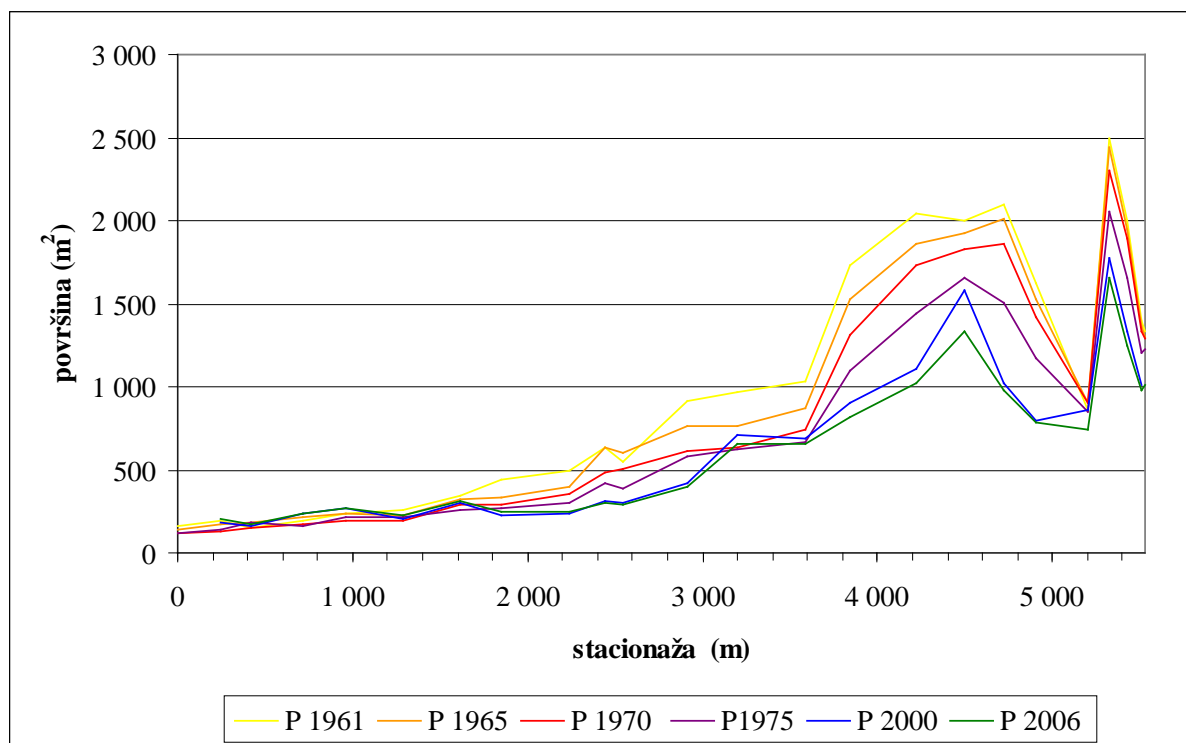
V letih 1952 in 1995 manjkajo posamezni podatki površin po posameznih profilih, prav tako manjka podatek o površini profila P1 za leto 2000 in površina profila P21 za leto 2000 in 2006. Graf je narisano v smeri dolvodno po reki Savi od pregrade Mavčiče do pregrade Medvode. Začne se s profilom P21 na razdalji 0 m, konča pa se s profilom 1 na razdalji 5529 m.



Slika 11: Prikaz prečnih profilov od HE Medvode do HE Mavčiče

Površina prečnih profilov se dolvodno od HE Mavčiče po reki Savi načeloma povečuje. Prisotna so tudi nekatera nihanja. Na grafu je lepo vidna največja sprememba površine v profilu P5, ki je od pregrade Mavčiče oddaljen 5198 m.

Grafikon 5: Površine profilov na odseku HE Mavčiče – HE Medvode



Graf je narisana v smeri dolvodno po reki Savi od HE Mavčiče do HE Medvode. Začne se s profilom P21 na razdalji 0 m, konča pa se s profilom 1 na razdalji 5529 m.

Sprememba površine posameznih profilov oziroma vsakoletno zmanjševanje površine je posledica zaprojevanja in zamuljevanja akumulacije. Povečanje površine od profila P15 do P21 v letih 2000 in 2006 je posledica sanacije Zbiljskega jezera (čiščenje rečnega dna).

## 8.2.3.4 Pregled volumnov posameznih profilov za območje akumulacije HE Medvode

Preglednica 26: Volumni med profili na odseku HE Mavčiče – HE Medvode

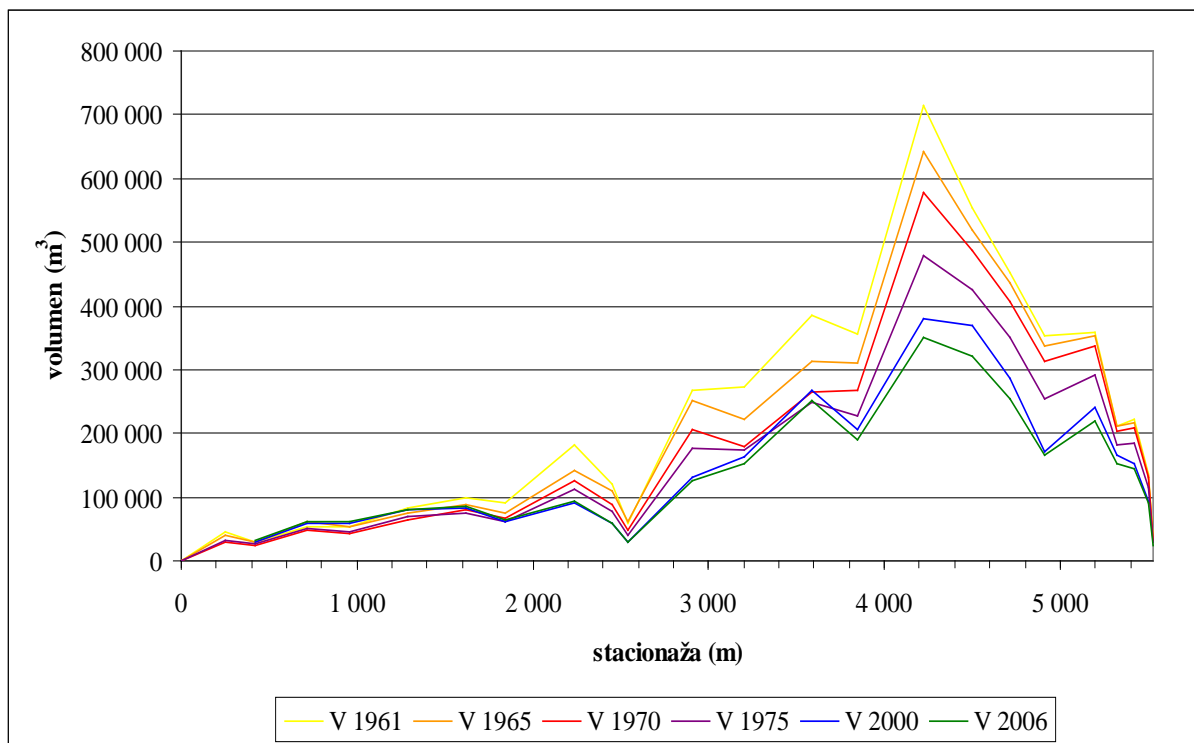
Št. profila	Stacionaža (m)	V 1961 (m <sup>3</sup> )	V 1965 (m <sup>3</sup> )	V 1970 (m <sup>3</sup> )	V 1975 (m <sup>3</sup> )	V 2000 (m <sup>3</sup> )	V 2006 (m <sup>3</sup> )
P21	0	0	0	0	0	0	0
P20	249	44.322	38.844	29.631	32.121	/	/
P19	421	29.584	30.616	24.080	27.864	29.240	32.680
P18	719	52.448	60.494	48.276	51.251	58.706	61.835
P17	959	52.320	54.240	43.920	44.880	60.000	60.360
P16	1292	82.251	75.924	64.935	70.596	79.254	81.418,5
P15	1617	98.150	88.400	79.300	76.050	83.525	86.612,5
P14	1847	91.310	75.900	67.620	60.720	61.065	63.710
P13	2234	182.664	141.642	125.775	11.1456	89.977,5	94.621,5
P12(1)	2447	120.558	109.482	89.460	76.680	58.894,5	57.616,5
P12	2545	57.820	60564	48.706	39.396	30.282	28.665
P11	2912	267.176	251.395	205.520	176.894	131.936,5	125.514
P10	3203	273.831	222.324	180.420	174.600	163.396,5	153.502,5
P9	3587	384.000	313.728	264.192	248.448	267.648	252.288
P8(1)	3845	355.782	309.084	266.256	227.814	204.723	190.662
P8	4224	714.036	641.268	576.838	480.193	381.084,5	349.627,5
P7	4498	553.480	518.408	487.440	424.152	368.530	322.087
P6(1)	4719	453.050	435.370	407.966	349.622	286.968,5	254.371
P6	4909	353.400	336.680	311.980	254.220	172.045	166.820
P5	5198	358.360	352.002	336.974	291.601	239.581	220.507
P4	5324	211.428	210.924	202.356	183.204	165.942	151.326
P3	5423	222.156	216.909	207.702	183.645	153.598,5	143.946
P2	5504	137.214	133.974	130.734	115.587	94.891,5	90.315
P1	5529	34.125	33.300	32.850	30.350	/	24.850
Skupni volumen		5.129.465	4.711.472	4.232.931	3.731.344	3.181.289	3.013.335

V.....volumen med profiloma (m<sup>3</sup>)

Na odseku od hidroelektrarne Mavčiče do hidroelektrarne Medvode se volumen akumulacije prav tako z leti zmanjšuje. Leta 1961 je bil volumen akumulacije 5.129.465 m<sup>3</sup> v letu 2006 pa samo še 3.013.335 m<sup>3</sup>. V 45. letih se je volumen akumulacije zmanjšal za 2.116.130 m<sup>3</sup> (41%).



Grafikon 6: Sprememba volumna med posameznih profilih na dolvodnem odseku od HE pregrade Mavčiče do HE pregrade Medvode



Največji del volumna akumulacije predstavlja spodnji del Zbiljskega jezera. Začne se s profilom P8 in konča s profilom P1.

Volumen, izračunan po prečnih profilih, se razlikuje v primerjavi z volumnom digitalnega modela reliefa. Napaka ni zamerljiva (primer izračuna v Mavčičah je pokazal 7,7% odstopanje).

### 8.3 Presoja možnosti, da vodno telo ne bo doseglo okoljskega cilja DES zaradi HM sprememb

#### 8.3.1 Presoja ali ocena ekološkega stanja vodnega telesa

Proizvodnja električne energije kot glavna raba na obravnavanem vodnem telesu kMPVT Sava Mavčiče – Medvode ima velik vpliv na vodne organizme. Zaradi usedanja mulja in proda ter zaradi prekinjene vzdolžne kontinuitete, vodno telo ne bo doseglo okoljskega cilja DES.

### 8.3.2 Opis razlogov, da vodno telo ne bo doseglo okoljskega cilja DES

Pregrada HE Mavčiče s Trbojskim jezerom in pregrada HE Medvode z Zbiljskim jezerom sta uničili pogoje za življenje različnih vrst živali in rastlin predvsem zaradi nihanja vode v akumulaciji, povečanja površine vodne gladine in zaradi prekinitve vzdolžne kontinuitete. Posledice izgradnje omenjenih pregrad so hidrološke in ekološke spremembe v nižje in višje ležečih območjih reke Save.

Hidromorfološke spremembe povezane z izgradnjo pregrad in nastanek akumulacij so vzrok, da vodno telo ne bo doseglo dobrega ekološkega stanja.

## 8.4 Znatna spremenjenost značilnosti vodnega telesa

### 8.4.1 Presoja spremenjenosti značilnosti vodnega telesa

Obravnavano VT se je bistveno spremenilo v karakterju zaradi zajezitve in nastankom Trbojskega in Zbiljskega jezera. Reka Sava na tem območju pred nastankom antropogenih sprememb ni imela zgoraj omenjenih jezer. Tipična značilnost jezer je stoječa voda, ki pa pred posegi to ni bila. Ustvari se nov ekosistem z novimi organizmi, ki so tipični za globoka evtrofična jezera in ne za reke.

## 8.5 Presoja vplivov obnovitvenih ukrepov na posebno rabo ali širše okolje

### 8.5.1 Določitev obnovitvenih ukrepov, potrebnih za doseganje okoljskega cilja DES na kMPVT Sava Mavčiče - Medvode

Vodno telo kMPVT Sava Mavčiče – Medvode ne bo doseglo DES, bo pa moralo doseči manj strog okoljski cilj DEP. V kolikor kMPVT sam po sebi ne bo dosegel DEP, se bodo izvedli možni omilitveni ukrepi za doseganje zelenega okoljskega cilja.

V preglednici 27 so iz seznama potencialnih omilitvenih ukrepov izbrani ukrepi, kateri se lahko izvedejo na obravnavanem vodnem telesu. Izvedba posameznega ukrepa je odvisna od stroškovne učinkovitosti in praktičnosti izvedbe.

Preglednica 27: Seznam možnih ukrepov za kMPVT Sava Mavčiče - Medvode

<b>Potencialni omilitveni ukrepi</b>
1. S primernim režimom obratovanja elektrarn zagotoviti najmanjši možni vpliv na vodni ekosistem
2. Ureditev stez prehodov za ribe in omogočena gor in dolvodna in lateralna migracija
3. Ureditev in drstišč
4. Približati se naravnemu sezonskemu pretočnemu režimu (dinamika (hitrost) in količina)
5. Omilitev usedanja sedimentov gorvodno od jezu
6. Preprečitev eutrofikacije akumulacij
7. Ureditev obrežne tipične (izrinjene) vegetacije
8. Ustvarjanje prodišč – premajhna prodonosnost (pomemben življenjski prostor določenim živalim)
9. Izboljšanje obrežnega pasu (zaščita pred erozijo)
10. Oskrba dna struge z materialom različnih frakcij
11. Izboljšanje transporta sedimentov z boljšim upravljanjem s pregrado
12. Zamenjava turbin s turbinami, prijaznimi za ribe
13. Odstranjevanja mulja iz dna zajezev (akumulacij)

V prvemu in četrtemu ukrepu je mišljeno obratovanje elektrarn na način zagotavljanja zadostnih količin vode v strugi. Pomembna je tudi temperatura vode v akumulaciji in ob izpustu izpod zapornic, hitrost vode na izpustu, vsebnost suspendiranega materiala itd. Z drugim in tretjim ukrepom se omogoči normalen pogoj za razmnoževanje in razvoj rib. S petim, šestim in trinajstim ukrepom se preprečijo negativni vplivi, ki jih povzročajo akumulacije (potrebno je zagotoviti pogoje za normalen razvoj favne in flore). S sedmim in osmim ukrepom se omogočijo pogoji za razvoj vodnih in obvodnih organizmov ter rastlinstva. Deveti ukrep je namenjen preprečitvi erozije in s tem zamuljevanja in zaprojevanja struge. Z desetim ukrepom se utrdi dno struge pri tem pa se vzpostavijo boljši pogoji za življenje vodnih organizmov. Z enajstim in dvanajstim ukrepom se izboljšajo pogoji za razvoj favne in flore ter s tem samega okolja. To se omogoči z obratovanja hidroelektrarne, ki nima tako značilnih vplivov na okolje, favno in floro.

## 8.6 Pregled in presoja drugih načinov koristnih ciljev

### 8.6.1 Določitev drugih načinov za doseganje koristnih ciljev posebne rabe ali posebnih rab

Alternative za proizvodnjo električne energije, ki so pomembne za doseganje koristnih ciljev so:

- Proizvodnja obnovljivih energijskih virov (proizvodnja električne energije iz lesa in šote; vetrna energija).
- Povečan uvoz energije (različne cene in politika narekujejo uvoz, promocija uporabe lokalnih energijskih virov z namenom zmanjšanja odvisnosti od uvožene energije).
- Izgradnja novih hidroelektrarn (možni manjši okoljski vplivi – vendar ne zagotovo).
- Povečanje kapacitet obstoječih termoelektrarn (ukrep ni okoljsko primeren, ker povzroča nastajanje toplogrednih plinov).

Odstranitev hidroelektrarne, kot možnost drugega načina za doseganje koristnih ciljev, pomeni izgubo določenega števila zaposlitvenih mest in velik negativni socialno–ekonomski vpliv na delavce in ekonomijo tega območja.

### 8.6.2 Presoja sorazmernosti stroškov drugih načinov

Glavni uporabljeni kriterij za ocenitev neprimernih stroškov je pomembnost hidroelektrarn v proizvodnji električne energije v državi in njena porazdelitev regionalnim službam.

## 9 SKLEP

V prvem delu diplomske naloge je predstavljen teoretični del določitvenega testa, s katerim se določajo močno preoblikovana vodna telesa. V prvih šestih korakih določitvenega testa gre za opise hidromorfoloških sprememb ter njihov pomemben vpliv na vodno telo površinskih voda. Po zaključenem procesu dobimo odgovor na to, ali bo VTPV določeno kot kMPVT. V nadaljnjem procesu je potrebno predhodno določeno kMPVT obravnavati z določitvenim testom 4(3)(a) in 4(3)(b). Vodno telo lahko določimo kot močno preoblikovano, če preide skozi določitveno proceduro, ki vključuje oba omenjena določitvena procesa. V določitvenem testu 4(3)(a) določamo obnovitvene ukrepe, ki so potrebni za doseganje dobrega ekološkega stanja, obenem pa ugotavljamo njihov vpliv na širše okolje in specifično rabo. V nadaljevanju z določitvenim testom 4(3)(b) presojujamo koristne cilje, ki služijo pri preoblikovanju MPVT. Po končani proceduri lahko določimo MPVT, za katerega bo okoljski cilj dober ekološki potencial ali pa vodno telo, pri katerem bo glavni okoljski cilj dobro ekološko stanje.

V določitvenem testu sem analiziral določene hidromorfološke spremembe, kot so: prodonosnost, zamuljevanje in zaprojevanje akumulacije in spremenjenost struge Save na kMPVT Sava Mavčiče – Medvode s historično analizo. Nadaljnji postopek določitvenega testa zahteva vplivov obnovitvenih ukrepov na širše okolje in specifično rabo, ki jo bo potrebno narediti na podlagi strokovne presoje strokovnjakov iz različnih področij. Prav ta presoja primernosti obnovitvenih ukrepov je glavni kriterij, s katerim potrdimo kMPVT v MPVT. Tako lahko z gotovostjo trdim, da opisi in analize hidromorfoloških procesov niso kriterij, s katerim določimo MPVT, so pa razlog za nedoseganje dobrega ekološkega stanja. To pomeni, da po presoji vplivov na širše okolje in specifično rabo lahko določimo obnovitvene ukrepe s katerimi bomo dosegli dobro ekološko stanje, s tem pa bodo kMPVT prešli v VTPV s hidromorfološkim tveganjem (njihov cilj je DES). V kolikor se po presoji odločimo, da obnovitvenih ukrepov ni primerno oziroma ni mogoče izvesti, potem se odločimo, da bo potrebno na MPVT izvesti omilitvene ukrepe in s tem zagotoviti dober ekološki potencial.

Za nadaljnje raziskave kMPVT bi bilo potrebno narediti podrobnejše analize hidromorfoloških procesov, pri tem pa bi bilo potrebno upoštevati daljši časovni rok, v

katerem se hidromorfološki procesi dogajajo in spreminjajo ter s tem vplivajo na okolje. Za takšne raziskave so koristni kvalitetni historični podatki, s katerimi bi se dalo ugotoviti določene procese, ki so se odvijali v preteklosti pred posegi v okolje. V kolikor takšni podatki ne obstajajo, je potrebno slediti današnjemu stanju in ga spremljati, kontrolirati in navsezadnje izboljšati.

Največji delež kMPVT v prvi določitvi VTPV predstavlja prav hidroenergetska raba. Pri prvi določitvi je bilo izmed 22 kMPVT kar 11 primerov (50%) rabe vode za potrebe pridobivanja električne energije. Na vseh primerih, kjer je proizvodnja električne energije glavna raba, bo potrebno narediti analize ter jih med seboj primerjati. Skupno vsem primerom je zamuljevanje in zaprojevanje akumulacij in spremenjen pretočni režim. Pri ostalih kMPVT v Sloveniji je glavna raba plovba (kMPVT morje Koprski zaliv), urbanizacija (npr. mestna Ljubljana), vodooskrba (npr. zadrževalnik Vogršček) in poplavna varnost (npr. zadrževalnik Ledavsko jezero).

Državi bo potrebno svetovati, katere primere kMPVT se bo izbralo za MPVT. Glavni problem predstavljajo predvsem hidroelektrarne, zaradi katerih je prekinjena vzdolžna in prečna kontinuiteta vodnega toka ter s tem prehodnost za vodne organizme. Dejstvo je, da večina hidroelektrarn nima urejenih migracijskih poti za vodne organizme. Izginile so plitvine, peščine, prodnate brzice, z rastlinjem gosto porasli rokavi in mirni deli struge, izlivni deli pritokov, itd. Omilitev problema bo mišljena predvsem z ukrepi, kot so ribje steze, katerih večina hidroelektrarn še nima zgrajenih ali pa so nedelujoče. Pozornost je potrebno usmeriti tudi na ptice gnezdilke, saj je njihovo življenje vezano na samo reko, rečno krajino, kot so prodišča, rečni rokavi in erodirani rečni bregovi. Vrste, kot so vodomec, mali martinec in mali deževnik, so prvovrstni pokazatelji ohranjenosti naravne rečne struge. Država bo morala svojo pozornost usmeriti v kMPVT, kjer ja glavna raba proizvodnja električne energije. Na takšnih primerih bo potrebno z omilitvenimi ukrepi zagotoviti osnovne funkcije za obstoj vodnih in obvodnih organizmov, s tem pa se bo dosegel DEP.

Število hidroelektrarn v Sloveniji narašča. Z vidika nacionalnega stališča je to zelo pomemben faktor, saj se bo povečala proizvodnja "čiste energije". Če gledamo s stališča okoljevarstva, pa to pomeni obremenitev reke. V kolikor se na državnem nivoju sprejme odločitev za gradnjo

hidroelektrarn, je potrebno že na samem začetku vpeljati določene pogoje v koncesijsko pogodbo, ki se bodo na koncu tudi izvedli. Pri tem mislim, da je potrebno v koncesijsko pogodbo vpeljati nekatere omilitvene ukrepe ter s tem zagotoviti boljše stanje rečnega sistema. V kolikor se bo to upoštevalo, naknadno ne bo nepotrebnih zapletov z izvajanjem omilitvenih ukrepov.

## 10 VIRI IN LITERATURA

### Uporabljeni viri

Ababa, A. 2000. Environmental impact assessment – guideline document. Federal democratic republic of Ethiopia. Etiopija: 49 str.

Bizjak, A. 2003. Sintezni postopek ocenjevanja hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev, razvit z analizo stanja na reki Dragonji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 212 str.

Bizjak, A., Dodič, J. 2005. Močno preoblikovana vodna telesa: določitveni test 2005-2009. Zbornik 16. Mišičevega vodarskega dne. Maribor, 23 december 2005: str. 169-184.

CIS 2003. Identification of water bodies, horizontal guidance document on the application of the term »water body« in the context of the Water Framework Directive. Januar 2003: 21 str.

CIS 2006. Exemptions to the environmental objectives under the Water framework directive. 1 december 2006: 20 str.

CIS WG 2 A 2003. Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. Rim, 27 november 2003: 47 str.

CIS WG 2.1 2003. Analysis of pressure and impacts. CIS Working Group 2.1: 148 str.

CIS WG 2.2 2003a. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. CIS Working Group 2.2: 108 str.

CIS WG 2.2 2003b. Toolbox on identification and designation of artificial and heavily modified water bodies. CIS Working Group 2.2. 15 januar 2003: 163 str.



Prenova gornjedravske elektrarne. 2005. Maribor, Dravske elektrarne Maribor: 35 str.

Directive 2000/60/EC of The European Parliament and of The Council establishing a framework for Community action in the field of water policy: 94 str.

Hohensinner, S., Jungwirth, M., Muhar, S., Habersack, H. 2005. Historical analyses: a foundation for developing and evaluating river-type specific restoration programs. IAHR & INBO, Intl. J. River Basin Management Vol. 3, No. 2: 87-96.

Hrvatini, M. 1998. Pretočni režimi v Sloveniji. Geografski zbornik, XXXVIII: 81-87.

HSE 2002. Novinarska konferenca ob podpisu koncesijske pogodbe za izkoriščanje energetskega potenciala spodnje Save – gradivo za novinarje. Ljubljana, Holding Slovenske elektrarne: 20 str.

Interwies, V.E., Kraemer, B.A., Kranz, N., Görlach, B., Dworak, T., Borchardt, D., Richter, S., Willecke, J. 2004. Basic principles for selecting the most cost-effective combinations of measures for inclusion in the programme of measures as described in Article 11 of the Water Framework Directive. Berlin, Federal Environmental Agency: 98 str.

IzVRS 2006a. Izvajanje vodne direktive v Sloveniji. Predstavitev prvih ocen možnosti doseganja okoljskih ciljev za vodna telesa v Sloveniji po načelih vodne direktive. Ljubljana, Inštitut za vode RS: 47 str.

IzVRS, 2006b. Atlas vodnih teles površinskih voda. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: str. 49-60.

IzVRS, 2006c. Program izvajanja vodne direktive v obdobju 2007. Določitveni test MPVT za vodno telo kMPVT Sava Mavčiče – Medvode. Ljubljana, Inštitut za vode RS.

IzVRS, 2004. Program izvajanja vodne direktive v obdobju 2004/2005. Določitev vodnih teles površinskih voda. Ljubljana, Inštitut za vode RS: 44 str.

- Jowett, I.G., Biggs, J.F.B. 2005. Flow regime requirements and the biological effectiveness of habitat-based minimum flow assesment for six rivers. IAHR, INBO & IAHS, Intl. J. River Basin Management Vol. 4, No. 3: 179-189.
- Kampa, E., Hansen, W. 2004. Heavily Modified Water Bodies, Synthesis of 34 Case Studies in Europe. Berlin Heidelberg, Springer: 321 str.
- Katopodis, C., Aadland, L.P. 2005. Effective dam removal and river channel restoration approaches. IAHR, INBO & IAHS, Intl. J. River Basin Management Vol.4, No. 3: 153-168.
- Korže Vovk, A., Bricelj, M. 2004. Vodni svet Slovenije. Priročnik za interdisciplinarno preučevanje voda. Ljubljana, Zveza geografskih društev v Sloveniji in Maribor, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta: 62 str.
- Marušič, J. 1998b. Krajine predalpske regije, Regionalna razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Urad RS za okolje in prostor: 136 str.
- McCartney, M.P., Sullivan, C., Acreman, M.C. 2000. Ecosystem Impacts of Large Dams. UK, Center for Ecology and Hydrology, IUCN – The World Conservation Union: 80 str.
- Mikoš, M. 2000. Urejanje vodotokov in povirij. Skripta. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 182 str.
- Mikoš, M., Kranjc, A., Matičič, B., Müller, J., Rakovec, J., Roš, M., Brilly, M. (2002). Hidrološko izrazje – Terminology in Hidrology. Acta hydrotechnica 20/32: 324 str.
- Milhous, T.R., Bartholow, M.J. 2005. Two analytical approaches for quantifying physical habitat as a limint to aquatic ecosystems. IAHR, INBO & IAHS, Intl. J. River Basin Management Vol. 4, No. 3: 191-199.

Ministry of the Flemish government Department Foreign Affairs – Europe 2004. Heavily Modified Water Bodies. Methods and their Applications on Case study in the Elbe River Basin, Czech Republic (TSJ/005/02). 24 junij 2004: 31 str.

Izvajanje vodne direktive na Vodnem območju Donave. 2005. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: str. 1-84.

Izvajanje vodne direktive na Vodnem območju Jadranskega morja. 2005. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: str. 1-39.

Mravljak, J. 2000. Hidroenergetski potencial. Maribor, Elektrogospodarstvo Slovenije d.d.: 25 str.

Plut, D., Adamič, M., Kryštufek, B., Lampič, B., Medved, S. 2004. Vrednotenje vloge naravnih virov (okoljskega kapitala) Slovenije v Strategiji razvoja Slovenije z vidika konkurenčnosti in kakovosti življenja. Pogodba št. 11/2004. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta: 115 str.

Porenta, M. 2002. Hidroenergija. Strokovne osnove nacionalnega energetskega programa Slovenije. Ljubljana, 2002: 26 str.

Povž, M. 2007. Generični seznam omilitvenih ukrepov. Sporočilo za: Kolman, G. 23.02.2007. Osebna komunikacija.

Pravilnik o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinski voda: UL RS št. 63/2005: 6566.

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda: UL RS št. 26/2006: 2751-2760.

Railsback, S.F., Cada, G.F., Petrich, C.H., Sale, M.J., Shaakir-Ali, J.A., Wats, J.A., Webb, J.W. 1991. Invironmental impacts of increased hydroelectric development at existing dams. US, Department of Energy: 46 str.

- Repnik, P. 2006. Hidromorfološki elementi rečnih koridorjev. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 22-68.
- Rosenberg, D.M., Berkes, F., Bodaly, R.A, Hecky, R.E., Kelly, C.A., Rudd, J.W.M. 1997. Large – scale impacts of hydroelectric development. Environmental Reviews volume 5. Kanada, 6 februar 1997: str. 27 – 49.
- SSG WFD & Hydromorphology 2006. Case studies, potentially relevant to the improvement of ecological status/ potential by restoration/ mitigation measures. Strategic Steering Group WFD & Hydromorphology: 201 str.
- SSG WFD & Hydromorphology 2006. Good practice in managing the ecological impacts of hydropower schemes; flood protection works; and works designed to facilitate navigation under the WFD, 4th version. Strategic Steering Group WFD & Hydromorphology. 23 oktober 2006: 64 str.
- Szilvia, D., Gyula, H. 2005. Designation of heavily modified and risky water bodies in Hungary. Praga, 17-19 oktober 2005: 18 str.
- Štupnikar, N. 2007. Bioregije in tipi vodotokov. Osebna komunikacija. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije.
- Uлага, F. 2005. Vsebnost in premeščanje suspendiranega materiala v slovenskih rekah. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje.  
[www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si)
- Analiza zmanjševanja volumnov slovenskih energetske akumulacij. 1995. Ljubljana, VGI
- Sava Dolinka – hidrološka študija. 1995. Ljubljana, VGI

Definiranje hidroloških razmer na odseku Save Dolinke od pregrade HE Moste do Blejskega mostu, C – 723 in C – 723/1. 1999. Ljubljana, VGI

Vlada RS 1995. Priloga h koncesijskemu aktu za izkoriščanje energetskega potenciala spodnje Soče. Ljubljana, 1995.

Vlada RS 2002. Koncesijska pogodba za gospodarsko izkoriščanje vode Save v hidroelektrarnah Moste, Mavčiče in Medvode, za proizvodnjo električne energije. Logotip SEL. Ljubljana, 2002: 27 str.

Vlada RS 2002. koncesijska pogodba za gospodarsko izkoriščanje vode Drave za proizvodnjo električne energije. Logotip DEM. Ljubljana, 2002.

### **Ostali viri**

Google Earth

<http://earth.google.com> (16.12.2006)

Interaktivni naravovarstveni atlas. Agencija republike Slovenije za okolje.

<http://kremen.arso.gov.si/NVatlas/users/login.asp?refurl=%2FNVatlas%2Fewmap%2Easp>

Michigan Department of Natural Resources. Interstate Anadromous Fish Project.

[http://www.michigan.gov/dnr/0,1607,7-153-10364\\_19092\\_19098---,00.html](http://www.michigan.gov/dnr/0,1607,7-153-10364_19092_19098---,00.html) (07.12.2006)

Občina Medvode.

[www.medvode.si](http://www.medvode.si)

Ribiška zveza Slovenije. Ribiško upravljanje v Sloveniji je vzorčni primer za vso Evropo.

Pogovor z dr. Meto Povž.

<http://www.ribiska-zveza.si/si/index.php?option=content&task=view&id=317> (16.012.2006)

Sanacija Zbiljskega jezera (Savske elektrarne d.o.o., 2006).

Savske elektrarne Ljubljana p.o. 1994. Hidroelektrarne Moste, Mavčiče, Medvode, Vrhovo.  
Ljubljana, Savske elektrarne Ljubljana.

Slovenski nacionalni komite za pregrade

<http://slocold.ibe.si/> (06.12.2007)

Spletna stran Savskih elektrarn d.o.o.

<http://www.savske-el.si/> (04.12.2006)

Sustainable Energy Coalition. Hydropower Technologies.

<http://www.sustainableenergy.org/resources/technologies/hydropower.htm> (07.01.2007)

### **Kartografski viri**

Brilly, M., Vidmar, A., Šraj, M. 2003. Tipologija površinskih vodnih teles - prostorska baza tipov vodotokov in jezer, sistem A in sistem B. Poročilo. Priloga 03 – Generalizirana geološka karta – Geo ZS. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 30 f.

Brilly, M., Vidmar, A., Šraj, M. 2003. Tipologija površinskih vodnih teles – prostorska baza tipov vodotokov in jezer, sistem A in sistem B. Poročilo. Priloga 04 – Višinski pasovi po WFD. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 30 f.

Brilly, M., Urbanc Berčič, O., Brancelj, A., Tome, D., Vidmar, A., Globevnik, L., Šraj, M. 2001. Določitev ekoregij v Sloveniji kot podlaga za gospodarjenje z vodami. Poročilo. Priloga 10 – Minimalni letni specifični pretoki z 20-letno povratno dobo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 62f.

GURS. Karta reliefa Slovenije, PK250, Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.

Padavinska karta Slovenije.

[http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme\\_in\\_podnebje/napovedi\\_in\\_podatki/padavinska\\_karta.html](http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme_in_podnebje/napovedi_in_podatki/padavinska_karta.html) (14.01.2007)

Sluga, G. 2005. Kartografija - UVT in KMPVT v prvi določitvi VTPV slovenske hidrografske mreže. Ljubljana, Inštitut za vode RS.

Vlada RS, 2005. Načrt zaščite in reševanja ob poplavih. Ljubljana, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje: 11-14.