



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana

**Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora
pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda
(Direktiva 2000/60/EC)**

**UKREP DDU 26: Analiza razpoložljivih zalog podzemne vode in
površinske vode ter obstoječe in predvidene rabe vode za obdobje do 2021**

**Pregled praks določanja razpoložljivih količin podzemne vode v
drugih evropskih državah**

Končno poročilo

Datum:	November 2014
Arh. št:	K-II-30d/c-42/1394-18
Nosilec:	dr. Jure Krivic, univ. dipl. inž. geol.
Vodja Oddelka za hidrogeologijo:	dr. Nina Mali, univ. dipl. inž. geol.
Direktor GeoZS:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol.

Podnalog	Končno poročilo
	Pregled praks določanja razpoložljivih količin podzemne vode v drugih evropskih državah
Naročnik	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje Dunajska cesta 22 1000 Ljubljana
Naloga	Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC)
Pogodba	2330-13-830474 (MKO) 1160-98/13 (GeoZS)
Pripravila	dr. Mitja Janža, univ. dipl. inž. geol. Dejan Šram, univ. dipl. inž. geol.

Ključne besede: podzemna voda, hidrogeologija, razpoložljivost, izkoristljivost, vodna telesa
podzemne vode, primerjalna analiza, Načrt upravljanja voda, Vodna direktiva

Kazalo vsebine

1.	Uvod	1
2.	Splošni pregled metod ocene razpoložljivosti podzemne vode	1
3.	Praksa določanja razpoložljivih količin podzemne vode v evropskih državah	2
	Avstrija (Harum et al. 2001)	3
	Danska (Henriksen et al. 2008)	4
	Francija (Ministère de l'Ecologie 2012)	4
	Irska (EPA 2010)	4
	Madžarska (VKKI 2010)	5
	Nemčija	6
	Nemčija/Spodnja Saška (Spletni vir 1)	7
	Velika Britanija (UKTAG 2012)	8
4.	Viri	9

Kazalo tabel

Tabela 1: Določitev stanja na podlagi razmerja med odvzemi in napajanjem (EPA, 2010).	5
Tabela 2: Primer kriterijev za oceno količinskega stanja podzemne vode (Berthold et al. 2011)	6
Tabela 3: Povzetek vodnobilančnega testa (UKTAG 2012).	8

Kazalo slik

Slika 1: Razmerja med razpoložljivimi količinami podzemne vode in napajanjem (prirejeno po Smith et al. 2010).	2
--	---

1. Uvod

Pregled praks določanja razpoložljivih količin podzemne vode v drugih evropskih državah smo izvedli v okviru Programa izvedbe nalog (2013-2014) za pripravo strokovnih podlag in strokovne podpore pri izvajanju Vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC) v sklopu ukrepa DDU 26.

2. Splošni pregled metod ocene razpoložljivosti podzemne vode

Prve metode določitve razpoložljivih količin podzemne vode in posredno odvzemov, ki zagotavljajo trajnostno izkoriščanje podzemnih vodnih virov, so se pojavile v štiridesetih letih prejšnjega stoletja. Predlagane metodologije so enačile napajanje z razpoložljivimi količinami. Kljub številnim, tudi zgodnjim kritikam (Theis 1940; Brown 1963; Bredehoeft et al. 1982) je ostal ta koncept določanja razpoložljivih količin podzemne vode dolgo in pogosto v uporabi.

Bistvena pomanjkljivost omenjenega koncepta je, da ne upošteva odzivnosti naravnega sistema. Dejstvo, da je z odvzemom porušeno naravno uravnoteženo stanje, je pri tem povsem spregledano. Novo ravnotežje je vzpostavljeno na račun povečanega napajanja ali zmanjšanega odtoka. Posledično se vpliv odvzema lahko prenese na povezane sisteme (površinske vode). Odvzem lahko povzroči spremembe zalog, napajanja ali odtoka. V primeru trajnostnega izkoriščanja mora ostati zaloga podzemne vode dolgoročno gledano nespremenjena. Koncept, ki uporablja za določitev razpoložljivih količin podzemne vode naravno vodno bilanco brez odvzemov in njihovih učinkov se v literaturi pogosto označuje kot »vodnobilančni mit (ang. Water-Budget Myth)«, tako določena razpoložljiva količina pa »varna količina (ang. safe yield)« (Bredehoeft et al. 1982).

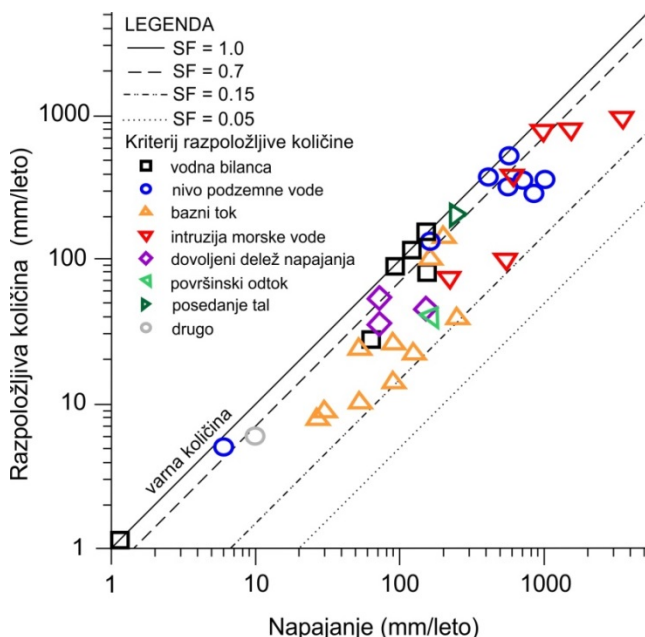
Naprednejši koncept, ki upošteva vpliv odvzemov na povezane sisteme temelji na »trajnosti količini« (ang. sustainable yield), ki označuje količino odvzema podzemne vode, ki ne povzroča negativnih posledic (npr. vdor slane/onesnažene vode), pri čemer je pomembno upoštevati posledice tudi na s podzemno vodo povezanih ekosistemih ter ekonomske in socialne omejitve (Zhou 2009), kot tudi kulturne in politične (Mace et al. 2001). Poleg omenjenih, najpogostejše uporabljenih izrazov za razpoložljivost podzemne vode, je v literaturi moč zaslediti še druge izraze (npr. ang. optimal yield, consensus yield, exploitable groundwater, available groundwater).

Zhou (2009) v pregledu metod razpoložljivosti ugotavlja, da razpoložljivosti ni moč opredeliti zgolj kot vrednost, izračunano iz bilančne enačbe, temveč zahteva oceno dinamičnega odziva podzemne vode na odvzem in kakšne okoljske in družbene posledice povzroči. Pri tem izpostavlja numerične modele kot najprimernejše orodje za simulacijo scenarijev vplivov predlaganih odvzemov in vlogo deležnikov pri opredelitvi in vrednotenju scenarijev in njihovih rezultatov.

Primernost uporabe dinamičnih modelov za oceno razpoložljivosti podzemne vode na ravni vodonosnikov je nesporna. Na regionalni ravni je uporabnost modelov omejena. Razen redkih izjem (npr. Danska, (Henriksen et al. 2008)) so namesto numeričnih modelov za oceno razpoložljivosti podzemne vode za celotno državo uporabljeni enostavnejši pristopi, ki pogosto temeljijo na vodnobilančnem konceptu.

Smith et al. (2010) so analizirali razmerje med razpoložljivo količino podzemne vode (Y) in napajanjem vodonosnika (R), ki so ga poimenovali »trajnostni faktor vodonosnika« (ang. aquifer sustainability factor) ($SF=Y/R$). Na podlagi rezultatov 32 študij, ki so bile izvedene v Jordaniji, Avstraliji, Tajvanu, ZDA, Severni Koreji, Danski, Namibiji, Kitajski, Angliji, Indiji, Turčiji, Izraelu,

Iranu in Grčiji so ugotovili, da so vrednosti SF v razponu med 0.15 in 1 (Slika 1). Najvišje vrednosti SF (okrog 1) so rezultat ocen, ki temeljijo na enostavnem vodnobilančnem konceptu. Brez upoštevanja teh rezultatov je večina preostalih vrednosti SF v razponu med 0.15 in 0.85.



Slika 1: Razmerja med razpoložljivimi količinami podzemne vode in napajanjem (prirejeno po Smith et al. 2010).

3. Praksa določanja razpoložljivih količin podzemne vode v evropskih državah

Določanje razpoložljivih količin podzemne vode v evropskih državah je najpogostejše povezano z ocenami količinskega stanja vodnih teles podzemnih voda (VTPodV) in od tega odvisnim doseganjem ciljev Vodne direktive.

Tehnične smernice Vodne direktive (CIS, 2009) navajajo meritev gladine podzemne vode kot pomemben indikator količinskega stanja VTPodV. Vendar pa ocena stanja zgolj na podlagi gladin podzemne vode ne zagotavlja zanesljive določitve količinskega stanja, kar je še posebej očitno v primerih dobre povezave podzemne s površinsko vodo. V takih razmerah površinske vode močno vplivajo na gladino podzemne vode oziroma jo lahko vzdržujejo. Zanesljivost ocene količinskega stanja podzemne vode se lahko izboljša z oceno vodne bilance, s katero se preveri razmerje med odvzemi in razpoložljivimi količinami podzemne vode. Ocena slednjih temelji na napajanju in zahtevanem minimalnem pretoku za ohranjanje ekoloških razmer v površinskih vodah in kopenskih ekosistemih, odvisnih od podzemne vode (KEOPV). Ta ocena je poleg ocene trendov gladin dodatno merilo vodnobilančnega testa, ki je del oceni količinskega stanja VTPodV.

Pri izvedbi vodnobilančnega testa tehnične smernice CIS (2009) izpostavljajo, da:

- je težko natančno določiti lokalne potrebe oziroma pretoke za ohranjanje ekološkega stanja v površinski voda in KEOPV;
- vsa razpoložljiva količina podzemne vode v praksi zaradi hidrogeoloških in ekonomskih omejitev ni na voljo za odvzeme ter v določenih primerih dosega le 20 %;
- ocena napajanja mora vključevati vse dotoke, tudi tiste zunaj meja vodnega telesa;

- v primerih (lateralnega ali vertikalnega) pretoka preko meja vodnih teles je smiselna združitev vodnih teles;
- pri oceni razpoložljivosti je pomembno določiti tudi negotovost ocene,
- v primerih, ko VTPodV obsegajo večja območja in različne vodonosnike se VTPodV lahko razdelijo in teste opravi ločeno.

Avstrija (Harum et al., 2001)

Metodo za oceno izkoristljivih razpoložljivih količin vode iz izvirov na alpskem območju Avstrije so razvili raziskovalci Joanneum Research (Harum et al., 2001) po naročilu avstrijskega ministrstva, pristojnega za okolje (Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft).

Metoda temelji na analizi pretokov izvirov in je primerna za oceno razpoložljivih količin vode iz izvirov, ki imajo zaledja v kraških in razpoklinskih vodonosnikih. Rezultate analiz so regionalizirani na območja zaledij izvirov in nato na območja brez meritev s podobnimi hidrogeološkimi značilnostmi. Na območjih, kjer podatki niso na voljo ter se hidrogeološke in geomorfološke lastnosti območij razlikujejo od sosednjih zaledij s podatki, je izkoristljiva razpoložljivost ocenjena poenostavljeno z 20 % deležem obnovljivih količin podzemne vode.

Ocena izkoristljivih razpoložljivih zalog izhaja iz **obnovljivih količin podzemne vode (napajanja podzemne vode)**. Te so na obravnavanem območju Avstrije ocenili poenostavljeno s srednjimi nizkimi odtoki za obravnavano obdobje (1973 – 1997) oziroma s srednjo vrednostjo najnižjih mesečnih odtokov (srednje dnevne vrednosti) – MoMNQ (Wundt, 1958).

Izkoristljivi delež vode za rabo določajo hidrološki in ekološki kriteriji, ki so jih ocenili na podlagi krivulj trajanja pretokov izvirov.

Hidrološki kriteriji:

- $q_{95\%}$: Specifični odtok, ki je v letnem hidrogramu srednjih dnevni vrednosti v obravnavanem obdobju (1973-1997) 95 % časa - 347 dni v letu presežen, določa **srednjo izkoristljivo razpoložljivo količino izvira**.
- $q_{95\%min}$: Specifični odtok, ki je v letnem hidrogramu najnižjih dnevni vrednosti (spodnja ovojnica hidrograma) v obravnavanem obdobju (1973-1997) 95 % časa - 347 dni v letu presežen, določa **minimalno izkoristljivo razpoložljivo količino izvira**.
- N_{QT} : najnižji srednji dnevni specifični odtok.

Ekološki kriterij:

- določa kot **mejni ekološko sprejemljivi odvzem** konstantno količino odvzema, ki povzroči znižanje specifičnega odtoka pod vrednost N_{QT} največ 10 dni.

V naslednjem koraku so na podlagi dodatnih informacij iz regionalnih študij rezultate analiz pretokov obtežili z utežnimi faktorji. Ocenjene izkoristljive razpoložljive količine izvirov so zmanjšali ali povečali glede na poznane hidrogeološke dejavnike, ki vplivajo na razpoložljivost vode.

Poleg omenjenih dejavnikov so upoštevali še trenutne in prihodnje **odvzeme** vode.

Izkoristljive razpoložljive količine izvirov so ocenili z razliko med ekološko sprejemljivo razpoložljivostjo in odvzemi (trenutnimi in prihodnjimi).

Danska (Henriksen et al., 2008)

Ocena izkoristljivih zalog podzemne vode na Danskem temelji na štirih trajnostnih indikatorjih:

1. maksimalni odvzem = 35 % naravnega napajanja vodonosnika (naravno stanje brez odvzemov)
2. maksimalni odvzem = 30 % dejanskega napajanja (z upoštevanim črpanjem)
3. maksimalno zmanjšanje pretoka površinskega vodotoka = 10 %
4. maksimalno zmanjšanje nizkih pretokov = (5 %, 10 %, 25 %, 50 %) odvisno od ekološkega stanja površinskega vodotoka

Mejni vrednosti indikatorjev 1 in 2 (35 % in 30 %) sta določeni empirično z analizo spremembe kemijskih parametrov kot posledica odvzemov iz vodonosnikov na globini med 30 in 50 m na delu območja Danske (Sjælland), kjer je zaradi znižanja glavin podzemne vode (posledica odvzemov) prišlo do spremembe oksidacijskih pogojev in povečanega dotoka iz vrhnjih plasti vodonosnika ter posledično povečanja koncentracij niklja, sulfatov, kloridov, pesticidov in nitratov.

Indikator 3 določa razmerje med odvzemi in celotnim odtokom iz povodja za sprejemljivo, če ne presega 10 %.

Indikator 4 upošteva občutljivost različnih ribjih vrst na zmanjšanje nizkih pretokov vodotokov. Glede na to občutljivost so vodotoki razdeljeni v razrede, ki določajo mejna znižanja nizkih pretokov (5 %, 10 %, 25 %, 50 %).

Za razliko od indikatorja 1 zahteva ocena ostalih indikatorjev dinamičen odziv sistema na odvzem. Njihova ocena je možna zgolj z uporabo dinamičnega hidrološkega modela, ki omogoča integrirano modeliranje in medsebojno interakcijo podzemne in površinske vode. V študiji so uporabili DK-model, ki je sestavljen iz 11 regionalnih modelov, ki so omejeni z naravnanimi mejami (Henriksen et al., 2003).

Francija (Ministère de l'Ecologie, 2012)

Vodnobilančni test v Franciji temelji na obnovljivih količinah podzemne vode. Osnovni kriterij pri izvedbi testa je razmerje med odvzemi in napajanjem. VTPodV, kjer je to razmerje manjše od 1 so uvrščena v dobro stanje.

Irska (EPA IE, 2010)

Vodnobilančni test na Irskem so izvedli na ravni VTPodV. V skupino s slabim količinskim stanjem so neposredno uvrstili VTPodV, kjer odvzemi presegajo napajanje.

V primeru pomanjkanja podatkov o minimalnih pretokih, ki zagotavljajo ustrezne ekološke razmere v rekah in mokriščih so za ta pretok uporabili arbitrarno določen delež napajanja 20 %. Ko je delež odvzemov večji od 80 % napajanja je VTPodV uvrščeno v slabo količinsko stanje (z visoko ravnijo zaupanja).

Metodologija temelji na oceni:

- povprečnega letnega napajanja, ki ne upošteva morebitnih dotokov iz sosednjih teles podzemne vode (pri oceni so določena telesa podzemne vode združili)
- povprečnih letnih odvzemov

- pretokov za ohranjanje ekološkega stanja površinskih vodotokov in KEOPV
- gladinah podzemnih voda

Za vsako VTPodV so izračunali razmerje med odvzemi in napajanjem. Tveganje, da cilji Vodne direktive ne bodo doseženi so dodatno opredelili za VTPodV, kjer je razmerje med odvzemi in napajanjem večje kot:

- 5 % za VTPodV, kjer so kopenski ekosistemi odvisni od podzemne vode
- 20 % za VTPodV v litificiranih kamninah (ang. bedrock groundwater bodies)
- 30 % za VTPodV v nevezanih sedimentih (ang. gravel groundwater bodies).

Kjer so bili navedeni deleži preseženi in dokazane padajoče gladine podzemne vode, je bilo VTPodV uvrščeno v slabo količinsko stanje (z nizko ravniyo zaupanja). Ostali primeri ocene so podani v spodnji tabeli (Tabela 1).

Tabela 1: Določitev stanja na podlagi razmerja med odvzemi in napajanjem (EPA IE, 2010).

Odvzemi/napajanje (%)	Tip VTPodV	Padajoče gladine p. v.	Stanje / raven zaupanja
>80	-	-	Slabo / visoko zaupanje
30-80	Nevezani sedimenti	Da	Slabo / nizko zaupanje
30-80	Nevezani sedimenti	Ne	Dobro / nizko zaupanje
<30	Nevezani sedimenti	-	Dobro / visoko zaupanje
20-80	Litificirane kamnine	Da	Slabo / nizko zaupanje
20-80	Litificirane kamnine	Ne	Dobro / nizko zaupanje
<20	Litificirane kamnine	-	Dobro / visoko zaupanje
5-80	Prisotni KEOPV	Da	Slabo / nizko zaupanje
5-80	Prisotni KEOPV	Ne	Dobro / nizko zaupanje
<5	-	-	Dobro / visoko zaupanje

Madžarska (VKKI, 2010)

Izvedba vodnobilančnega testa v okviru madžarskega Načrta upravljanja (VKKI, 2010) sledi priporočilom Tehničnega dokumenta št. 18. (CIS, 2009). Metodologija so uporabili na ravni VTPodV in temu prilagodili poenostavitve ocen bilančnih komponent.

Osnovna bilančna enačba ima obliko:

$$Q_{in} - Q_{out} + R_{gw} - ET_{gw} + Q_{sw} - Q_{base} - ABS = \Delta V,$$

kjer so:

Q_{in} / Q_{out}	dotok in odtok iz ali v sosednja VTPvod (dotok/odtok)
R_{gw}	napajanje iz padavin
ET_{gw}	evapotranspiracija
Q_{sw}	napajanje iz površinske vode
Q_{base}	pretok izvira ali bazni tok
ABS	odvzemi
ΔV	povprečna letna sprememba zalog podzemne vode

Če je ΔV negativen in so ugotovljeni padajoči trendi gladine podzemne vode, povezani z odvzemi in ne z vplivom suš, na več kot 20 % območja VTPodV je to v slabem količinskem stanju.

V primeru uravnotežene vodne bilance je v daljšem časovnem obdobju ΔV enak 0 (ni opaznih padajočih trendov gladine podzemne vode). Z zamenjavo členov vodne bilance Q_{out} , ET_{gw} in Q_{base} z ekološkimi minimalnimi zahtevami je razpoložljiva količina podzemne vode (AWR_{gw}) za potencialno rabo:

$$AWR_{gw} = Q_{in} + R_{gw} + Q_{sw} - Q_{out_env} - ET_{gw,eco} - Q_{base,eco}$$

kjer so:

Q_{out_env} minimalni odtok (določen z ekološkim ali drugim kriterijem)
 $ET_{gw,eco}$ in $Q_{base,eco}$ potrebe ekosistemov po vodi

Količinska stanja VTPodV so ocenili na podlagi razmerij med odvzemi (ABS), h katerim so prišteli poleg črpanj še drenaže z globokimi kanali, povečano izhlapevanje iz gramoznih jam in povečan bazni tok v spremenjene reke in razpoložljivo količino podzemne vode (AWR_{gw}).

Kriteriji za oceno količinskega stanja VTPodV:

- $ABS/AWR_{gw} < 0,9$ količinsko stanje VTPodV je dobro
- $ABS/AWR_{gw} 0,9$ do $1,1$ količinsko stanje VTPodV je dobro, vendar je ocena negotova
- $ABS/AWR_{gw} > 1,1$ količinsko stanje VTPodV je slabo

Nemčija

Metodologije ocene količinskega stanja VTPodV v Nemčiji se med posameznimi deželami razlikujejo. Bistvena razlika v primerjavi z opisanimi metodologijami v drugih državah je pomembnejša vloga trendov gladin podzemne vode. Kot mejno razmerje med odvzemi in napajanjem je pogosto uporabljen delež 30 % (Tabela 2).

Tabela 2: Primer kriterijev za oceno količinskega stanja podzemne vode (Berthold et al., 2011).

Analiza trendov gladine podzemne vode	Odvzemi /napajanje	Podrobna ocena napajanja podzemne vode	Slabo stanje zaradi testa vdora slane vode	Stanje VTPodV
padajoči trend	< 0.3	ni zahtevano	ne	dobro stanje
padajoči trend	> 0.3	pozitivno / v redu	ne	dobro stanje
padajoči trend	> 0.3	negativno	ne	slabo stanje
močno padajoči trend	< 0.3	pozitivno / v redu	ne	slabo stanje
močno padajoči trend	> 0.3	pozitivno / v redu	ne	slabo stanje
močno padajoči trend	> 0.3	negativno	ne	slabo stanje
ni na voljo	< 0.3	pozitivno / v redu	ne	dobro stanje
ni na voljo	< 0.3	negativno	ne	slabo stanje
ni na voljo	> 0.3	pozitivno / v redu	ne	dobro stanje
ni na voljo	> 0.3	negativno	ne	slabo stanje
			da, velik dotok slane vode	slabo stanje

V nadaljevanju je opisan primer metodologije ocene razpoložljivih in izkoristljivih količin podzemne vode v deželi Spodnja Saška.

Nemčija/Spodnja Saška (Spletni vir 1)

Metodo ocene razpoložljive in izkoristljive količine podzemne vode so razvili na pobudo Ministrstva, pristojnega za okolje v deželi Spodnja Saška za namene doseganja ciljev Vodne direktive, povezanih z ohranjanjem dobrega količinskega stanja VTPodV. Opis metode je povzetek metodologije, objavljene na spletni strani prej omenjenega Ministrstva (Spletni vir 1). Metoda predvideva več korakov, pri katerih se upošteva obnovljive količine podzemne vode, izkoristljivost, vdore slane vode in občutljivost ekosistemov na odvzeme podzemne vode. Uporabljeni izrazi so smiselno prevedeni in niso prirejeni splošni terminologiji v poročilu.

Za izhodiščno količino za oceno so uporabili obnovljivo količino podzemne vode v sušnem obdobju. To obdobje obsega najbolj sušna leta v opazovanem obdobju (20-percentil), kar zagotavlja uporabnost rezultatov tudi v primeru, če bi sušne razmere trajale več let.

Količina odvzema obnovljivih količin podzemne vode je zaradi hidravličnih pogojev in tehničnih razlogov omejena. Omejeno izkoristljivost so določili z odbitkom, ki predstavlja neizkoristljivi delež obnovljivih količin podzemne vode. Na delih vodnih teles z neugodnimi hidravličnimi razmerami je predviden odbitek v višini 100 % obnovljivih količin podzemne vode v sušnem obdobju. Na preostalih območjih (z zelo dobro, dobro in spremenljivo izdatnostjo) tega odbitka niso upoštevali.

V naslednjem koraku je predvidena ocena odbitka zaradi vdorov slane vode. Na delih VTPodV, kjer je slana voda prisotna v celotnem VTPodV je predviden odbitek 100 %. Na delih, kjer je slana voda prisotna le v spodnjem delu vodnega telesa so upoštevali odbitek 50 % obnovljive količine.

Z upoštevanjem obeh odbitkov (izkoristljivost in vdori slane vode) preostale količine predstavljajo **pridobljive razpoložljive količine v sušnem obdobju**, ki je načeloma s tehničnega in kakovostnega vidika primerna za odvzeme in uporabo. Z upoštevanjem dovoljenih odvzemov je preostala razlika **pridobljiva razpoložljiva zaloga podzemne vode** – količina podzemne vode, ki je na voljo za dodatne odvzeme.

Za ohranjanje površinskih voda in kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode je potrebno pridobljive razpoložljive zaloge podzemne vode zmanjšati za odbitek, ki odraža občutljivost kopenskih ekosistemov na dodatne odvzeme podzemne vode. Ocenili so ga na podlagi deleža kapilarnega dviga podzemne vode v primerjavi s pridobljivimi razpoložljivimi zalogami in površinskega deleža tal blizu gladine podzemne vode na območju posameznega telesa podzemne vode. Ta odbitek je v razponu med 70 in 90 % pridobljivih razpoložljivih zalog podzemne vode. Razlika med pridobljivimi razpoložljivimi zalogami in ekološkim odbitkom je **izkoristljiva razpoložljiva zaloga** – količina podzemne vode, ki je na voljo za dodatne odvzeme ob zagotovitvi, da ne bo prišlo do poslabšanja količinskega stanja vodnih teles ali poškodovanja ekosistemov, povezanih s podzemno vodo.

Koraki izračuna izkoristljive razpoložljive količine podzemne vode:

Obnovljiva količina podzemne vode v sušnem obdobju – odbitek (omejena izkoristljivost) – odbitek (vdori slane vode) = **pridobljiva razpoložljiva količina v sušnem obdobju**

Pridobljiva razpoložljiva količina v sušnem obdobju – dovoljeni odvzemi = **pridobljiva razpoložljiva zaloga**

Pridobljiva razpoložljiva zaloga – ekološki odbitek = **izkoristljiva razpoložljiva zaloga**

Izkoristljiva razpoložljiva zaloga + dovoljeni odvzemi = **izkoristljiva razpoložljiva količina**

Velika Britanija (UKTAG, 2012)

Izvedbo vodnobilančnega preizkusa v Veliki Britaniji so opravili na ravni vodnih teles podzemne vode (VTPodV) in je obsegala naslednje korake:

1. Izračun napajanja (povprečno letno napajanje na celotnem VTPodV skupaj z dotoki preko meja telesa)
2. Izračun odvzemov
3. Ocena količin podzemne vode za ohranjanje ekoloških razmer v površinskih vodotokih na območju posameznega VTPodV
4. Izračun razpoložljivih količin podzemne vode (razlika med rezultati koraka 1 in koraka 3)
5. Vsa VTPodV, kjer razpoložljive količine podzemne vode presegajo odvzeme so uvrščena v skupino z dobrim količinskim stanjem
6. Za VTPodV, kjer razpoložljiva količina podzemne vode ne dosega odvzemov so predvidene podrobnejše raziskave za izboljšanje zanesljivosti ocene (npr. meritve gladine podzemne vode, natančnejša ocena napajanja, uporaba modelov)
7. Strokovna ocena ali so dokazi dovolj trdni za negativno oceno vodnobilančnega testa
8. VTPodV, kjer je razpoložljivost podzemne vode manjša od odvzemov in so opravljene podrobnejše raziskave, ki to potrjujejo se uvrsti v slabo količinsko stanje.

Tabela 3: Povzetek vodnobilančnega testa (UKTAG, 2012).

Stanje	Zaupanje	Kriterij
Dobro	Visoko	Ocena tveganja* nakazuje da VTPodV ni v slabem stanju za ta test IN Odvzemi podzemne vode so manjši kot razpoložljive količine podzemne vode
	Nizko	Odvzemi podzemne vode so večji kot razpoložljive količine podzemne vode, ampak ni dokazov oziroma so negotovi o trenutnem ali napovedanem poslabšanju stanja (npr. modeliranje) in ni dokazov o trenutnem poslabšanju stanja
Slabo	Nizko	Ocena tveganja nakazuje da je telo podzemne vode v slabem stanju za ta test IN Odvzemi podzemne vode presegajo razpoložljive količine podzemne vode IN Obstajajo nekateri dokazi, da bi VTPodV lahko bilo preizkoriščeno pri trenutnih odvzetih količinah vode (npr. uporaba numeričnih ali konceptualnih modelov)
	Visoko	Ocena tveganja nakazuje da je VTPodV v slabem stanju za ta test IN Odvzemi podzemne vode presegajo razpoložljive količine podzemne vode ALI Odvzemi podzemne vode presegajo razpoložljive količine podzemne vode, kar je potrjeno z dokazi o preizkoriščanju podzemne vode (npr. znižanje gladin podzemne vode, prekinitev povezave med podzemno in površinsko vodo).

*Ocena tveganja za vodnobilančni test temelji na kriterijih opisanih v (UKTAG, 2011).

4. Viri

- Berthold G, Gudera T, Holthusen H, et al. (2011) Sachstandsbericht. Fachliche umsetzung der EG-WRRL. Teil 5. Bundesweit einheitliche metode zur beurteilung des mengenmässigen zustands.
- Bredehoeft JD, Papadopoulos SS, Cooper HH (1982) Groundwater: The Water Budget Myth. Sci. Basis Water Resour. Manag. National Academy Press, Studies in Geophysics, pp 51–57
- Brown RH (1963) The cone of depression and the area of diversion around a discharging well in an infinite strip aquifer subject to uniform recharge. In: Bentall R (ed) Shortcuts Spec. Probl. aquifer tests. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1545-C, pp 69–85
- CIS (2009) WFD Guidance Document No. 18. Guidance on groundwater status and trend assessment. Technical Report - 2009 – 026.
- EPA IE (2010) Methodology for establishing groundwater threshold values and the assessment of chemical and quantitative status of groundwater, including an assessment of pollution trends and trend reversal. Environmental Protection Agency, Ireland
- Harum, T, Holler C, Saccon P, Entner I, Hofrichter J (2001) Abschätzung des nachhaltig nutzbaren Quellwasserdargebotes im alpinen Raum Österreichs. Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH Graz
- Henriksen HJ, Trolborg L, Højberg AL, Refsgaard JC (2008) Assessment of exploitable groundwater resources of Denmark by use of ensemble resource indicators and a numerical groundwater - surface water model. J Hydrol 348:224–240. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.09.056>
- Henriksen HJ, Trolborg L, Nyegaard P, et al. (2003) Methodology for construction, calibration and validation of a national hydrological model for Denmark. J Hydrol 280:52–71. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694\(03\)00186-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(03)00186-0)
- Mace RE, Mullican WF, Way TS (2001) Estimating Groundwater Availability in Texas Sources of Water Available from an Aquifer Availability Bookends: From Nothing to Everything. 1 st Annu. Texas Rural Water Assoc. Texas Water Conserv. Assoc. Water Law Semin. Water Alloc. Texas Leg. Issues. Austin, Texas, pp 1–16
- Ministère de l'Écologie du DD et de l'Énergie D de l'Eau et de la B (2012) Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine. 1–29.
- Smith A, Walker G, Turner J (2010) Aquifer sustainability factor: a review of previous estimates.
- Theis C V (1940) The source of water derived from wells. Civ Eng 10:277–280.
- UKTAG (2012) UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive for the purposes of the Water Framework Directive . 1–16.
- UKTAG (2011) UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive Characterisation of Risks to Groundwaters for the 2nd River Basin Cycle. 1–14.
- VKKI (2010) River Basin Management Plan of Hungary. VKKI, Budimpešta, (www.vizeink.hu).
- Wundt W (1958) Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen.- In Grahman: Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung.- Forsch. Dtsch. Landeskunde, 104, 47-54, Remagen.
- Zhou Y (2009) A critical review of groundwater budget myth, safe yield and sustainability. Journal of Hydrology, 370(1-4), 207–213. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.03.009>

Spletni viri:

Spletni vir 1. Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz. Verfahrensweise zur Abschätzung des Nutzbaren Dargebots von Grundwasserkörpern und seine Aufteilung auf die Teilkörper der unteren, 2007. Dostopno na spletni strani: <http://www.umwelt.niedersachsen.de/grundwasser/bewirtschaftung/mengenmaeige-bewirtschaftung-des-grundwassers-8270.html> (12.03.2014).