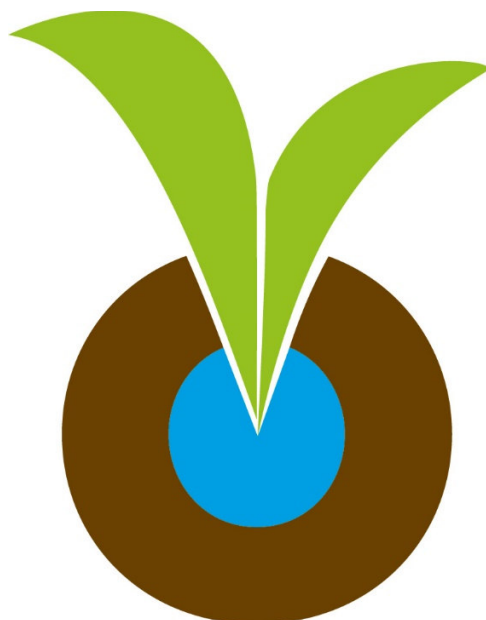


A víztartó rétegek éghajlatváltozással szembeni érzékenysége

Ajánlások és legjobb-gyakorlatok a felszín alatti vízkészletgazdálkodáshoz



A CA19120 COST-akció számára készített dokumentum: Vízizotópok a kritikus zónában a felszín alatti víz feltöltődésétől a növényi transzspirációig (WATSON)

<https://watson-cost.eu/>

© 2024, WATSON, Firenzei Egyetem, Olaszország

Írta::

Konstantinos Voudouris (Arisztotelész Egyetem, Thesszaloniki, Görögország)

Manuel Sapiano (Energia- és Vízügyi Ügynökség, Málta)

a következők közreműködésével:

Miriam Coenders-Gerrits, (Delft University of Technology, Hollandia) Marina Gillon (Avignoni Egyetem, Franciaország)

Tugbanur Ozen Balaban (Izmir Katip Celebi Egyetem, Törökország) Gabriele Chiogna (Geozentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Németország).

Ilja van Meerveld (Zürichi Egyetem, Svájc)

Ez a kiadvány a COST (Európai Tudományos és Technológiai Együttműködés) által támogatott WATSON, CA19120 COST-akció munkáján alapul.

A COST (Európai Tudományos és Technológiai Együttműködés) a kutatási és innovációs hálózatok finanszírozási ügynöksége. Cselekvéseink segítenek összekapcsolni a kutatási kezdeményezéseket Európa-szerte, és lehetővé teszik a tudósok számára, hogy ötleteiket a társaikkal való megosztás révén fejlesszék. Ez fellendíti kutatásukat, karrierjüket és innovációjukat.

www.cost.eu



Funded by
the European Union

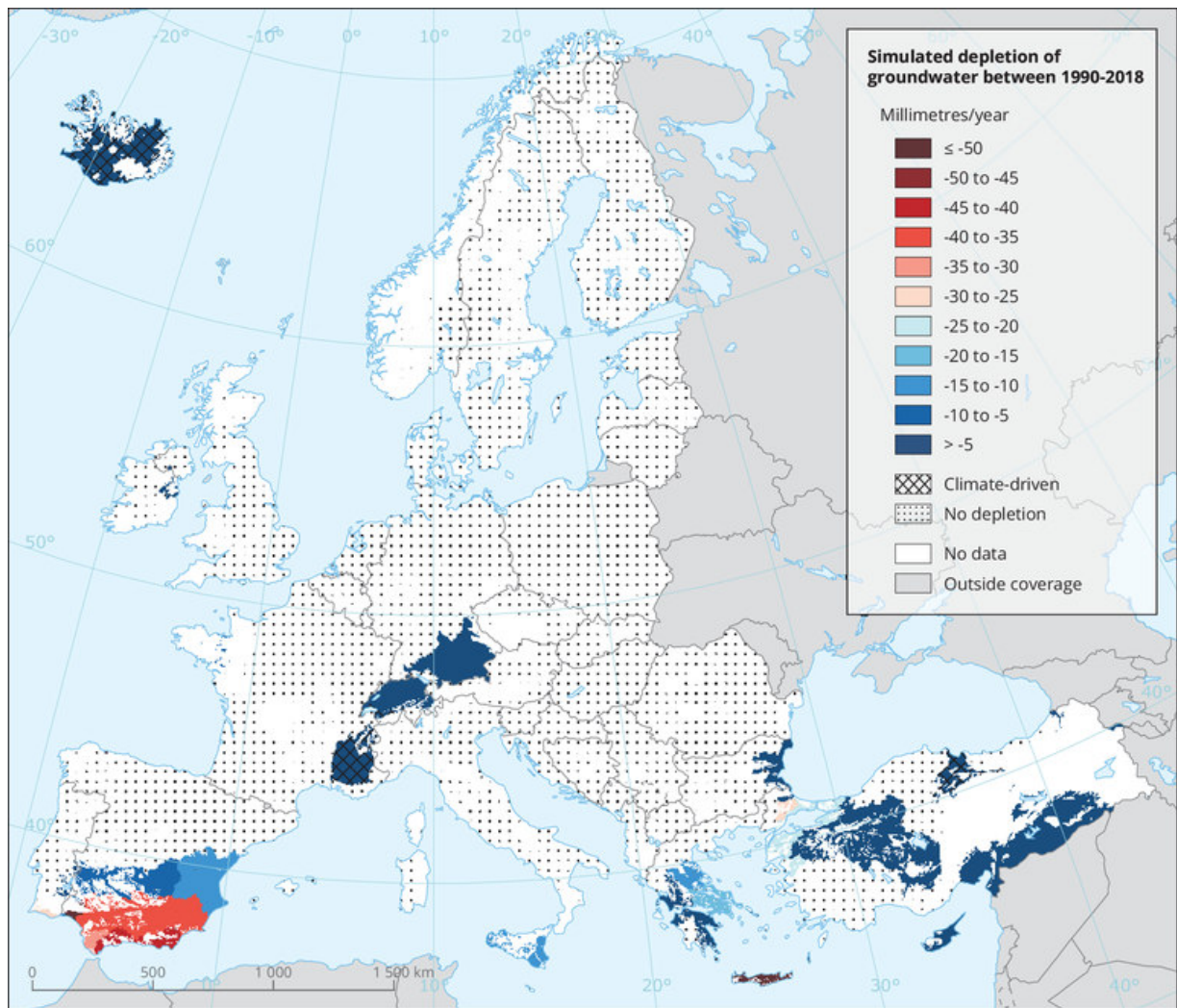
Bevezetés

A felszínalatti víz értékes természeti erőforrás, és fontos szerepet játszik a háztartási, ipari és mezőgazdasági vízigények kielégítésében, valamint a felszín alatti vizektől függő szárazföldi ökoszisztémák szükségleteinek fenntartásában. A felszín alatti vizek különösen fontos szerepet töltenek be azokban az országokban, amelyeket a száraz időszakban csapadékhiány jellemez. Világszerte a felszín alatti vizek biztosítják az ivóvízellátás mintegy 26%-át, az öntözéses mezőgazdaságban felhasznált víz 42%-át, és a közvetlen ipari szükségletekre felhasznált víz 24%-át (IAH, 2016). Európában a fő víztartó rendszerek homokokban, kavicsokban, homokkőzetekben és porózus víztartó rétegekben, mészkövekben, dolomitos mészkövekben és metamorf változataikban (karsztvízkészletek) alakulnak ki.

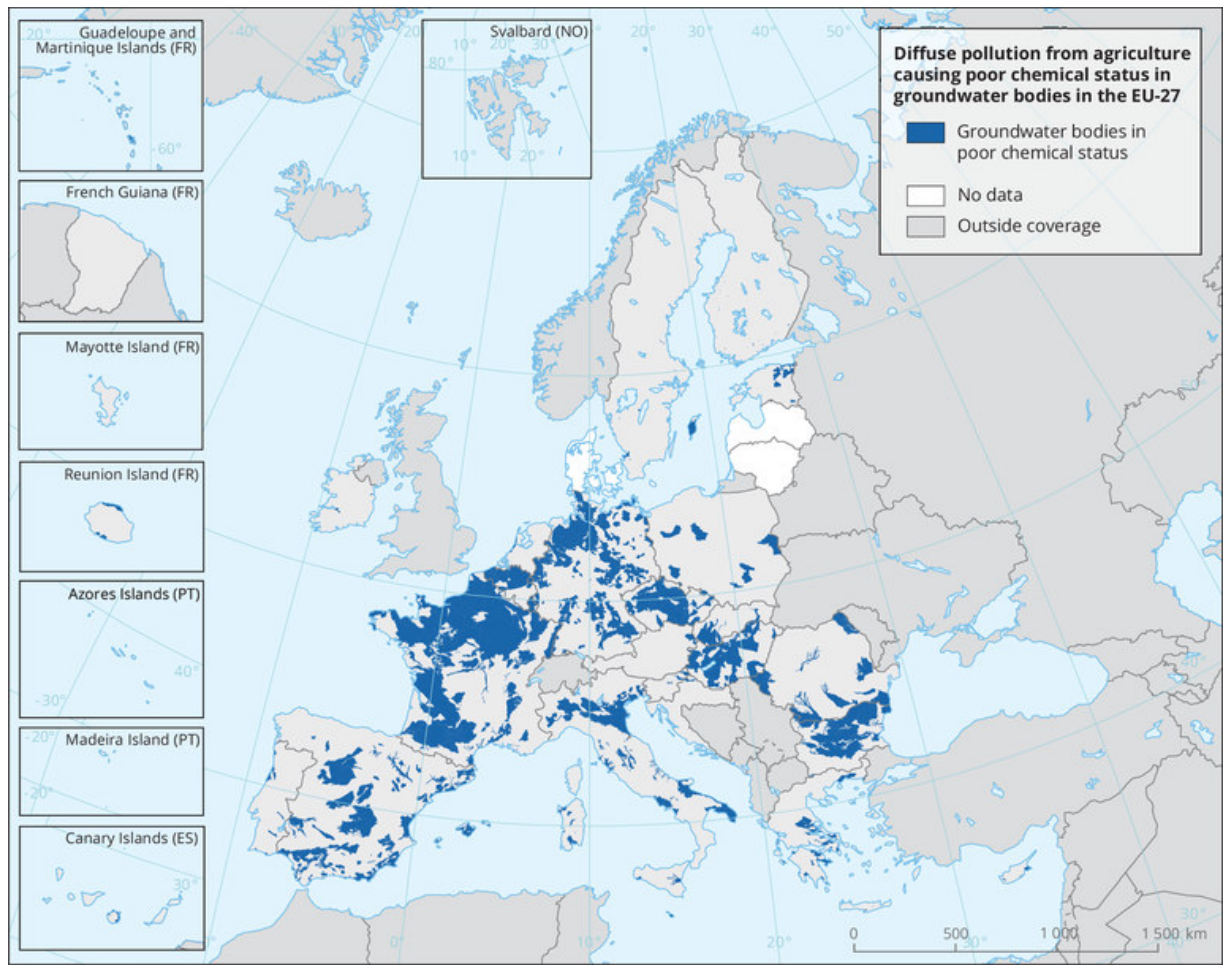
A felszín alatti vizeket jelentős környezeti nyomás terheli, amelyet a földhasználat változása, többek között az urbanizáció, az élelmiszertermelés iránti megnövekedett igények, a vízminőség romlása, a helytelen gazdálkodás és az éghajlati válság súlyosbít. Ezek a hatások olyan rendszert hoznak létre, amelyet a felszín alatti vizek túlzott kiaknázása (a száraz időszak alatt más erőforrások természetes szűkössége és/vagy a felszíni és forrásvizek nem megfelelő kihasználása miatt) és a felszín alatti vízszintek csökkenése jellemez, ami a tartalékok csökkenésével párosul (negatív vízmérleg). Az 1. és 2. ábra két jellegzetes térképet mutat be a felszínalatti vízszint csökkenéséről, illetve a felszín alatti víztestek mezőgazdaság általi szennyezéséről Európában (az Európai Környezetvédelmi Ügynökség adatai, <https://www.eea.europa.eu>). Ezekből látható, hogy számos víztartót érint a minőségi romlás, elsősorban a tengervíz behatolása miatti szikesedés, amely a túlzott vízkivétel közvetlen következménye, és amely a tengerszint emelkedése miatt potenciálisan súlyosodni fog, valamint a műtrágyák és egyéb agrokémiai szerek használata miatti nitrát-, növényvédőszer- és egyéb szennyező anyagok általi szennyezés. A felszín alatti vizek szennyezésének kockázatát tovább növeli a kezeletlen háztartási és ipari szennyvíz ellenőrizetlen kibocsátása a felszíni vizekbe és/vagy a szepikus tartályokba, valamint a kommunális csatornák szivárgása. A szennyezett talajvíz gyakori a sűrűn lakott területeken, valamint az intenzív mezőgazdasági és ipari tevékenységgel érintett területeken (WWDR 2022). Emellett a tartós túlszivattyúzás hozzájárul a talajsüllyedés gyakoriságához azáltal, hogy jelentősen lecsökkenti a talajvízszintet az alluviális víztartó rétegekben, ami károkat okoz a vízellátó hálózatokban és a felszíni infrastruktúrában, beleértve az utakat és egyéb szolgáltatásokat.

Bár a felszín alatti vizek ellenállóbbak az éghajlatváltozással szemben, mint számos felszíni vízkészlet (Amobichukwu et al, 2020), továbbra is sérülékenyek maradnak, mivel az éghajlatváltozás hatással lesz a víztartó rendszerek feltöltődésére. Rámutattak arra, hogy az éghajlati válság (árvizek, aszályok, csökkent csapadékmennyiség) és az ebből következő szélsőséges éghajlati jelenségek előfordulása hatással lesz a vízkörforgásra, következésképpen a felszín alatti vízkészletek természetes feltöltődésére. A sebezhetőséget gyakran használják az éghajlatváltozás felszín alatti vizekre gyakorolt lehetséges (káros) hatásainak leírására. Nistor

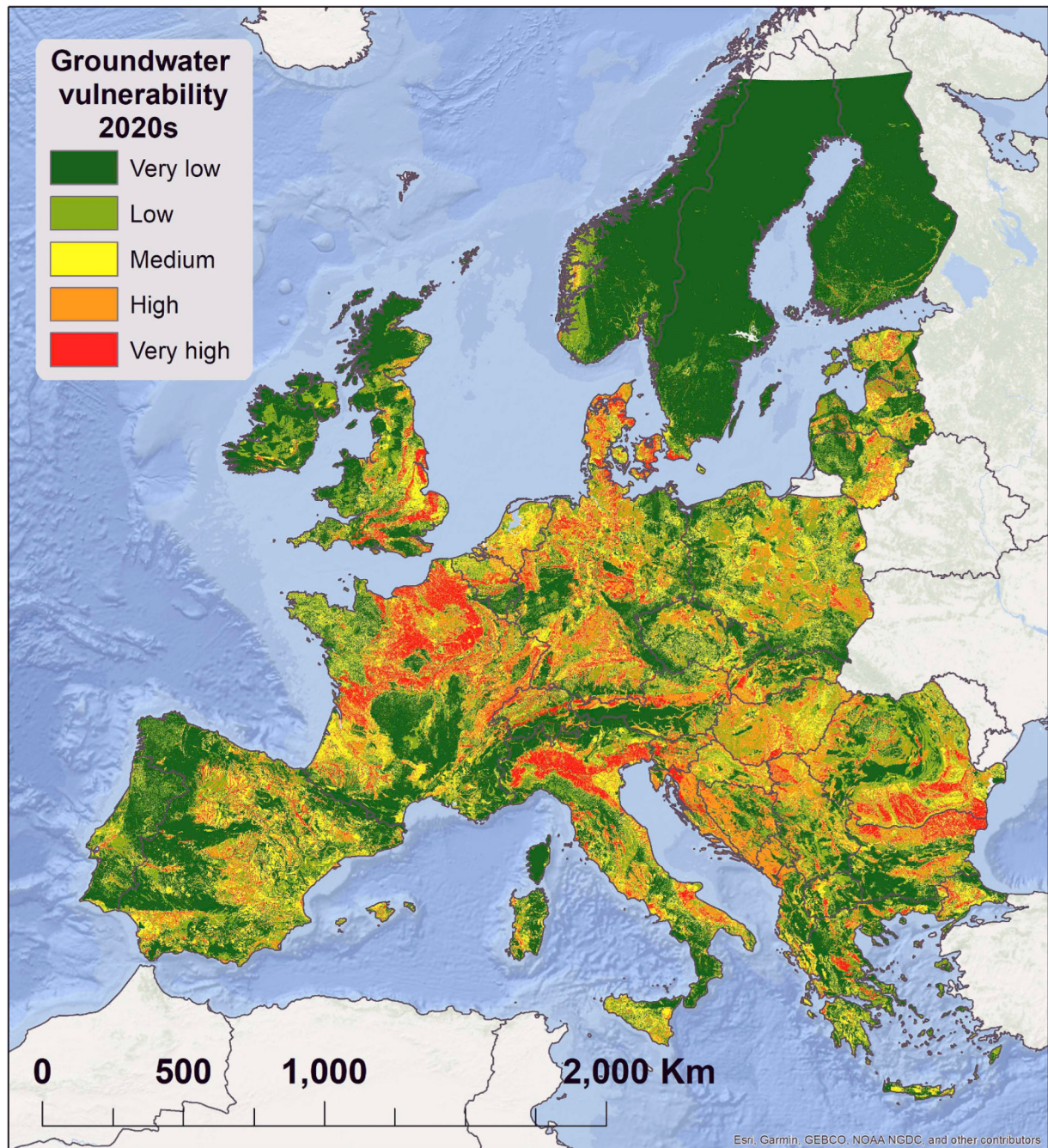
(2020) szerint a felszín alatti vizek éghajlatváltozással szembeni magas és nagyon magas sebezhetőségi osztályba sorolt területek Közép- és Északnyugat-Európában, a Brit-szigetektől délre, valamint a mezőgazdasági területeken és a nagy síkságokon (Észak-európai-síkság, Pó-síkság, Román-síkság) találhatóak, míg a hegyvidéki és dombvidéki területeken közepes, alacsony és nagyon alacsony sebezhetőségi osztályokat azonosítottak (3. ábra). Ezek az eredmények arra is utalnak, hogy Európa felszín alatti vizeinek minőségi és mennyiségi állapota az éghajlatváltozás (pl. a vízkészlet csökkenése) és az emberi tevékenységek (pl. hulladéklerakók, mezőgazdaság és öntözési gyakorlatok) miatt nyomás alatt áll.



1. ábra: A felszín alatti vízszint csökkenése 1990-2018 között Európában (Forrás: EEA, <https://www.eea.europa.eu>).



2. **ábra:** A mezőgazdaságból származó szennyezés a felszín alatti víztestekben Európában (Forrás: EEA, <https://www.eea.europa.eu>).



3. ábra: Európa felszín alatti vizek sérülékenységi térképe a jelenlegi időszakra (2020-as évek).

(Forrás: Nistor, 2020).

Ajánlások és bevált jó-gyakorlatok

A felszín alatti vizek segíthetnek alkalmazkodni az éghajlati válsághoz és megvédhetik az ökoszisztémákat. Ezért elengedhetetlen, hogy racionlizált és fenntartható módon gazdálkodjunk velük. A víz a körforgásos gazdaság középpontjában áll, a hangsúlyt ebben a kontextusban, a szennyvíz újrafelhasználásával kell kezdeni. Ugyanilyen fontos szerepe van a víztartó rendszerek helyreállításának olyan megoldások révén, mint például a víztartó rétegek irányított feltöltése, amely kiegyensúlyozza a szélsőséges események hatását, és ezáltal biztosítja a felszín alatti vízrendszerek fenntarthatóságát. A felszín alatti vízkészletekkel való gazdálkodásban jelentős szerepet játszik a földhasználat és a felszín alatti víz feltöltése, valamint a védelem közötti kölcsönhatás is. A PROLINE-CE európai projekt (<https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/PROLINE-CE.html>) például olyan földhasználat-gazdálkodási gyakorlatokat azonosított, amelyek az ivóvíz védelmére összpontosítva valósíthatók meg. Ezen túlmenően, az integrált vízkészlet-gazdálkodás kereteit figyelembe véve, az árvíz- és aszálykezelési gyakorlatokat is úgy lehet megtervezni, hogy figyelembe veszik a felszín alatti vizekre gyakorolt hatásukat. Végezetül a felszín alatti vízkészletekkel való jobb gazdálkodáshoz szükséges intézkedések hatékony végrehajtásának lehetővé tétele érdekében a politikai iránymutatások (policy-k / szakpolitikai) kiigazítására is szükség van.

A vízhatékonyság és a felszín alatti vizek fenntarthatóságának javítása az 5R-elvek (csökkentés, újrafelhasználás, hasznosítás, újrahasznosítás, újrafeldolgozás, feltöltés) alkalmazásával az alábbi ajánlások révén érhető el (Findidakis és Sato, 2011; Voudouris, 2024), amint azt az 1. táblázat mutatja:

1. A felszíni- és felszín alatti vizek egyidejű használata maximalizálná a vízfelhasználás hatékonyságát és kielégítené az öntözővíz iránti növekvő igényt (keresletgazdálkodás). Megjegyzendő, hogy a felszín alatti vizek hatékony védelme akkor érhető el, ha a felszín alatti vizeket nem elszigetelten, hanem egy integrált vízkészlet-gazdálkodási keretben vizsgáljuk, amely magában foglalja a felszíni vizeket és más alternatív (nem hagyományos) vízkészleteket is.
2. A hangsúly a reprezentatív megfigyelőhálózatokra helyezése a megbízható és valós idejű adatok gyűjtése és a megfigyelési adatok értelmezéséhez szükséges kapacitás fejlesztése érdekében. Az érdekelt felek hatékony bevonása - az információk terjesztése, az érdekelt felek tudatosságának és részvételének előmozdítása, valamint annak biztosítása, hogy az információkat az érdekelt felek számára érthető módon mutassák be. A felszín alatti vizek feltöltődését vizsgáló tanulmányok, térképek és víz stabilizotópos mintavételi helyek adatai megtalálhatók a WATSON weboldalon (<https://watson-cost.eu>).
3. Kisebb vízgyűjtő gátak építése a fő vízfolyásokban az áradások késleltetése és a talajvíz feltöltődésének növelése érdekében (vízkészlet-gazdálkodás), ökológiai hatásvizsgálatot követően és a helyi adottságok figyelembevételével.

4. Csökkentse az öntözővíz mennyiségét víztakarékos technikák alkalmazásával. Az öntözési módszereket minden esetben az éghajlathoz, a növénykultúrához és a talajtípushoz kell igazítani. Az izotópadatok segíthetnek a növényzet által felhasznált víz forrásának meghatározásában (WATSON WG2).
5. A tisztított szennyvíz újrafelhasználása a körforgásos gazdaság keretében a tengerbe és a környezetbe kerülő víz mennyiségének csökkentése érdekében, valamint az öntözéshez szükséges víz biztosítása, különösen a vízhiányos területeken.
6. Olyan árképzés elfogadása, amelyek biztosítják a költségmegtérülés olyan szintjét (beleértve az erőforrás- és környezeti költségeket), amely elegendő a vízkészletek hatékony felhasználásának ösztönzéséhez, valamint a természetes édesvízkészletek helyreállítását és hatékony felhasználását elősegítő gazdasági ösztönzőkkel kombinálva. A víztartó rétegek túlzott kiaknázásának megakadályozása a vízkivétel korlátozásával.
7. A legjobb mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása a műtrágyák és agrokémiai szerek használatának csökkentése érdekében. Ez azt jelenti, hogy a megfelelő típusú és dóziszú műtrágyát a megfelelő talajban, a megfelelő időben, az adott növénykultúrához kell használni. A WATSON COST-akció részeként áttekintő tanulmányt tettek közzé a nitrátizotóp-adatok felhasználásáról (Matiatos et al., 2023).
8. A vízgyűjtő szintű megfelelő gazdálkodási stratégiák elfogadása, amelyek a felszín alatti vizeket egy átfogó gazdálkodási keretbe foglalják, beleértve a vízvédelmi intézkedéseket, a meglévő fejlesztések szabályozását, a meglévő jogszabályok javítását, a közoktatást és a tudatosság növelését.
9. Az árvizek és aszályok kezelése az integrált vízgyűjtő-gazdálkodási tervek keretében, megfelelő infrastruktúra kiépítésével, pl. árvízvédelmi gátak, kisebb vízgyűjtő gátak a heggyvidéki területek árterein, víztározók stb. építésével.
10. A felszín alatti vizek külső szennyezéssel szembeni sérülékenységének felmérése, és a biztonságos ivóvíz (megfelelő mennyiségű és elfogadható minőségű) ivóvíz érdekében védőövezetek kijelölése a fúrt kutak és források körül.
11. A felszín alatti vizekkel való fenntartható gazdálkodás nemzeti és nemzetközi vízbiztonsági kérdés, mivel egyes víztartó rétegek határokon átnyúlóak. Ez azt jelenti, hogy a konfliktusok megoldása érdekében együttműködésre van szükség az érintett országok között.
12. Fenntartható és hatékony vízgazdálkodás biztosítása a "digitális víz" révén, amely pozitív hatással van a minőségre és a mennyiségre, különösen az intelligens eszközök és érzékelők, az intelligens hálózatok és a fejlett adatelemzés fejlesztése révén (Water Europe, 2020).

1. **táblázat:** A 12 ajánlás és az 5R elvek modelljének megfeleltetése.

Nincs Rec.	Csökkentse	Újrafelhasználás	Visszaállítani	Újrahasznosítás	Feltölteni
1	+		+		
2	+			+	

3			+		+
4	+				
5		+			
6			+		
7	+				
8			+		+
9					+
10					
11					
12					

Zárszók

A felszín alatti víz megbízható vízforrás, de a felszín alatti vízkészletekkel történő gazsálkodás nagyon összetett. Végül pedig az emberi intelligencia és a hidrotechnika látványos fejlődése (drónok, GIS, távérzékelés, műholdak, a 'Internet of Things' (IoT), a közösségi tudomány ('citizen science'), modellezés és áramlási szimulációk) megfelelő garanciát jelenthetnek, hogy az emberiség a jövőben képes lesz alkalmazkodni az klíma-válsághoz. Ezért szükségesek a még nagyobb erőfeszítések a kormányok, a kutatók és a társadalom részéről a felszín alatti vízkészletek védelme érdekében a bolygó jóléte a fenntartható fejlődési és az emberi társadalmak jól léte érdekében.

Hivatkozások

Amobichukwu C. Amanambu, Omon A. Obarein, Joann Mossa, Lanhai Li, Shamusideen S. Ayeni, Olalekan Balogun, Abiola Oyebamiji, Friday U. Ochege (2020). A felszín alatti vízrendszer és az éghajlatváltozás: Jelenlegi állapot és jövőbeli megfontolások, *Journal of Hydrology*, 125163, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125163>.

Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA). <https://www.eea.europa.eu>.

Findidakis, A.N., Sato, K. (2011). Felszín alatti vízgazdálkodási gyakorlatok. IAHR Monográfia, UNESCO-IHP, CRC Press/Balkema.

Hidrogeológusok Nemzetközi Szövetsége (IAH) (2016). eNews. www.iah.org.

Matiatos, I., Moeck, C., Vystavna, Y., Marttila, H., Orłowski, N., Jessen, S., Evaristo, J., Sebiló, M., Koren, G., Dimitriou, E., Müller, S., Panagopoulos, Y., Stockinger, M.P. (2023) Nitrate isotopes in catchment hydrology: insights, ideas and implications for models. *Journal of Hydrology* 130326. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130326>.

Nistor, M.-M. (2020). A felszín alatti vizek sebezhetősége Európában az éghajlatváltozás hatására. *Quaternary International*, Vol. 547, 185-196.

ENSZ vízügyi világgjelentés, WWDR (2022). A felszín alatti víz, a láthatatlan láthatóvá tétele.
<https://www.unesco.org/reports/wwdr/2022/en>

Voudouris, K. (2024). A felszín alatti vizek szerepe az éghajlati válsághoz való alkalmazkodásban Görögországban. Elgar Encyclopedia of Water Policy, Economics and Management, 62. fejezet, 271-276. o., Elgar Encyclopedia of Water Policy, Economics and Management. Szerkesztette: Koundouri Ph. és Alamanos, A.

Water Europe (2020). Vízügyi szempontból intelligens társadalom a sikeres COVID-19 utáni helyreállítási tervért. <https://watereurope.eu>.

WATSON



COST ACTION

<https://watson-cost.eu/foac/>



Funded by
the European Union