



april 2012

# slovenski vodar 25

društvo vodarjev slovenije



## **Slovenski vodar 25**

**Društvo vodarjev Slovenije**  
**(Slovenian Association of Water Managers)**

**Naslov: Hajdrihova 28C, 1000 Ljubljana**  
**Tel. 031 653 653**  
**info@drustvo-vodarjev.si**  
**www.drustvo-vodarjev.si**

Urednika: dr. Lidija Globevnik, Tone Prešeren  
Lektoriranje: Henrik Ciglič  
Oblikovanje: Danijel Sušnik  
Avtorica fotografije na naslovnici: Petra Repnik Mah  
Fotografije: Petra Repnik Mah, Saša Prešeren in Tone Prešeren  
Tisk: Birografika Bori  
Naklada: 500  
CIP – Kataloški zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana  
ISSN 1318-6051

Mnenja, predstavljena v člankih, so stališča avtorjev

april 2012



# RAZVOJ EKSPERTNO NUMERIČNEGA SISTEMA NA AGENCIJI RS ZA OKOLJE ZA PODPORO ODLOČANJU NA ALUVIALNIH TELESIH PODZEMNIH VODA SLOVENIJE

dr. Petra Souvent, Agencija Republike Slovenije za okolje

Sašo Celarc udi. rač., BRON d.o.o.

dr. Goran Vižintin in dr. Barbara Čenčur-Curk, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta

## POVZETEK

V prispevku predstavljamo »Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije«, ki je del projekta: »Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji« (BOBER - **B**oljša **O**pazovanja za **B**oljše **E**kološke **R**ešitve). Projekt BOBER bo omogočil izboljšano spremljanje in poznavanje stanja vodnega okolja v Sloveniji in posledično bolj kakovostne hidrološke in meteorološke napovedi in predvidevanja, kar bo dolgoročno omogočilo boljše varstvo in ohranjanje vodnih virov.

## UVOD

Upravljanje z viri podzemnih vod ter spremljanje in ocenjevanje stanja podzemnih vod zahteva dobro razumevanje vodonosnih sistemov in procesov za optimalno rabo virov, ob zadostitvi ekoloških potreb mokrišč, izvirov in rek in ohranjanju kakovosti površinskih in podzemnih voda. Ekspertno numerični sistemi in modeli podzemnih vod podpirajo integracijo, validacijo in kvantifikacijo hidrogeoloških informacij, ki so potrebne za razvoj strategij trajnostne rabe strateških virov podzemnih vod.

Na eni strani upravljanje z viri podzemnih vod zahteva pri postopku pridobitve vodne pravice zaradi različnih naravnih in gospodarskih dejavnikov (npr. podnebnih sprememb, kompetitivne rabe vode) čedalje natančnejše informacije o razpoložljivi količini podzemne vode na danem vodnem telesu. Upravljanje z viri podzemnih vod podpira informacijski sistem Vodna knjiga, ki je javna evidenca vodnogospodarskih upravnih aktov. Vodno knjigo tako sestavljata evidenca o podeljenih vodnih pravicah in evidenca o izdanih vodnih soglasjih z zbirko listin. Za posebno rabo vode, tudi podzemne, je treba pridobiti vodne pravice, ki se podeljujejo z upravno odločbo-vodnim dovoljenjem ali z aktom o podelitvi koncesije. Za posege v prostor, ki bi lahko trajno ali začasno vplivali na vodni režim ali stanje voda, pa je treba pridobiti vodno soglasje.

Po drugi strani pa implementacija evropskih direktiv priporoča uporabo hidrogeoloških modelov, ki lahko odgovorijo na vprašanja o reprezentativnosti merilne mreže državnega monitoringa in o zanesljivosti ocenjevanja kemijskega in količinskega stanja podzemnih vod ter o potrebnosti in upravičenosti ukrepov za ohranjanje oziroma izboljševanje stanja podzemnih vod.

V Sloveniji je določenih pet aluvialnih vodnih teles podzemne vode, ki jih sestavlja 30 vodonosnih sistemov. Njihove značilnosti so predvsem visoki indeksi ranljivosti, relativno majhna globina do podzemne vode, izrazite interakcije s površinskimi vodami in hiter tok podzemne vode v zasičeni coni vodonosnikov. Stanje podzemnih vod ravno v teh vodonosnih sistemih izkazuje največjo problematiko tako pri kakovosti kot tudi pri količinah. Ker pa so ti vodonosni sistemi dragoceni vodni viri za preskrbo velikega števila prebivalcev Slovenije, vključno s prebivalci velikih mest (Ljubljana, Maribor, Celje, itd.), in pomemben naravni vir za gospodarstvo, je izdelava ekspertno numeričnih sistemov za podporo odločanju nujna.

S projektom smo na agenciji začeli aprila 2011, do sedaj so končani hidrogeološki konceptualni modeli za postavitev numeričnih modelov toka podzemne vode na izbranih poljih ter izdelane detajlne specifikacije vzpostavitve sistema za podporo odločanju.

## NAMEN IN CILJ EKSPERTNO NUMERIČNEGA SISTEMA

Namen projekta je povezava Vodne knjige, natančnejše gre za povezavo aplikacije Vodna dovoljenja in aplikacije Koncesije, s samostojnim ekspertno numeričnim sistemom, ki bo za pripovršinske vodonosnike vodnih teles podzemnih voda s pretežno medzrnsko poroznostjo izboljšal oceno o razpoložljivi količini podzemne vode

na teh vodnih telesih in s tem zagotavljal dodatno informacijo o količini podzemne vode pri postopku izdaje vodnih dovoljenj in koncesij.

S podatki državne mreže hidrološkega monitoringa podzemnih voda ter z modelskimi produkti ekspertno numeričnega sistema bo mogoče v danem času in prostoru oceniti razpoložljivo količino podzemne vode.

Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih vodonosnikih bo tako povezal model toka podzemne vode z bazo vodnih dovoljenj in koncesij in bo upravljavcu pomagal pri oceni vodnih zalog na danem vodnem telesu oziroma zagotavljal dodatno informacijo o razpoložljivi količini vode za potrebe izdaje vodnih dovoljenj in koncesij. Samostojni modeli toka podzemne vode se bodo uporabljali tudi kot pomoč pri oceni količinskega stanja podzemnih voda oziroma spremljanju razpoložljivosti vodnih virov v določenem časovnem obdobju. Izdelanih bo šest regionalnih modelov toka podzemne vode na danih vodnih telesih podzemnih voda: na VTPodV Savska kotlina in Ljubljansko barje, na VTPodV Savinjska kotlina, na VTPodV Krška kotlina, na VTPodV Dravska kotlina in na VTPodV Murska kotlina .

Glavni cilj projekta je zagotoviti kontrolne mehanizme, s katerimi bomo lahko preverili, ali je na določeni lokaciji mogoče podeliti pravico za odvzem določene količine vode. Ti mehanizmi morajo omogočiti, da se obstoječi aplikaciji Vodna dovoljenja in Koncesije za vode na čimbolj enostaven način povežejo na te mehanizme in pridobijo informacijo o razpoložljivi količini vode na določeni lokaciji. Prav tako morajo mehanizmi omogočiti rezervacijo določene količine tisti trenutek še razpoložljive količine podzemne vode.

Drugi pod-cilji projekta so:

- nadzoran prenos podatkov o obstoječih podeljenih vodnih pravicah (podeljenih količinah) iz baze Vodna dovoljenja in Koncesije v modelski sistem MODFLOW;
- nadzoran prenos podatkov iz modelskega sistema MODFLOW v bazo Vodna dovoljenja in Koncesije in uporaba teh podatkov v kontrolnih mehanizmih, ki so opisani v glavnem cilju;
- izvedba izvoza podatkov in poročanje o razpoložljivih količinah vode za potrebe drugih zainteresiranih uporabnikov.

Rezultat ekspertno numeričnega sistema, to je sistema za podporo odločanju z vključenimi regionalnimi modeli toka podzemne vode, bosta torej podatka o količini podzemne vode, ki je na voljo na danem območju, in o vplivnem radiju črpanja. Ekspertno numerični sistem mora podeljevalcu vodne pravice glede na ocenjeno količino razpoložljive podzemne vode olajšati odločitev, ali lahko na določenem območju podeli vodno pravico.

## TEHNIČNA IZVEDBA EKSPERTNO NUMERIČNEGA SISTEMA

Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije je vsebinsko razdeljen na dva sklopa. Prvi sklop predvideva postavitev šestih regionalnih modelov toka podzemne vode na danih vodnih telesih podzemnih voda za: Mursko/Prekmursko polje, Dravsko/Ptujsko polje, Spodnje Savinjsko dolino, Krško polje, Kranjsko/Sorško polje in Ljubljansko polje. Modeli toka podzemne vode v aluvialnih plitvih vodonosnih sistemih bodo izhajali iz hidrogeoloških konceptualnih modelov, na katerih se bodo oblikovale numerične mreže in določili parametri in robni pogoji. Pomembna faza postavitve modela bo postopek kalibracije, ki preverja pravilnost konceptualizacije hidrogeoloških razmer. Modeliranje toka podzemne vode bo potekalo v stacionarnih razmerah. Drugi sklop bo vzpostavitev sistema za podporo odločanju na področju upravljanja podzemnih voda v aluvialnih vodonosnih sistemih Slovenije. To bo informacijski sistem, ki bo deloval kot vmesnik med aplikacijama Vodna dovoljenja in Koncesije na eni strani ter programskim orodjem za modeliranje podzemnih vod na drugi strani (slika 1) in bo pomagal upravljavcem sprejeti optimalne odločitve za negotove parametre v zvezi s količino podzemne vode. Vmesnik bo vključeval naslednje module/procese (slika 2 in tabela 1): prenos podatkov vodnih pravic v MODFLOW, prenos podatkov o razpoložljivih količinah vode iz MODFLOW, mehanizem za kontrolo razpoložljivih količin vode, mehanizem za rezervacijo razpoložljivih količin vode, izvoz podatkov in poročila ter administracijski modul.

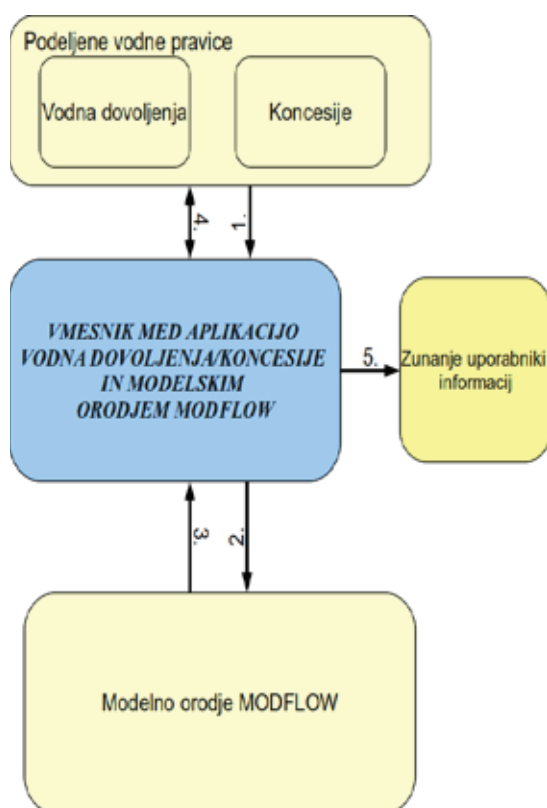
Uporaba sistema za podporo odločanja je nujna v primeru negotovega vrednotenja zaradi pomanjkanja informacij in kompleksnosti sistema, konflikta med cilji in interesi (število kriterijev), možnosti raznovrstne rešitve, interdisciplinarne in kompleksne situacije problema, potrebe po hitrih odločitvah za kompleksne probleme podeljevanja vodnih pravic. Ocena stanja naravnega okolja bo skupaj z elementi prostorskega načrtovanja uporabljena kot vodilo bodočim procesom načrtovanja in upravljanja s prostorom ter vodnimi viri.

## ZAKLJUČEK

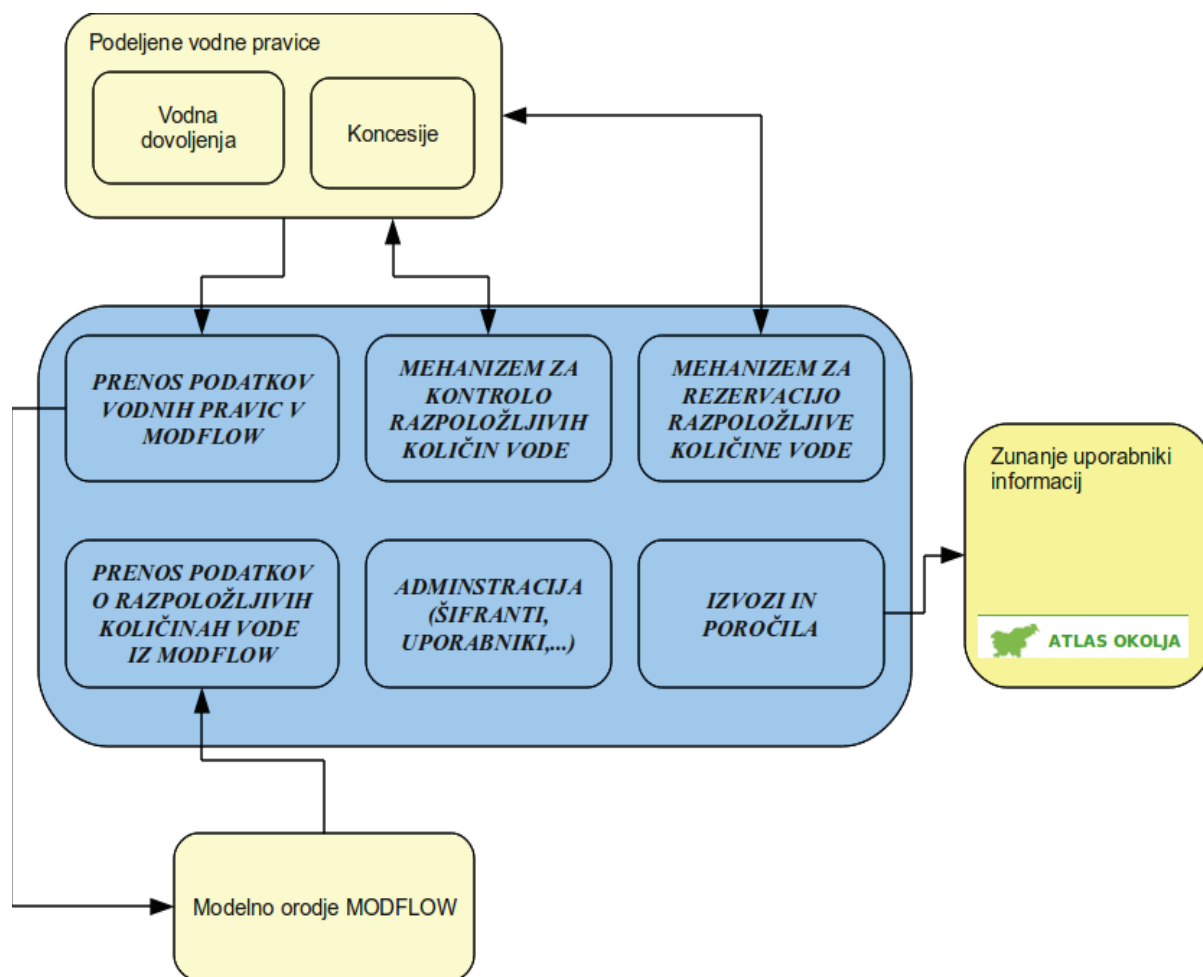
Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije bo celosten sistem, ki bo s pomočjo regionalnih modelov toka podzemne vode in sistema za podporo odločanju na področju upravljanja podzemnih voda podeljevalcu vodne pravice, glede na ocenjeno količino razpoložljive podzemne vode, zagotavljal dodatno strokovno podporo pri odločitvah na področju vodnih pravic. Pričakovani najbolj izpostavljeni rezultati projekta so tudi:

- modelska ocena razpoložljivih količin podzemne vode,
- modelska ocena vplivnih radijev črpanja,
- prostorski prikaz hidroizohips in smeri toka,
- modelsko okolje za simuliranje učinkov novih odvzemov.

Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije bo v operativni rabi na Agenciji za okolje predvidoma od aprila 2014.



Slika 1: Osnovna struktura vsebinskih komponent ekspertno numeričnega sistema. Osrednji del je vmesnik, podrobneje prikazan na sliki 2 in opisan v tabeli 1. Puščica 1. pomeni dostop do podatkov (količin odvzete vode), ki jih vmesnik opravi z namenom prenosa v MODFLOW, kar je prikazano s puščico 2. Puščica 3. ponazarja prenos podatkov o razpoložljivi količini vode in vplivnih radijih, ki se izračunajo v MODFLOW in se prenesejo v vmesnik. Puščica 4. pa ponazarja podatke, ki so prek kontrolnih mehanizmov na voljo aplikacijama Vodna dovoljenja in Koncesije za ugotavljanje, ali je na določeni lokaciji na voljo dovolj vode in za rezervacijo določene količine vode. Puščica 5. predstavlja podatke, ki so prek izvozov in poročil na voljo drugim uporabnikom (npr.: obstoječi spletni prikazovalnik prostorskih podatkov, ki se uporablja na ARSO).



Slika 2: Predvideni moduli Vmesnika med aplikacijo vodna dovoljenja/koncesije in modelskim orodjem MODFLOW.

Naziv modula	Opis
Prenos podatkov vodnih pravic v MODFLOW	Modul, ki omogoča večkratno in kontroliran prenos podatkov iz aplikacij Vodna dovoljenja in Koncesije za vode v modelno orodje MODFLOW.
Prenos podatkov o razpoložljivih količinah vode iz MODFLOW	Modul, ki omogoča večkratno in kontroliran prenos podatkov iz modelnega orodja MODFLOW v Vmesnik.
Mehanizem za kontrolo razpoložljivih količin vode	Modul, ki omogoča kontrolo razpoložljivih količin vode na določenem območju v določenem obdobju. Izdelan je tako, da ga lahko preprosto uporabita aplikaciji Vodna dovoljenja in Koncesije.
Mehanizem za rezervacijo razpoložljive količine vode	Modul, ki omogoča rezervacijo določene količine vode ob tem, ko se začne obravnavati novo vložena vloga za vodno dovoljenje ali koncesijo. Rezervacija je potrebna zaradi zavarovanja vrstnega reda pri kontroli razpoložljivih količin vode. Izdelan je tako, da ga lahko preprosto uporabita aplikaciji Vodna dovoljenja in Koncesije.
Izvozi in poročila	Modul za izvoz podatkov in izpis poročil.
Administracija (šifranti, uporabniki...)	Modula za urejanje šifrantov, urejanje uporabnikov in njihovih pravic in pregled drugih kontrolnih podatkov sistema (dnevnik dostopov, pregled napak ...)

Tabela 1: Opis modulov Vmesnika med aplikacijo vodna dovoljenja/koncesije in orodjem za modeliranje MODFLOW.