

dr. Gorazd URBANIČ^{1,2}

Maja PAVLIN¹

Nina ŠTUPNIKAR¹

Vesna PETKOVSKA¹

VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB NA USPEŠNOST TRAJNOSTNEGA UPRAVLJANJA Z VODAMI

POVZETEK

Voda je nenadomestljiva naravna vrednota, naš življenjski prostor in vir številnih dejavnosti človeka. Številne človekove dejavnosti negativno vplivajo na vodne ekosisteme. Z zavedanjem, da prekomerno izkoriščanje vodnih ekosistemov lahko pripelje do nezaželenih učinkov, je bil z evropsko Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES) pripravljen okvir za novo politiko do voda, ki temelji na trajnostnem upravljanju voda vključno s prispevnimi območji. Eden pglavitnih ciljev trajnostnega upravljanja voda je zagotoviti dobro ekološko stanje vseh površinskih voda v državah Evropske unije do leta 2015. Poleg obremenitev, ki jih potencialno lahko omejujemo, se v zadnjih letih vedno več govori tudi o pomembnosti vplivov podnebnih sprememb na vodne ekosisteme. Tudi v Sloveniji obstajajo podatki o spremembah v razporeditvi padavin in vodnih količin. Vendar to predstavlja le neposredne vplive podnebnih sprememb na vodne ekosisteme, ki se bodo odrazili v dvigu temperature vode in hidroloških sušah. Poleg neposrednih vplivov imamo tudi posredne vplive, ki so posledica interakcij med neposrednimi vplivi in ostalimi prisotnimi obremenitvami vodnega okolja, kot so odvzemi vode, gradnja zadrževalnikov, obremenjenost s hranili in obremenjenost z organskimi snovmi. Vpliv vseh obremenitev mora kljub vsemu zagotavljati dobro stanje ekosistema, ki nam kot tak lahko nudi različne ekosistemske usluge. Ekosistemske usluge si lahko na dolgi rok zagotovimo le s trajnostno rabo. Varstvo s trajnostno rabo predstavlja nov pristop v upravljanju z vodami. V prispevku izpostavljamo probleme ekosistemov celinskih voda, do katerih bo prišlo glede na predvidene scenarije podnebnih in ostalih sprememb vodnih okolij, ki jih povzroča človek. Nevarnost, da dobro ekološko stanje zaradi vpliva antropogenih obremenitev ne bo doseženo, je ob delovanju podnebnih sprememb večja. Predlagamo možnosti trajnostnih rešitev, ki bodo omogočale doseganje dobrega ekološkega stanja vodnih ekosistemov, s tem pa tudi nadaljnje koriščenje ekosistemskih uslug, ki nam jih kot taki lahko nudijo.

UVOD

Voda je nenadomestljiva naravna vrednota, naš življenjski prostor in vir številnih dejavnosti človeka. V preteklosti smo bili mnenja, da je le ustrezna kakovost vode tista, ki je pomembna za človekov obstoj. Zaradi tega smo spremljali in skrbeli le za ustrezno kakovost vode. Kmalu smo spoznali, da nam tak necelovit pristop do vodnih ekosistemov ne zagotavlja trajnostnega razvoja. Še več, spoznali smo, da prekomerno izkoriščanje vodnih ekosistemov pripelje do neželenih učinkov. V Evropski uniji smo z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES) pripravili okvir za novo politiko do voda, ki temelji na ekosistemskem pristopu trajnostnega upravljanja z vodami. Z Zakonom o vodah (ZVO-1, 2002) smo pristop trajnostnega upravljanja prenesli tudi v slovensko zakonodajo. Eden pglavitnih ciljev trajnostnega upravljanja voda je zagotoviti dobro ekološko stanje vseh površinskih voda v državah Evropske unije do leta 2015.

^{1,2} doc. dr. Gorazd URBANIČ, univ. dipl. biol., ¹ Maja PAVLIN, univ. dipl. biol., ¹ Nina ŠTUPNIKAR, univ. dipl. biol., ¹ Vesna PETKOVSKA, univ. dipl. biol., ¹ Inštitut za vode Republike Slovenije, Hajdrihova 28c, 1000 Ljubljana, ² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana

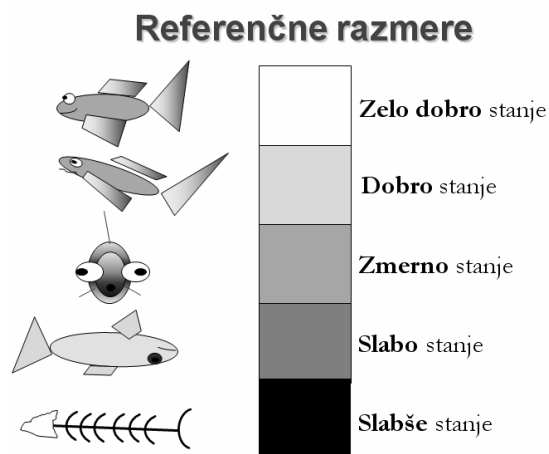
Danes se številne človekove dejavnosti odražajo v obremenitvah voda, ki negativno vplivajo na vodne ekosisteme. Poleg lokalnih obremenitev, ki jih potencialno lahko omejujemo, se v zadnjih letih vedno več govori tudi o pomembnosti vplivov globalnih podnebnih sprememb na vodne ekosisteme. Pripravljene so bile številne različice razvoja podnebnih sprememb, vse pa so enotne v napovedi, da bo prišlo do ogrevanja ozračja zaradi kontinuiranega povečevanja vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju (IPCC, 2007). Ogrevanje ozračja bo vplivalo tudi na vodne ekosisteme.

Namen tega dela je:

1. predstaviti koncept dobrega ekološkega stanja,
2. predstaviti vpliv neposrednih in posrednih vplivov podnebnih sprememb na vodne ekosisteme in ekološko stanje,
3. podati primer vpliva okoljskih sprememb na vodne ekosisteme,
4. podati predloge za ustrezno upravljanje voda za zmanjšanje vplivov okoljskih sprememb in doseganje dobrega ekološkega stanja.

DOBRO EKOLOŠKO STANJE – CILJ TRAJNOSTNEGA UPRAVLJANJA Z VODAMI

V skladu z evropsko Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES) je cilj upravljanja površinskih voda tudi doseganje dobrega ekološkega stanja. Države članice so obvezane v načrtu upravljanja voda za vsako vodno telo opisati trenutno ekološko stanje. Izhodišče za ovrednotenje ekološkega stanja so za tip površinske vode značilne referenčne razmere. Referenčne razmere predstavljajo izhodiščno ekološko stanje vodnega ekosistema, kakršno bi bilo, če ne bi bilo človekovega delovanja oz. bi bil vpliv človekovega delovanja minimalen. Za vsako vodno telo posebej ovrednotimo, kakšno je odstopanje od izhodiščnega stanja. Vrednotenje ekološkega stanja izvedemo z biološkimi elementi kakovosti in podpornimi fizikalno-kemijskimi ter hidromorfološkimi elementi kakovosti. Vodna direktiva predvideva, da vsako vodno telo tudi klasificiramo v enega od petih razredov ekološkega stanja od zelo dobrega ekološkega stanja, preko dobrega, zmernega do slabega in slabšega (slika 1). Kriterije za meje med stanji ekološke kakovosti vsaka država določi sama, vendar jih mora v procesu interkalibracije primerjati in uskladiti z drugimi državami članicami Evropske unije. V prvi fazi interkalibracije smo tudi za slovenske metode vrednotenja ekološkega stanja uspešno interkalibrirali mejne vrednosti za nekatere tipe površinskih voda.



Slika 1. Klasifikacija ekološkega stanja v 5 razredov.

Cilj upravljanja voda je doseči vsaj drugi razred – dobro ekološko stanje. Doseganje dobrega stanja naj bi zagotavljalo tako zgradbo in delovanje ekosistema, ki bosta trajnostno omogočala razvoj in koriščenje številnih ekosistemskih uslug, ki jih ljudje rabimo in od katerih smo odvisni (slika 2):

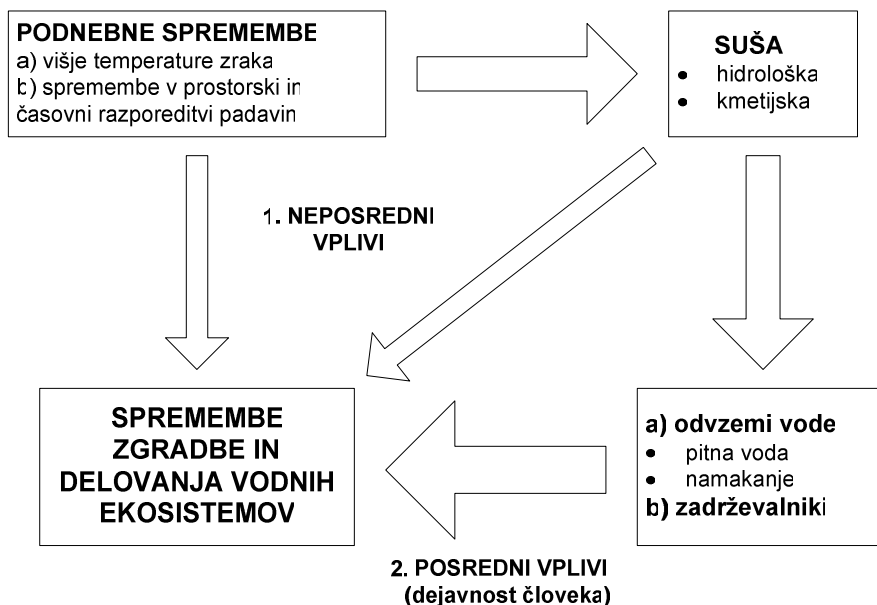
- a) vir vode za gospodinjstva, industrijo in kmetijsko rabo,
- b) odvajanje odpadnih snovi in njihova razgradnja,
- c) pridobivanje električne energije,
- d) transport,
- e) varstvo pred poplavami,
- f) rekreacija in
- g) osebno izpopolnjevanje.



Slika 2. Stanje vodnih ekosistemov in možnost koriščenja ekosistemskih uslug.

PODNEBNE SPREMEMBE IN NJIHOVI VPLIVI NA VODNE EKOSISTEME

Podnebje našega planeta se spreminja in Slovenija glede podnebnih sprememb ni nikakršna izjema. Analize dolgoletnih meteoroloških meritev kažejo spremembe nekaterih podnebnih značilnosti, še posebej naraščanje temperatur zraka in spremembe v časovni in prostorski razporeditvi padavin. Povprečna letna temperatura zraka se je v Sloveniji v zadnjih 50 letih povečala za več kot 1 °C (Kajfež – Bogataj in Bergant, 2005). Bistvenih sprememb v skupni letni količini padavin na večini območij Slovenije še ni moč potrditi, vendar pa pri padavinskem režimu opažajo upadanje količine padavin v prvi polovici leta in naraščanje v drugi polovici leta (MKGP, 2008). Take spremembe tudi v Sloveniji vplivajo na zmanjšano razpoložljivost vode ter pogostejše in dlje časa trajajoče pomladne in poletne suše, na katere se odzivajo tudi ekosistemi. Vodni ekosistemi so še posebej izpostavljeni. Podnebne spremembe bodo nanje vplivale večinoma negativno, saj bodo preko sprememb biodiverzitete povzročale spremembe zgradbe in posledično tudi delovanja vodnih ekosistemov (Fischlin in sod., 2007). Podnebne spremembe bodo imele na vodne ekosisteme tako neposredne vplive (višje temperature vode in hidrološke suše) kot tudi posredne vplive, ki predstavljajo človekov odziv na spremembe podnebja (dodatni odvzemi vode in gradnja zadrževalnikov) (slika 3). Predvidevamo pa, da bodo vplivi podnebnih sprememb, zaradi interakcij med neposrednimi vplivi in že prisotnimi antropogenimi obremenitvami vodnega okolja kot so odvzemi vode, gradnja zadrževalnikov, obremenjenost s hranili in obremenjenost z organskimi snovmi, večji. To pomeni, da bodo podnebne spremembe v bodoče predstavljale pomembno dodatno obremenitev predvsem za že obremenjene vodne ekosisteme (Naiman in sod., 2005).

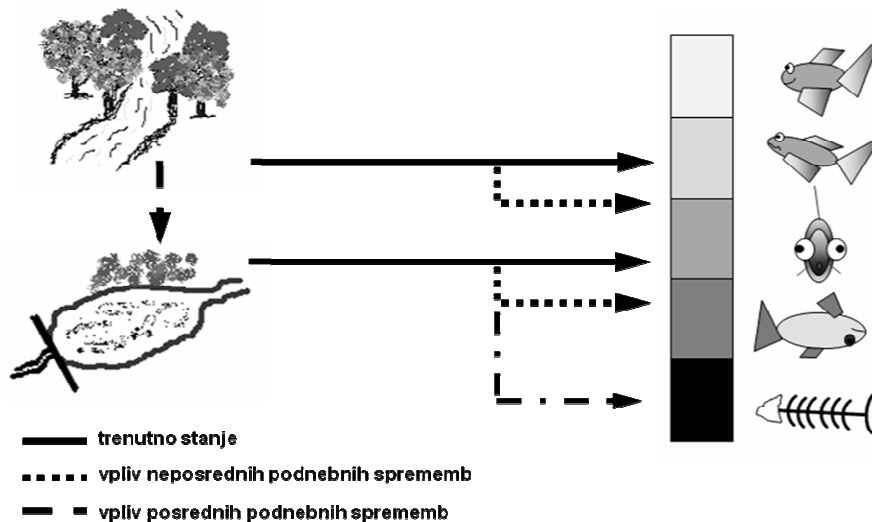


Slika 3. Neposredni in posredni vplivi podnebnih sprememb na vodne ekosisteme.

VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB NA EKOLOŠKO STANJE VODNIH EKOSISTEMOV

Ekološko stanje vodnih ekosistemov se zaradi podnebnih sprememb lahko spremeni. Še posebej velike spremembe lahko pričakujemo za vodne ekosisteme, ki so že obremenjeni (slika 4). Višja temperatura vode bo pospešila nekatere kemijske in biološke procese v vodnem okolju, kar se bo v onesnaženih vodah odrazilo tudi na zmanjšanju koncentracije v vodi raztopljenega kisika in poslabšanju razmer. Poleg tega bodo hidrološke suše naredile površinske vode bolj občutljive na obremenitve. Zmanjšanje količin vode namreč pripomore k povečanju koncentracije onesnažil (organske snovi, hranila) v vodi. Reka ima zmanjšano samočistilno sposobnost, kar vodi v neprimerno kakovost vode za uporabo in dodatno poslabšanje ekološkega stanja že obremenjenih ekosistemov. Z ohranjanjem obrežne vegetacije oz. z zaraščanjem bregov rek lahko zmanjšamo vpliv predvidenih podnebnih sprememb na vodne ekosisteme. S povečanim senčenjem bo voda imela nižjo temperaturo in tudi izhlapevanje bo manjše, manjši pa bo tudi vpliv obremenitev.

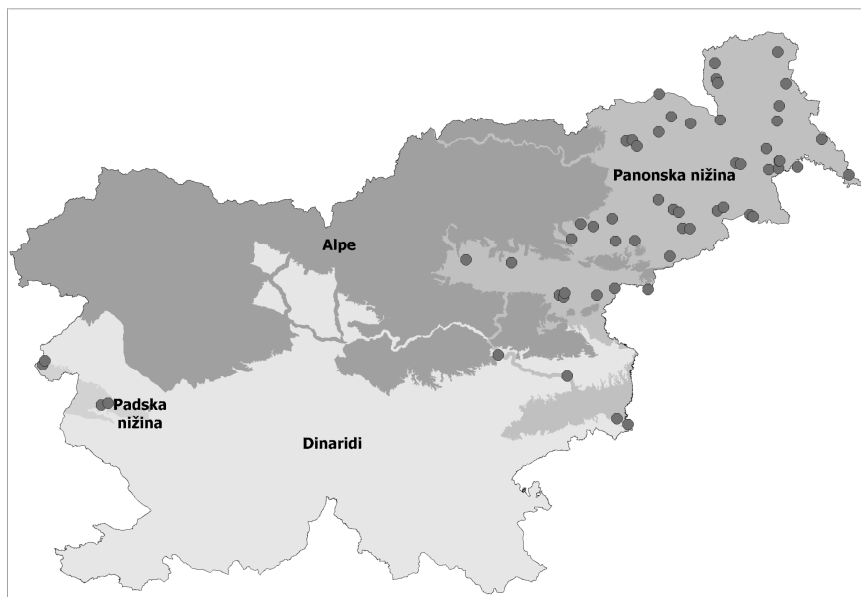
V Sloveniji imamo številne antropogene obremenitve in zaradi njih številna vodna telesa ne dosegajo dobrega ekološkega stanja. Že s predvidenim povišanjem temperature vode in zmanjšanjem vodnih količin v poletnem obdobju bomo pričali poslabšanju ekološkega stanja. S predvidenimi ukrepi za zmanjšanje kmetijskih suš in drugih posledic podnebnih sprememb bomo dodatno poslabšali ekološko stanje. Vplivi teh ukrepov pa bodo veliko večji kot neposredni vplivi podnebnih sprememb (slika 4). Ena od strategij MKGP za reševanje problema podnebnih sprememb v kmetijstvu oz. kmetijskih suš je investicija v namakalne sisteme in hidromelioracijske sisteme (MKGP, 2008). Odvzemi vode zaradi namakanja in izgradnja zadrževalnikov bodo predvidoma imeli večji vpliv kot le zvišanje temperature vode in zmanjšanje količin v poletnem času zaradi podnebnih sprememb. Zaradi različnih interesov ob hkratnem vplivu podnebnih sprememb bo nov izziv upravljanja voda uskladiti različne cilje ter hkrati zagotoviti dobro ekološko stanje, ki omogoča trajnostno rabo vodnih ekosistemov.



Slika 4. Vpliv podnebnih sprememb na ekološko stanje naravnih in antropogeno spremenjenih vodnih ekosistemov.

POTENCIALNI VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB NA NIŽINSKE REKE SLOVENIJE

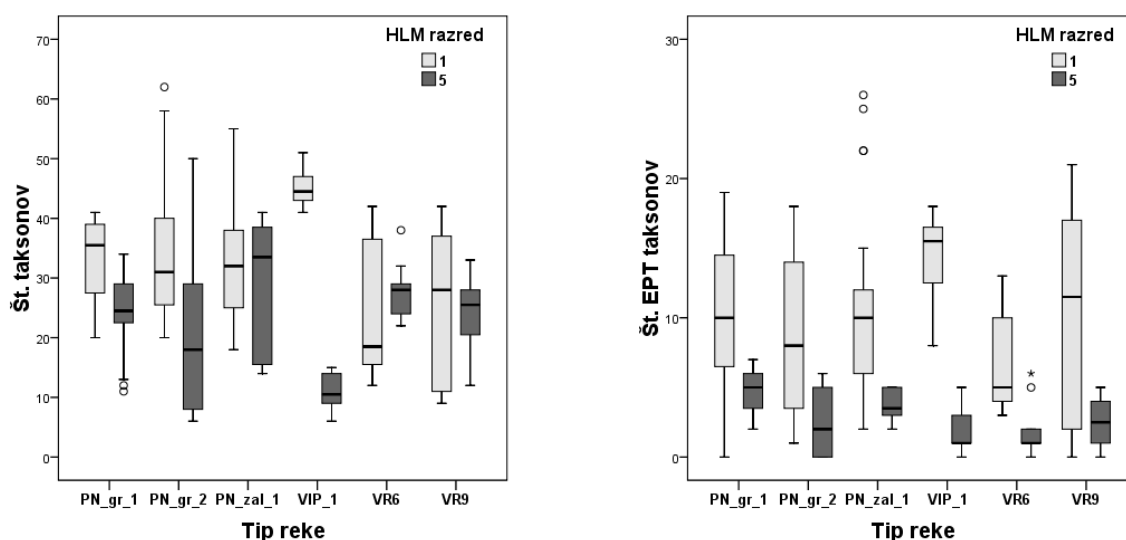
Namen raziskave je bil testirati vpliv lokalnih obremenitev na pestrost bentoških nevretenčarjev. Bentoške nevretenčarje smo vzorčili na šestih tipih nižinskih rek Slovenije (preglednica 1), kjer smo popisali tudi hidromorfološke značilnosti. Vzorčna mesta smo uvrstili v enega od petih razredov hidrološke spremenjenosti tako, da smo za vsakega izračunali vrednost Indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM) in pripadajočo REK vrednost. Indeks HLM meri spremenjenost vodnih ekosistemov zaradi večjih morfoloških sprememb (zajezev) (Urbanič in sod., 2007). Vzorce bentoških nevretenčarjev smo nabrali na 126 vzorčnih mestih (slika 5). Za vsak vzorec posebej smo izračunali mere pestrosti združbe bentoških nevretenčarjev - število taksonov in število EPT taksonov (število prisotnih taksonov iz redov enodnevnice, vrbnice in mladoletnice). Razliko v pestrosti med hidrološko malo (HLM razred 1) in močno spremenjenimi (HLM razred 5) vzorčnimi mesti smo testirali za vsak tip reke posebej s t - testom.



Slika 5. Mesta vzorčenja bentoških nevretenčarjev na nižinskih rekah Slovenije.

Preglednica 1. Tipi nižinskih rek Slovenije na katerih je potekala raziskava.

Ime tipa	Velikost prispevne površine (km ²)	Koda tipa reke	Število vzorcev
Male reke Spodnje Vipavske doline in Brd	10-100	VIP_1	32
Male reke Panonskih gričevij in ravnin	10-100	PN_gr_1	44
Srednje velike reke Panonskih gričevij in ravnin	100-1000	PN_gr_2	68
Male reke Panonskih ravnin z alpskim vplivnim območjem	10-100	PN_zal_1	54
Panonska Sava	>2500 in/ali sQs >50 m ³ /s	VR6	22
Mura in ravninska Drava	>2500 in/ali sQs >50 m ³ /s	VR9	54



Slika 6. Mere pestrosti bentoških nevretenčarjev (število taksonov in število EPT taksonov) izbranih tipov nižinskih rek v Sloveniji. Za kode tipov rek glej preglednico 1.

Za polovico tipov rek smo ugotovili statistično značilne razlike v številu taksonov med hidrološko malo in močno spremenjenimi odseki. Močno spremenjeni odseki so bili manj pestri. Poleg tega smo ugotovili, da so bila hidrološko malo spremenjena mesta vseh tipov rek bolj pestra po številu EPT taksonov od močno spremenjenih (slika 6). To kaže, da s hidro-morfološki spremembami lahko vplivamo na pestrost bentoških nevretenčarjev, vedno pa zmanjšamo število najboljčujivejših taksonov. To je tistih, ki imajo v večini rek ključno vlogo pri kroženju snovi in pretoku energije, ki sta ključna v samočistilni procesih oz. delovanju ekosistema (npr. razgradnja organskih snovi, porabljanje anorganskih hranil). Ugotovljene spremembe v združbi bentoških nevretenčarjev pomenijo spremenjeno delovanje ekosistema reke zaradi zajezev. Močno spremenjeni vodni ekosistemi se slabše odzivajo na ostale okoljske obremenitve lokalnega in globalnega značaja (slika 4), zato so jim dodatno izpostavljeni. V nižinskih območjih Slovenije z visokim deležem kmetijskih površin so večje zajezivitve rek že prisotne. Takšni posegi predstavljajo velik pritisk na vodne ekosisteme in vodijo v povečevanje odstopanj od referenčnih razmer (s tem pa poslabšanje ekološkega stanja). Izpolnjevanje osnovnih ciljev Vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES) je odvisno od trajnostnega upravljanja z vodnimi ekosistemi, ki bo zagotovilo dolgoročno koriščenje številnih ekosistemskih uslug (slika 2), te pa ljudje rabimo in od smo od njih odvisni.

ZAKLJUČKI IN SMERNICE

1. Podnebne spremembe bodo imele skupaj z drugimi človekovimi dejavnostmi negativen vpliv na zgradbo in delovanje vodnih ekosistemov in s tem tudi na njihovo ekološko stanje.
2. Vplivi obstoječih človekovih dejavnosti na vodne ekosisteme bodo ob predvidenih podnebnih spremembah večji kot so danes, zato moramo te dejavnosti uskladiti s cilji upravljanja voda.
3. Predvideni ukrepi za zmanjšanje posledic podnebnih sprememb v kmetijstvu (namakanje in gradnja hidromelioracijskih sistemov) imajo lahko velike negativne vplive na vodne ekosisteme, zato bo kmetijske ukrepe treba uskladiti z ukrepi za doseganje dobrega ekološkega stanja.
4. Z ohranjanjem obrežne vegetacije oz. z dopuščanjem zaraščanja bregov rek lahko zmanjšamo negativne vplive podnebnih sprememb na vodne ekosisteme.
5. S shranjevanjem in uporabo meteorne vode ali vode ob visokih vodostajih lahko zmanjšamo negativne vplive odvzemov ob nizkih vodostajih, hkrati pa zagotovimo vodo za namakanje.
6. Odvzeme vode iz vodnih ekosistemov moramo omejiti le do te mere, da bo preostala količina vode še zagotavljala doseganje dobrega ekološkega stanja.

VIRI

[EU] Evropska Unija. 2000. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. Uradni list L 327, 22/12/2000, 15/5: 275 - 346

Fischlin, A., G.F. Midgley, Price, J.T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M.D.A., Dube, O.P., Tarazona, J., Velichko, A. A. 2007. Ecosystems, their properties, goods, and services. V: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (ur.). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, str. 211-272

[IPCC]. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 73 str.

Kajfež-Bogataj, L., Bergant, K. 2005. Podnebne spremembe v Sloveniji in suša. Ujma 19: 37-41

[MKGP] Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2008. Strategija prilagajanja slovenskega kmetijstva in gozdarstva podnebnim spremembam.

http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/saSSo/zakonodaja/2008/DIREKTORAT_Z_A_KMETIJSTVO/NARAVNE_NESRECE/Strategija_prilagajanja_-_osnutek_18.3.08.pdf

Naiman, R.J., Decamps, H., McClain, M. E. 2005. Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities. Elsevier, Amsterdam, 448 str.

Urbanič, G., Tavzes, B., Petkovska, V. 2007. Ovrednotenje hidromorfoloških lastnosti vzorčnih odsekov rek v hidroekoregijah Panonska nižina in Padska nižina v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES): končno poročilo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 167 str.

Zakon o vodah (ZV – 1). Uradni list RS 67/02: 7648–7680