

TRAJNO VAROVANA KMETIJSKA ZEMLJIŠČA IN BLIŽINA VODNIH VIROV, PRIMERNIH ZA NAMAKANJE

PERMANENTLY PROTECTED AGRICULTURAL LAND AND THE LOCATION OF WATER SOURCES SUITABLE FOR IRRIGATION

Rozalija Cvejić, Matjaž Tratnik, Jana Meljo, Aleš Bizjak, Tanja Prešeren, Karin Kompare, Franci Steinman, Kim Mezga, Janko Urbanc, Marina Pintar

UDK: 338.43:631.67(094.79)

IZVLEČEK

Po novem Zakonu o kmetijskih zemljiščih je eden od pogojev za določitev trajno varovanih kmetijskih zemljišč bližina vodnih virov, primernih za namakanje. Da bi pripomogli k oblikovanju predloga območij trajno varovanih kmetijskih zemljišč (KZ), je bil razvit in uporabljen algoritem alokacije, s katerimi so bili na študijskem območju KZ, potencialno primernih za namakanje, ki ležijo na območju Slovenije, preučeni potenciali za rabo vode iz vodotokov, zadrževalnikov, podzemne vode in prečiščene odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav. Na tej podlagi izdelan zemljevid potencialov za rabo vodnih virov prikazuje območja najmanj ugodne in območja najugodnejše lege trajno varovanih KZ z vidika bližine in primernosti vodnih virov za namakanje. Podoba zemljevida je močno odvisna od učinkov upravljanja voda, zlasti upravljanja povpraševanja po vodi, administracije rabe vodnih virov, namenskega upravljanja vodne infrastrukture in gradnje novih vodnih virov.

KLJUČNE BESEDE

kmetijsko zemljišče, alokacija vode, namakanje

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.01

ABSTRACT

To aid the formation of the suggested areas of permanently protected agricultural land, an allocation algorithm was developed and used to establish the irrigation water use potential of surface waters streams, reservoirs, groundwater and treated municipal wastewater, with the case study area of Slovenia. The result is a map of the irrigation water use potential, regarding the location and water source use suitability for irrigation. The map shows areas where the permanent protection of agricultural land would be either most suitable either least suitable. The appearance of the map depends on several water management aspects, i.e. water demand management, water use administration, the targeted management of water infrastructure and the development of new water sources.

KEY WORDS

agricultural land, water allocation, irrigation

1 UVOD

Zakon o kmetijskih zemljiščih (2011) (ZKZ) ureja varstvo KZ in njihovo upravljanje, tako da določa njihovo razvrstitev, rabo in obdelovanje, njihov promet in zakup, agrarne operacije in skupne pašnike (1. člen). Cilji ZKZ so: (a) ohranjanje in izboljševanje pridelovalnega potenciala ter povečevanje obsega KZ za pridelavo hrane, (b) trajnostno ravnanje z rodovitno zemljo in (c) ohranjanje krajine ter ohranjanje in razvoj podeželja (1. a člen). KZ, določena z ZKZ, so zemljišča, ki so primerna za kmetijsko pridelavo (1. odstavek 2. člena). S prostorskimi akti lokalnih

skupnosti se KZ določijo kot območja KZ (2. odstavek 2. člena). Ločimo: (a) območja trajno varovanih KZ in (b) območja ostalih KZ (2. člen). Vlada Republike Slovenije, ob upoštevanju državnega strateškega prostorskega akta, z uredbo določi območja za kmetijstvo in pridelavo hrane, ki so strateškega pomena (3. b člen) – območja trajno varovanih KZ. Njihov strateški pomen se nanaša na njihov pridelovalni potencial, obseg, zaokroženost, na zagotavljanje pridelave hrane ali ohranjanje in razvoj podeželja ter ohranjanje krajine. V 3. c členu ZKZ so določeni pogoji, ki morajo biti upoštevani pri določitvi predloga območij trajno varovanih KZ. Poleg obsega in zaokroženosti med pomembne pogoje uvrščamo še: (a) boniteto KZ, ki mora biti višja od 35, (b) morebitno izvedbo komasacij, osuševanja ali namakanja, (c) obstoj trajnih nasadov, (d) prisotnost lokalnih značilnosti kmetijske pridelave in rabe KZ ter (e) bližino vodnih virov, primernih za namakanje.

Namakanje KZ je ukrep, ki v rastlinski pridelavi omogoča natančno dodajanje vode in hranil rastlinam. Strokovno pravilno namakanje omogoča stalen in kakovosten kmetijski pridelek tudi med sušo, zato je bližina vodnega vira, primerne za namakanje, pomemben dejavnik prilagodljivosti kmetijstva na sušo. Namakanje je na svetovni ravni bistveno prispevalo k stabilni pridelavi hrane. Zaradi (a) ponavljajočih se suš, (b) trajne ali začasne zasedbe in zmanjševanja obsega KZ zaradi zaraščanja in urbanizacije ter (c) podnebnih trendov (EEA, 2009; EEA, 2010) bo nadaljnji razvoj namakanja pomemben dejavnik za doseganje stabilne pridelave hrane rastlinskega izvora tudi na območju Slovenije. Potreba po namakanju časovno navadno sovpada s pojavom hidrološke suše. Nepovratni odvzemi, med katere umeščamo tudi odvzeme vode za namakanje, lahko bistveno negativno vplivajo na stanje voda. Potencial za rabo voda za namakanje KZ je zato neizogibno povezan z doseganjem okoljskih ciljev, podrobneje opredeljenih z Načrtom upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja (NUV, 2011).

Vsi vodni viri nimajo enakega količinskega potenciala za rabo za namakanje KZ. Posamezni vodni viri, kot so vodna telesa površinskih voda (VTPV), zadrževalniki, vodna telesa podzemnih voda (VTPodV) in prečiščena odpadna voda (POV) iz komunalnih čistilnih naprav (ČN), imajo omejen potencial za rabo. Posamezen potencial za rabo vode iz posameznih vodnih virov delno določa zakonodaja, precej pa tudi način upravljanja posameznih vodnih virov. Ti potenciali se lahko prostorsko prekrivajo, hkrati pa velja, da niso vsi vodni viri enako primerni za rabo za namakanje. Bližina vodnega vira še ne pomeni njegove brezpogojne primernosti in nasprotno, oddaljenost vodnega vira še ne pomeni njegove absolutne neprimernosti za rabo za namakanje KZ. Združitev posameznih potencialov za rabo vodnih virov za namakanje v enoten okvir, ki bi lahko pomagal pri odločitvi, kateri vodni vir je najugodnejše uporabiti za namakanje, ob hkratnem upoštevanju okoljskih, ekonomskih in institucionalnih posebnosti danega območja, je izziv zlasti v primerih, ko imamo na voljo več vodnih virov.

Pri razvoju algoritmov alokacije vode avtorji privzemajo različne pristope, na primer hidrološko-agronomsko-ekonomskega (Cai et al., 2003), ekonomsko-tehničnega (Jenkins et al., 2004; George et al., 2010a, 2010b), temelječega na tržno zasnovanih mehanizmih (Cruse et al., 2004; Johansson et al., 2002), participatorno upravljanje vodnih območij (Lemos et al., 2004), produktivnost rabe vode (Molden et al., 2003) ter pravičnost in učinkovitost razporejanja vode (Wang et al.,

2007). Algoritmi alokacije so lahko uporabna podpora odločanju, tako v primerih, ko imamo obilo vodnih virov, kot takrat, ko so vodni viri za rabo izjemno omejeni. Na območju Slovenije možnost odvzema vode iz površinskih voda določa ekološko sprejemljiv pretok (Qes). Ta pristop ni celosten, saj obravnava odvzeme posamezno, ne da bi se pri tem na primer upoštevala gor-in dolvodna povezanost uporabnikov ali produktivnost rabe vode.

Ko določamo potencial rabe vodnih zadrževalnikov za namakanje, je mogoče uporabiti modele optimizacije delovanja zadrževalnikov. Ti zahtevajo poglobljeno znanje o delovanju zadrževalnikov (upravljanje, vodna bilanca, obstoječa in načrtovana raba) (Starm et al., 1998; Nandalal in Sakthivadivel, 2002; Labadie, 2004; Moradi-Jalal et al., 2007). Obstoječa in načrtovana raba sta pomembna vhodna podatka pri modelih optimizacije in sta povezana z upravljanjem, ki lahko bistveno vpliva na to, koliko vode je na voljo v zadrževalniku za različne rabe. Težava je, da ti podatki za večnamenske zadrževalnike na območju Slovenije bodisi ne obstajajo bodisi je dejanska raba drugačna od predvidene, kar je prepoznano tudi v NUV (2011).

Dostopnost do podzemne vode v vodonosniku je odvisna od hidravlične prevodnosti vodonosnika, globine do podzemne vode, debeline zasičene cone in tipa vodonosnika. Volumen uskladiščene podzemne vode v vodonosniku narašča z večanjem učinkovite poroznosti vodonosnika in debeline zasičene cone, medtem ko dostopnost do podzemne vode v vodonosniku upada z globino vodonosnika (Dibi et al., 2010). Čeprav se uporaba POV za namakanje KZ v aridnih in semiaridnih klimatskih območjih sveta povečuje, je njena primernost za rabo za namakanje močno odvisna od njene kemijske sestave in možnosti, ki jih imamo za njeno shranjevanje. Celostne primernosti POV ni mogoče oceniti brez primerne in namenskega monitoringa njene kakovosti; dodatno je POV ponekod bistven del pretoka prejemnika POV. Shranjevanje POV zahteva znanje, izkušnje in dodatna investicijska vlaganja v infrastrukturo za njeno zadrževanje (Pescod, 1992; Lazarova in Bahri, 2005).

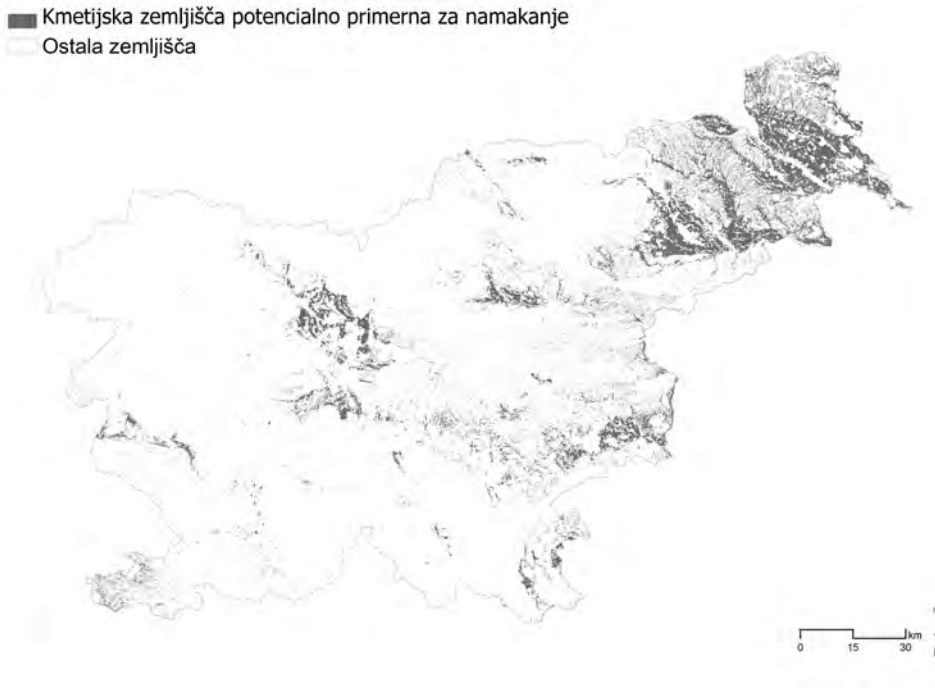
Določitev območij trajno varovanih KZ z vidika bližine vodnih virov, primernih za namakanje, je hkrati odvisna od štirih dejavnikov: (a) lokacije KZ, potencialno primernih za namakanje, (b) lokacije vodnega vira, (c) količine vode, ki je v vodnem viru potencialno na voljo za rabo, in dostopnosti potencialno razpoložljive vode ter (d) primernosti rabe vodnega vira za namakanje v primerjavi z drugimi vodnimi viri. V prispevku je predstavljen primer določitve predloga območij trajno varovanih KZ z vidika bližine vodnih virov, primernih za namakanje, na območju potencialno primernih kmetijskih zemljišč za namakanje v Sloveniji.

2 METODE

2.1 Površine, potencialno primerne za namakanje, in veliki namakalni sistemi

Študijsko območje temelji na podlagi evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč iz leta 2010 (MKO, 2010). Vključuje naslednje kategorije rabe tal: (a) njive in vrtovi, (b) intenzivni sadovnjaki, (c) oljčniki, (d) plantaže gozdnega drevja in ostale plantaže, (e) trajne rastline na njivskih površinah, (f) rastlinjaki in matičnjaki ter (g) hmeljišča. Tako obsega KZ, ki (a) so potencialno primerna za namakanje, (b) jih že namakamo, (c) jih namakamo v raziskovalne

namene in (d) bi jih potencialno lahko namakali, glede na kategorijo njihove rabe. Območje obsega 44 % (194.935 ha) vseh KZ v rabi oziroma 9,6 % območja Slovenije (slika 1).



Slika 1: Kmetijska zemljišča na območju Slovenije, potencialno primerna za namakanje.

2.2 Določitev posameznih potencialov za rabo vode za namakanje

Opis določitve posameznih potencialov za rabo vode za namakanje je razdeljen na določitev potencialov za (a) površinske vode (VTPV, POV in zadrževalniki) in (b) podzemne vode (VTPodV).

2.2.1 Površinske vode

Potencial za rabo vode iz VTPV je ocenjen na podlagi empirično določenega Qes. Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (2009) (Uredba o Qes) določa, da je Qes odvisen od srednjega malega pretoka na mestu odvzema (sQ_{np}) in empiričnega faktorja f , ki je odvisen od ekološko sprejemljivega pretoka in katerega vrednosti so določene v preglednicah Priloge 1, ki je sestavni del Uredbe o Qes (enačba 1).

Enačba 1: $Q_s = f \times sQ_{np}$

Karakteristični pretoki VTPV so določeni na podlagi arhivskih hidroloških podatkov (Banka hidroloških podatkov, 2010) ob upoštevanju korelacijskih faktorjev in razmerij med prispevnimi površinami. Če za točke na koncu VTPV ni bilo razpoložljivih podatkov, je bila ocena izdelana

oceno najverjetnejšega povpraševanja po rabi vode za namakanje). Posredno določeno površinsko razmerje na območjih delujočih VNS, med kulturami, ki jih namakamo, in kulturami, ki jih ne namakamo, je 1 : 2,7. Na podlagi tega je ocenjeno najverjetnejše povpraševanja po rabi vode za namakanje. To ne presega maksimalne porabe vode 30 % potencialno primernih površin za namakanje na teoretično optimalnem območju rabe vode iz zadrževalnika za namakanje.

Razred primernosti za rabo za namakanje	Parameter kakovosti				
	Povprečna temperatura [°C]	Povprečen pH	Povprečna vsebnost dušika [mg/l]*	Povprečna vsebnost fosforja [mg/l]**	Povprečna vsebnost nitratov [mg/l]
Primeren	≤ 35	6.5-8.4	≤ 34	≤ 24	≤ 10
Pogojno primeren	> 35	≤ 6 ali ≥ 8.5	> 34	> 24	> 10
Neprimeren	-	-	-	-	-

* 170 kg N/ha/ leto, **120 kg P/ha/ leto

Preglednica 1: Primernost prečiščene odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav za namakanje glede na temperaturo (°C), pH vrednost in povprečne vsebnosti (mg/l) dušika, nitratov in fosforja.

2.2.2 Podzemne vode

Potencial za rabo vode iz VTPodV je ocenjen glede na rabo podzemne vode na državni ravni, razpoložljivost in dostopnost. Zakon o vodah (2002) določa podzemno vodo kot zaščiteni vir za pitne vode. Celotna letna poraba podzemne vode je izračunana na podlagi podeljenih vodnih pravic za njeno rabo. Stopnja napajanja VTPodV je ocenjena kot produkt učinkovitih padavin in koeficienta infiltracije (metoda Kennesy). Ocenjeno je, da količinsko stanje VTPodV ni ogroženo, če je razmerje med celotno letno porabo in napajanjem vodonosnika manjše od 33 %, kar je v skladu z NUV.

Za prostorsko opredelitev razredov dostopnosti so bili uporabljeni podatki o poroznosti in litološki zgradbi VTPodV (Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda, 2005). Območja lažje dostopnosti predstavljajo predvsem aluvialne (rečne) ravnice, kjer je nivo podzemne vode večinoma manj kot 50 metrov globoko in je prepustnost medzrnskega aluvialnega vodonosnika visoka. Območja srednje težkega dostopa so predvsem kraška območja in peščeno-prodne pliocenske kamnine, ki se običajno menjavajo s slabo prepustnimi glinastimi kamninami. Na teh območjih so vrtalna dela za zajem vode včasih neuspešna (suhe vrtine). Ob črpanju pogosto prihaja do večjih znižanj nivoja podzemne vode, kar pomeni večjo porabo energije. Območja težjega dostopa zajemajo slabo prepustne kamnine, kot so paleozojski skrilavci in peščenjaki, glinavci ter magmatske in metamorfne kamnine. Ob izkoriščanju podzemne vode iz teh vodonosnikov se nivo podzemne vode večinoma zelo zniža.

3 REZULTATI

3.1 Posamezni potenciali za rabo vode za namakanje

3.1.1 Površinske vode

Od obravnavanih VTPV je Qmer manjši od 0 m³/s na 46 VTPV, med 0 in 0,05 m³/s na sedmih

Vodno telo podzemne vode *	Potencial za rabo			Hidromodul namakanja [l/sha] **	Kmetijske površine potencialno primerne za namakanje		
	porabljeno [%]	podeljeno [%]	za rabo [m ³ /s]		skupaj [ha]	Površine, ki jih je mogoče oskrbeti z razpoložljivim potencialom za rabo voda	
						[ha]	[%]
VTPodV 4016	12	0–25	4,0	0,68	33.808	5.88	17
VTPodV 4017	29	75–100	1,9	0,68	9.664	2.794	29
VTPodV 3012	22	50–75	4,0	0,64	20.67	625	30
VTPodV 1003	5	25–50	1,2	0,64	4.928	1.875	38
VTPodV 4018	2	25–50	3,5	0,68	15.267	5.147	34
VTPodV 3015	3	0–25	7,0	0,64	20.208	10.938	54
VTPodV 1002	8	0–25	1,7	0,59	4.517	2.881	64
VTPodV 3014	41	50–75	4,1	0,64	8.448	6.406	76
VTPodV 1001	35	75–100	10,9	0,59	19.574	18.475	94
VTPodV 1005	14	25–50	8,8	0,59	12	12	100
VTPodV 3013	28	25–50	11,7	0,64	3.361	3.361	100
VTPodV 1009	31	25–50	12,5	0,59	8.071	8.071	100
VTPodV 1008	24	25–50	18,2	0,64	11.973	11.973	100
VTPodV 1006	16	75–100	20,2	0,59	855	855	100
VTPodV 1007	5	0–25	20,7	0,59	1.436	1.436	100
VTPodV 5019	26	50–75	26,6	0,64	5.441	5.441	100
VTPodV 1004	3	0–25	27,3	0,59	198	198	100
VTPodV 1010	5	0–25	35,6	0,59	1.487	1.487	100
VTPodV 6020	1	0–25	35,5	0,58	92	92	100
VTPodV 6021	10	0–25	40,1	0,58	4.155	4.155	100
VTPodV 1011	7	0–25	62,9	0,64	20.221	20.221	100

* VTPodV = vodno telo podzemne vode
 ** Hidromodul [l/sha] pri 18-urnem namakanju

Preglednica 3: Potencial za rabo vode na vodno telo podzemne vode natančno glede na njeno razpoložljivost.

3.2 Skupni potencial za rabo vode za namakanje: algoritem alokacije

Razporeditev vodnih virov nam omogoča, da poiščemo potencialno najprimernejši vodni vir za rabo vode za namakanje ob upoštevanju okoljskih, ekonomskih in institucionalnih dejavnikov. Najpomembnejši parameter algoritma alokacije, ki ga predstavljajo enačbe od 6 do 11, je »primernost za rabo vode«, ki sega od visoke (1) do nizke (4). Primernost rabe enega vodnega vira v primerjavi z drugim, ki je oblikovana na podlagi obstoječega institucionalnega okvira, pada, kot sledi: VTPV, zadrževalnik, podzemna voda, POV (slika 3). Ekonomska primernost vode je odvisna od horizontalne razdalje (km) (parameter l , ki lahko zajema vrednosti od nič do šest kilometrov) med namakalnim kompleksom in virom površinske vode (enačba 5). Parameter l je definiran za (a) vodna telesa površinskih voda in (b) zadrževalnike. Upoštevaajoč institucionalne dejavnike, smo definirali še primernost za rabo vode za namakanje iz (c) podzemne vode in primernost rabe (d) POV (enačbe 6–11) (slika 2). Primer branja algoritma alokacije je: raba zadrževalnikov za namakanje je najugodnejša pri petih kilometrih oddaljenosti od VTPV, takrat je raba podzemne vode za namakanje bolj primerna kot raba VTPV, najmanj primerna pa je raba POV (enačba 9).

Enačba 5: $DN500(l) = 0,4 \times l$ ($l = [0,6]$)

Enačba 6: $a < b < c < d$ ($1 \leq 3$ km)

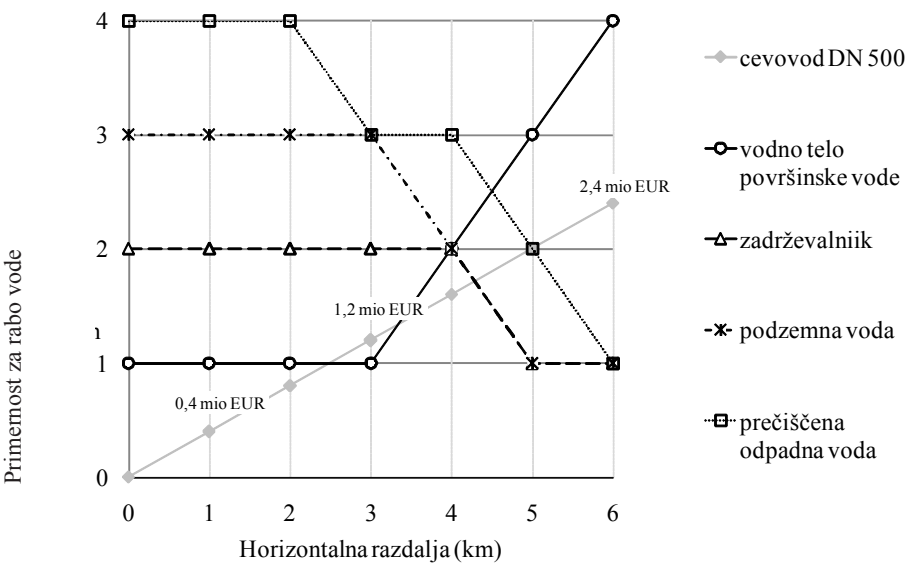
Enačba 7: $a \cong 1 < c < d$ ($1 \leq 3$ km in b ne obstaja)

Enačba 8: $a = d < c$ ($1 \geq 4$ km in b ne obstaja)

Enačba 9: $b \cong 1 < c < a < d$ ($1 > 4$ km)

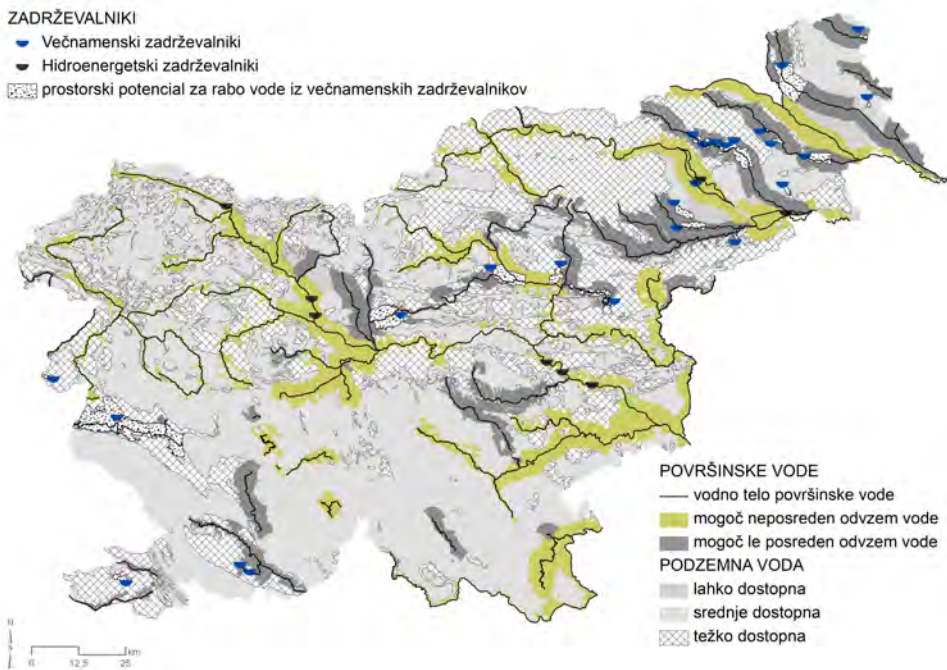
Enačba 10: $c \cong 1 < a < d$ ($1 > 4$ km in b ne obstaja in je c lahko do srednje dostopna)

Enačba 11: $d \cong 1 < b < c < d < a$ (razen na območjih Krasa je $d \cong 4$)



Slika 2: Primernost vodnega vira (vodna telesa površinskih voda, zadrževalniki, podzemna voda in prečiščena odpadna voda) za namakanje. Stroški investicije cevodova rastejo z razdaljo med namakalnim kompleksom in vodnim virov površinske vode (1 = najbolj primerno, 4 = najmanj primerno).

Zemljevid potencialov za rabo vode, z vidika bližine in primernosti vodnih virov za namakanje, opredeljuje tako območja najmanj ugodne kot območja najugodnejše lege trajno varovanih KZ. Z algoritmom smo območjem, na katerih je bilo identificiranih več vodnih virov, potencialno primernih za namakanje, določili najprimernejši vodni vir. Na območjih, kjer v sicer najprimernejšem vodnem viru za rabo ni bilo identificiranih zadostnih količin za pokritje potreb po vodi glede na površine, potencialno primerne za namakanje, smo določili naslednji najprimernejši vodni vir za rabo za namakanje. Na območjih težko dostopne podzemne vode, nerazpoložljivih površinskih vodnih virov ali tam, kjer so vodni viri za rabo izjemno omejeni, predlagamo izgradnjo novih virov; na območjih srednje dostopne podzemne vode pa nadaljnjo proučitev možnosti rabe podzemnih vodnih virov (slika 3).



Slika 3: Potencial za rabo vode na območju Slovenije iz vodnih virov: vodna telesa površinskih voda, zadrževalniki, podzemna voda.

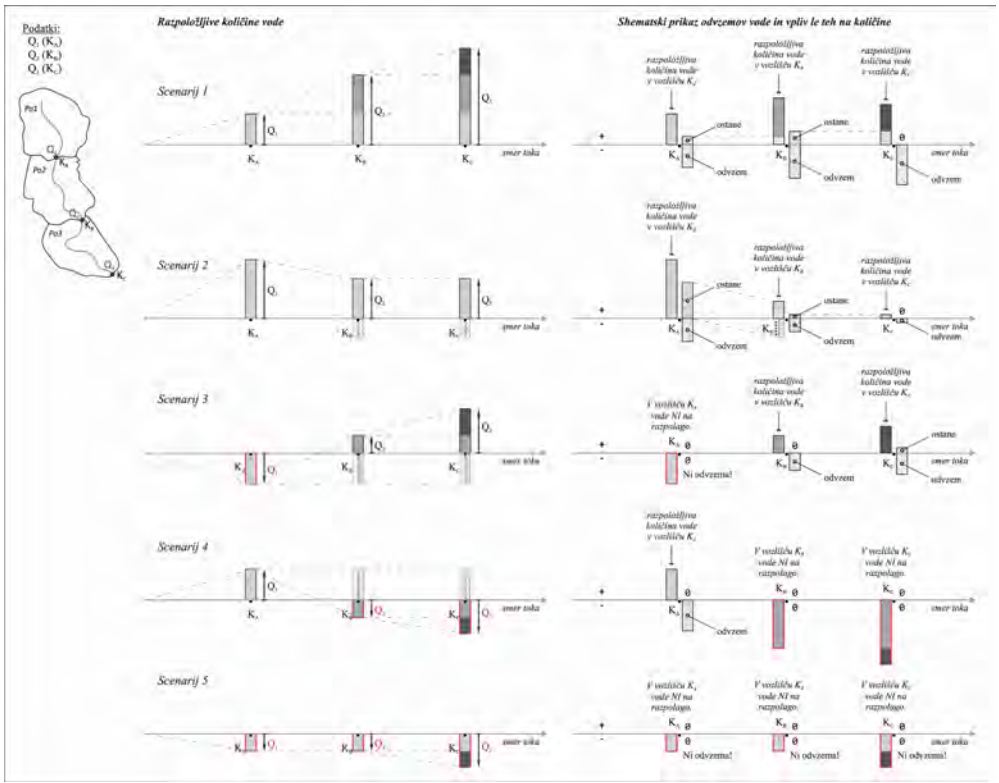
4 RAZPRAVA

Potencial za rabo vode za namakanje je značilno razporejen. Razporeditev loči območja, (a) kjer je vode za rabo izjemno malo ali je sploh ni, od (b) območij, kjer je vode za rabo veliko in imamo več potencialno primernih vodnih virov za namakanje. Uporabljeni algoritem alokacije nam pomaga razvrstiti primernost rabe enega vodnega vira v primerjavi z drugim. Zemljevid potencialov za rabo vode za namakanje, upoštevajoč navedene vidike upravljanja voda, je pomemben za določitev predloga območij trajno varovanih KZ kot podlage za prostorsko načrtovanje na območju Slovenije. Potrebo po vodi za namakanje lahko usklajujemo s prikazano razpoložljivostjo vode na različne načine. Izpostavljamo štiri, ki se nanašajo na način in učinke upravljanja voda.

4.1 Usmerjanje povpraševanja skozi razvoj

VTPV so najprimernejši vir vode za namakanje. Čepprav je Slovenija relativno bogata z vodnimi viri, rezultati raziskave kažejo, da je neposredna raba vode iz VTPV v času rastne sezone možna iz le približno polovice VTPV (55 % od obravnavanih). Ta razpoložljivost je dodatno omejena glede na stanje med iztočnimi vozlišči (KA, KB, KC) med posameznimi prispevnimi območji VTPV (Po1, Po2, Po3) (slika 4). Če zanemarimo možnost naravne dolvodne obogatitve vodotokov s podzemno vodo, se nepovratni odvzemi navadno kažejo kot negativna vodna bilanca

VTPV (Sophocleous, 2002). Neposredni nepovratni odvzemi vode niso mogoči iz VTPV, kjer je potencial za rabo vode (tj. Q_{neto}) enak nič ali je negativen (količina vode v vodotoku je $\leq Q_{es}$). Če so hidrološke razmere v vseh vzliščih ugodne, je odvzem vode za namakanje mogoč (scenarij 1). Če so razpoložljive vodne količine sicer pozitivne, vendar upadajo in se dolvodno ne bogatijo več, bi nepovratni odvzemi gorvodno negativno vplivali na vodne količine dolvodno (scenarij 2). Če se razpoložljive vodne količine obogatijo dolvodno, potem so nepovratni odvzemi mogoči le po točki obogatitve (scenarij 3). Če dolvodne obogatitve ni in je potencial za rabo vode negativen, potem neposredni nepovratni odvzemi vode niso mogoči (scenarij 4) (slika 4). Predloženi scenariji kažejo vpliv vodnih odvzemov na količinsko stanje vodnih teles v odvisnosti od tega, ali se nepovratni odvzemi pojavijo gorvodno ali dolvodno, in opredeljujejo, kako sta uporabnika gorvodno in dolvodno medsebojno povezana (Castelletti in Soncini-Sessa, 2006). Za ohranjanje največjega možnega potenciala za rabo voda je potrebno usmerjanje povpraševanja po vodi tudi skozi sistem podeljevanja vodnih pravic. Smiselno je načrtovati strateško rabo vode v pridelavi hrane (in povezano s tem določiti območja trajno varovanih kmetijskih zemljišč) tam, kjer so potenciali za to najugodnejši.



Slika 4: Omejitve k neposrednim nepovratnim odvzemu vzdolž zaporednih prispevnih površin vodnih teles površinskih voda.

Kljub velikim količinam potencialno razpoložljive POV je ta vodni vir večinoma nerazpoložljiv, ker predstavlja del pretoka recipienta. Raba POV pomeni nekoliko večji potencial na območjih

potrebe namakanja. Podana izhodišča bi morala biti prepoznana tudi v okviru izvajanja NUV. Večnamensko upravljanje zadrževalnikov z namenom njihove izboljšane rabe za zadrževanje vode za potrebe namakanja bi omogočilo preusmeritev povpraševanja po rabi vode za namakanje s podzemne vode. To bi bistveno izboljšalo razpoložljivost vode na območjih, kjer neposredni odvzemi vode za namakanje iz vodotokov v rastni sezoni niso mogoči.

4.4 Izgradnja novih vodnih virov

Na območjih, na katerih je podzemna voda srednje do težko dostopna in za namakanje nimamo na voljo površinskih vodnih virov (VTPV, zadrževalniki), bo treba zgraditi nove vodne vire. Rezultate pričujoče raziskave bi bilo treba združiti s prostorsko raziskanim potencialom za zadrževanje površinskega odtoka v manjše zadrževalnike (Pintar et al., 2011). Tako bi bila omogočena tudi oskrba odmaknjenih manjših površin (do 5 ha) in podpora intenzivne kmetijske pridelave tudi na kmetijskih površinah, ki so oddaljene od najbolj ravninskih predelov Slovenije, kjer so vodni viri najbogatejši.

5 SKLEP

Zemljevid potencialov za rabo vodnih virov na območju Slovenije opredeljuje, z vidika bližine in primernosti vodnih virov za namakanje, primernostne lege trajno varovanih KZ. Ugodne so tiste, ki so znotraj območji, na katerih je investicija v primarni cevovod modelnega namakalnega sistema površine 200 hektarov glede na investicijske stroške še smiselna in je, glede na Qes, hkrati mogoča neposredna raba vode iz VTPV. Manj ugodne so tiste, kjer je investicija v primarni cevovod še smiselna, a so v obdobju od maja do septembra mogoči le posredni odvzemi vode iz VTPV. Na teh območjih je možna raba vode iz obstoječih zadrževalnikov, izgradnja novih vodnih virov ali raba podzemne vode. Potencial za rabo slednje je omejen predvsem zaradi njenega varovanja za preskrbo s pitno vodo. Območja njene lahke dostopnosti so omejena na območja, kjer je nivo podzemne vode manj kot 50 metrov globoko in je prepustnost medzrnskega vodonosnika visoka. VTPodV so količinsko bogata, a nekatera administrativno zelo blizu meji največje možne zasedenosti. Če raba podzemne vode ostane neoptimizirana v administrativnem pogledu in »zaklenjena« za strateško rabo za ostale rabe, bo razvoj namakanja v kmetijski pridelava moral vključevati tudi več izgradnje novih vodnih virov. Obstoječi večnamenski zadrževalniki imajo namreč zelo omejen potencial za rabo. Ta je dodatno močno odvisen od namena, za katerega jih upravljamo. Izvedena presoja primernosti rabe POV je omejena na presojo po razpoložljivih merjenih parametrih in posredni presoji po tehnični zmogljivosti. Ker podatkov ni, manjka presoja primernosti rabe POV glede na dejansko mikrobiološko primernost in vsebnost težkih kovin. POV predstavlja določen potencial rabe na območju Krasa, kjer je podzemna voda težko dostopna in ne obstajajo površinski vodni viri, vendar njena raba zahteva skrbno načrtovanje shranjevanja POV in strokovno usposobljenost za njeno rabo. Pri opredelitvi predloga trajno varovanih KZ sta enako pomembni tako bližina kot primernost vodnega vira za namakane KZ. Slednja je močno odvisna od učinkov ukrepov upravljanja voda znotraj NUV, zlasti upravljanja povpraševanja po vodi, administracije rabe vodnih virov, večnamenskega upravljanja vodne infrastrukture in izgradnje novih vodnih virov.

6 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in šport za finančno podporo projekta in Evropski uniji za delno financiranje iz Evropskega socialnega sklada.

Literatura in viri:

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome
- Banka hidroloških podatkov (2010). *Agencija Republike Slovenije za okolje*.
- Cai, X., McKinney, D. C., Lasdon, L. (2003). *Integrated Hydrologic-Agronomic-Economic Model for River Basin Management*. *J Water Res Pl-Asce*, 129, 4–17.
- Castelletti, A., in Soncini-Sessa, R. (2006). *A procedural approach to strengthening integration and participation in water resource planning*. *Environ Modell Softw*, 21, 1455–1470.
- Cruse, L., Pagan, P., Dollery, B. (2004). *Water markets as a vehicle for reforming water resource allocation in the Murray-Darling Basin of Australia*. *Water Resour Res*, 40, 1–10.
- Dibi, B., Doumouya, I., Brice Konan-Waidhet, A., Kouame, K. I., Angui, K. T., Issiaka, S. (2010). *Assessment of the Groundwater Potential Zone in Hard Rock through the Application of GIS: The Case of Aboisso Area (South-East of Cote d'Ivoire)*. *J Applied Sci*, 10, 2058–2067.
- EEA (2009). *Water resources across Europe: Confronting water scarcity and drought*. European Environment Agency, Report 2. Pridobljeno 20. 9. 2011 s spletne strani: <http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe>.
- EEA (2010). *Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe: An overview of the last decade*. Pridobljeno 20. 9. 2011 s spletne strani: European Environment Agency, Technical report 13. <http://www.eea.europa.eu/publications/mapping-the-impacts-of-natural>.
- Foerster, A. (2011). *Developing Purposeful and Adaptive Institutions for effective Environmental Water Governance*. *Water Resour Manage*, 25, 4005–4018.
- Friedler, E. (2006). *Water reuse – an integral part of water resource management: Israel as a case study*. *Water policy*, 3, 29–39.
- George, B., Malano, H., Davidson, B., Hellegger, P., Bharati, L., Massuel, S. (2010a). *An integrated hydro-economic modelling framework to evaluate water allocation strategies I: Model development*. *Agr Water Manage*, 98, 733–746.
- George, B., Malano, H., Davidson, B., Hellegger, P., Bharati, L., Massuel, S. (2010b). *An integrated hydro-economic modelling framework to evaluate water allocation strategies II: Scenario assessment*. *Agr Water Manage*, 98, 747–758.
- Jenkins, M. W., Lund, J. R., Howitt, R. E., Draper, A. J., Msangi, S. M., Tanaka, S. K., Ritzema, R. S., Marques, G. F. (2004). *Optimization of California's Water Supply System: Results and Insights*. *J Water Res Pl-Asce*, 130, 271–280.
- Johansson, R. C., Tsur, Y., Roe, T. L., Doukkali, R., Dinar, A. (2002). *Pricing irrigation water: a review of theory and practice*. *Water policy*, 4, 173–199.
- Labadie, J. (2004). *Optimal Operation of Multireservoir Systems: State-of-the-Art Review*. *J Water Res Pl-Asce*, 130, 93–111.
- Lazarova, V., in Bahri, A. (2005). *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*. Boca Raton, New York.
- MKO, 2010. *Evidenca dejanske rabe tal, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje Republike Slovenije*. Pridobljeno 10. 2. 2010 s spletne strani: <http://rkg.gov.si/GERK/>.
- Molden, D., Murray-Rust, H., Makin, I. (2003). *A Water-productivity Framework for Understanding and Action*. V: J. W. Kijine, R. Barker, D. Molden (ur.) *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement (1–18)* CAB International.
- Molden, D., Sakthivadivel, R., Samad, M., Burton, M. (2005). *Phases of River Basin Development: the Need for Adaptive Institutions*. V M. Svendsen (ur.) *Irrigation and River Basin development: Options for Governance and Institutions (19–31)*. CAB International, Oxon.

Moradi-Jalal, M., Bozorog Haddad, O., Kerney, B. W., Marino, M. A. (2007). Reservoir operation in assigning optimal multi-crop irrigation areas. *Agr Water Manage*, 90, 149–159.

MVD (2008). 19. Mišičev vodarski dan. Pridobljeno 20. 9. 2011 s spletne strani: <http://mvd20.com/zbornik.php?page=letnik>.

Nandalal, K. D. W., Sakthivadivel, R. (2002). Planning and management of a complex water resource system: case of Samanalawewa and Udawalawe reservoirs in the Walawe river, Sri Lanka. *Agr Water Manage*, 57, 207–221.

Načrt upravljanja voda za vodni območjih Donave in Jadranskega morja. Ministrstvo za okolje in prostor RS. (2011). Pridobljeno 20. 10. 2010 s spletne strani: http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/voda/nacrt_upravljanja_voda_za_vodni_obmocji_donave_in_jadranskega_morja_2009_2015/nuv_besedilni_in_kartografski_del/.

Pescod, M. B. (1992). Wastewater treatment and use in agriculture. FAO irrigation and drainage paper 47. FAO, Rome.

Pintar, M., Burja, D., Smolar, N., Pogačnik, Z. (1998). Določitev izhodiščnih parametrov za rabo vode za namakanje kmetijskih površin glede na klimo, tla in tipične kulture. Inštitut za vode RS, Ljubljana.

Pintar, M., Glavan, M., Meljo, J., Zupan, M., Fazarinc, R., Podboj, M., Tratnik, M., Zupanc, V., Kregar, M., Krajčič, J., Bizjak, A. (2011). Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji. Ciljni raziskovalni program V4-1066. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS in Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in šport RS, Ljubljana

Per, Matejka (2009). Voda iz čistilnih naprav kot alternativni vir vode za namakanje. Diplomsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta.

Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda. Uradni list RS, 4.7.2005, št. 63, 6532-6566.

Sophocleous, M. (2002). Interactions between groundwater and surface water: the state of science. *Hydrogeol J*, 10, 51–67.

Starm, A., Salewicz, K. A., et al. (1998) Theory and methodology: An interactive reservoir management system for Lake Kariba. *Eur J Oper Res*, 107, 119–136.

Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka. Uradni list RS, 30. 11. 2009, št. 97, 12919-12933.

Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla. Uradni list RS, 16. 9. 2005, št. 84, 9–17.

Wang, J. F., Cheng, G. D., Gao, Y. G., Long, A. H., Xu, Z. M., Xin, L., Chen, H., Barker, T. (2007). Optimal Water Resource Allocation in Arid and Semi-Arid Areas. *Water Resour Manag*, 22, 239–258.

Zakon o kmetijskih zemljiščih. Uradni list RS, 9. 9. 2011, št. 71, 9479–9498.

Zakon o vodah. Uradni list RS, 26. 7. 2002, št. 67, 7648–7680.

