

# Éghajlatváltozás, időjárási trendek Magyarországon - a magyar természettudományi szakértő szemével

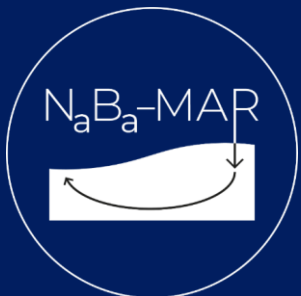


## *A klímaváltozás hatásai és klímaadaptáció vizeink tekintetében*

Szokolnikovics-Simon Szilvia, Mádlné Szőnyi Judit

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet,  
Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Tóth József és Erzsébet  
Hidrogeológia Professzúra

email: [szilvia.simon@ttk.elte.hu](mailto:szilvia.simon@ttk.elte.hu)



# A XXI. század kihívásai



## *Kihívások*

- Klímaváltozás – természeti veszélyforrások (árvíz, aszály, hóhullámok stb)
- Fenntarthatóság (fenntartható erőforrásgazdálkodás)
- Vízbiztonság
- Energia-víz-élelem lánc kihívásai
- Biodiverzitás, stb

## *Elérendő célok, és megoldások kulcsszavakban:*

- Karbonsemlegesség, klímasemlegesség
- Energiahatékonyság
- Fenntarthatóság
- Körforgásos gazdaság
- Természet alapú megoldások

# A XXI. század fő kihívásai



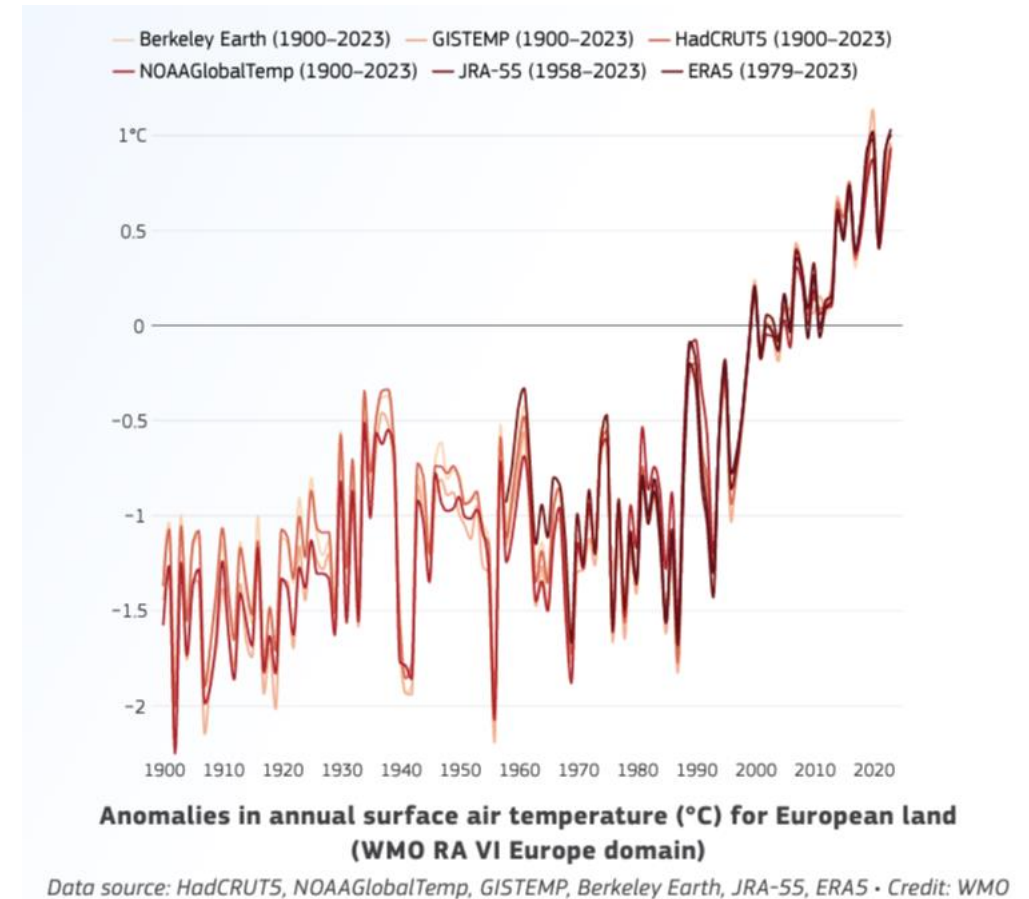
# Víz vonatkozású kihívások a XXI. században- okok

## Klímaváltozás

2023-ban globálisan az év napjainak majdnem felében a mért értékek meghaladták a 1.5°C- os hőmérsékletemelkedést és voltak olyan napok, eddig először, amikor meghaladták a 2°C –ot is.

### *Európában:*

- 2023 volt az eddigi legmelegebb év, 2020-al egyetemben
- A csapadék 7%-al volt magasabb az eddigi átlagnál
- Az átlag tengerhőmérséklet az eddigi legmelegebb volt
- Rekord számú hóhullámos nap
- A felszíni besugárzás átlag feletti volt, a felhőborítottság átlag alatti

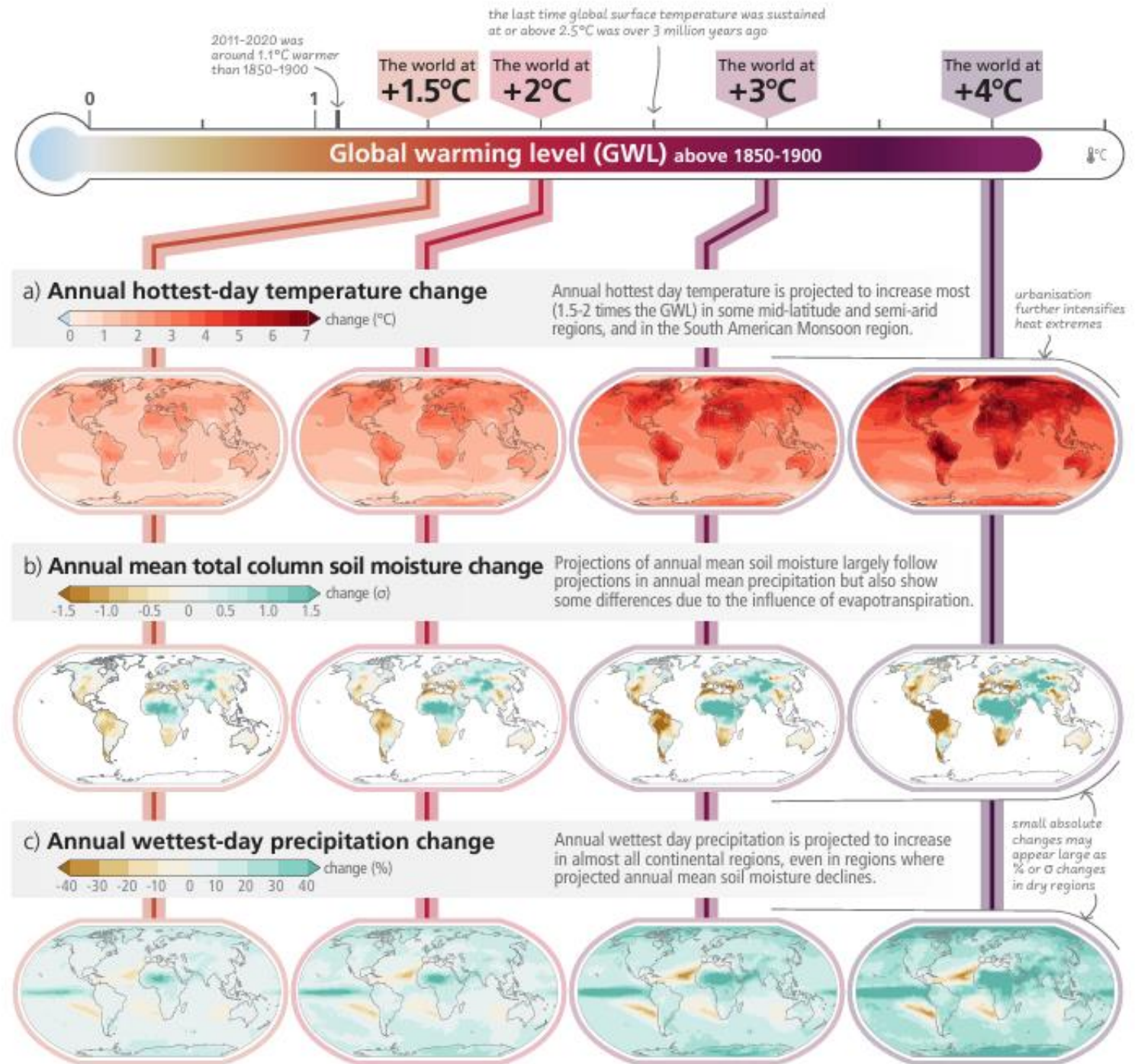


(<https://climate.copernicus.eu>)



# Víz vonatkozású kihívások a XXI. században- okok

## Klíímaváltozás – prognózis

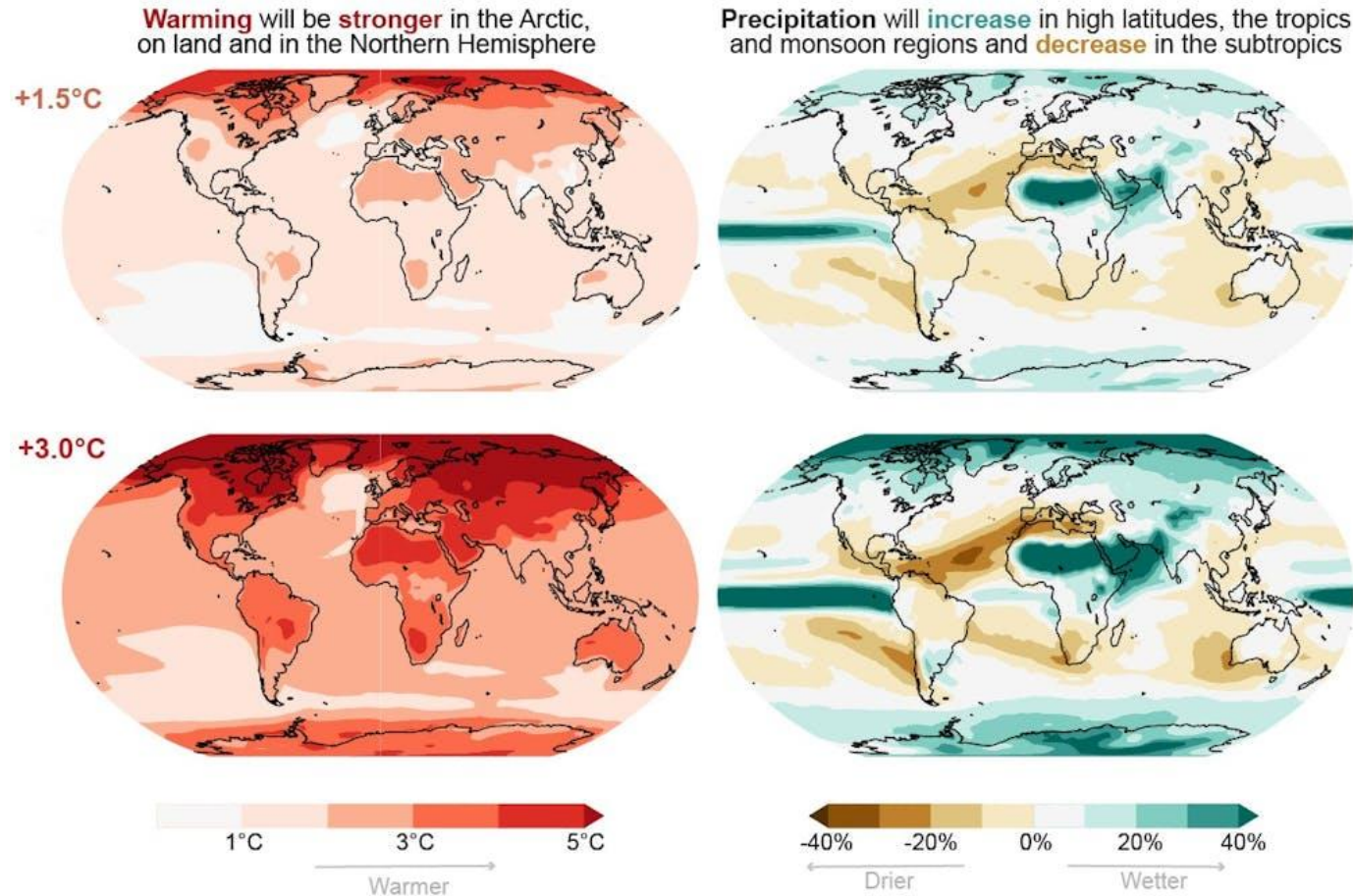


# Víz vonatkozású kihívások a XXI. században - okok

- Vízkörforgalom intenzifikálódik – fokozódó párolgás, növekvő páratartalom, több eső
- 7%-al nedvesebb klíma minden 1 °C hőmérsékletnövekedéssel
- Következmények:
  - Megnövekedett párolgás
  - Villámárvizek
  - Aszály
  - Csökkenő beszivárgás
  - Csökkenő felszín alatti vízszintek
  - Emelkedő tengerszint
  - Száraz szárazabb lesz, a nedves nedvesebb (DDWW)

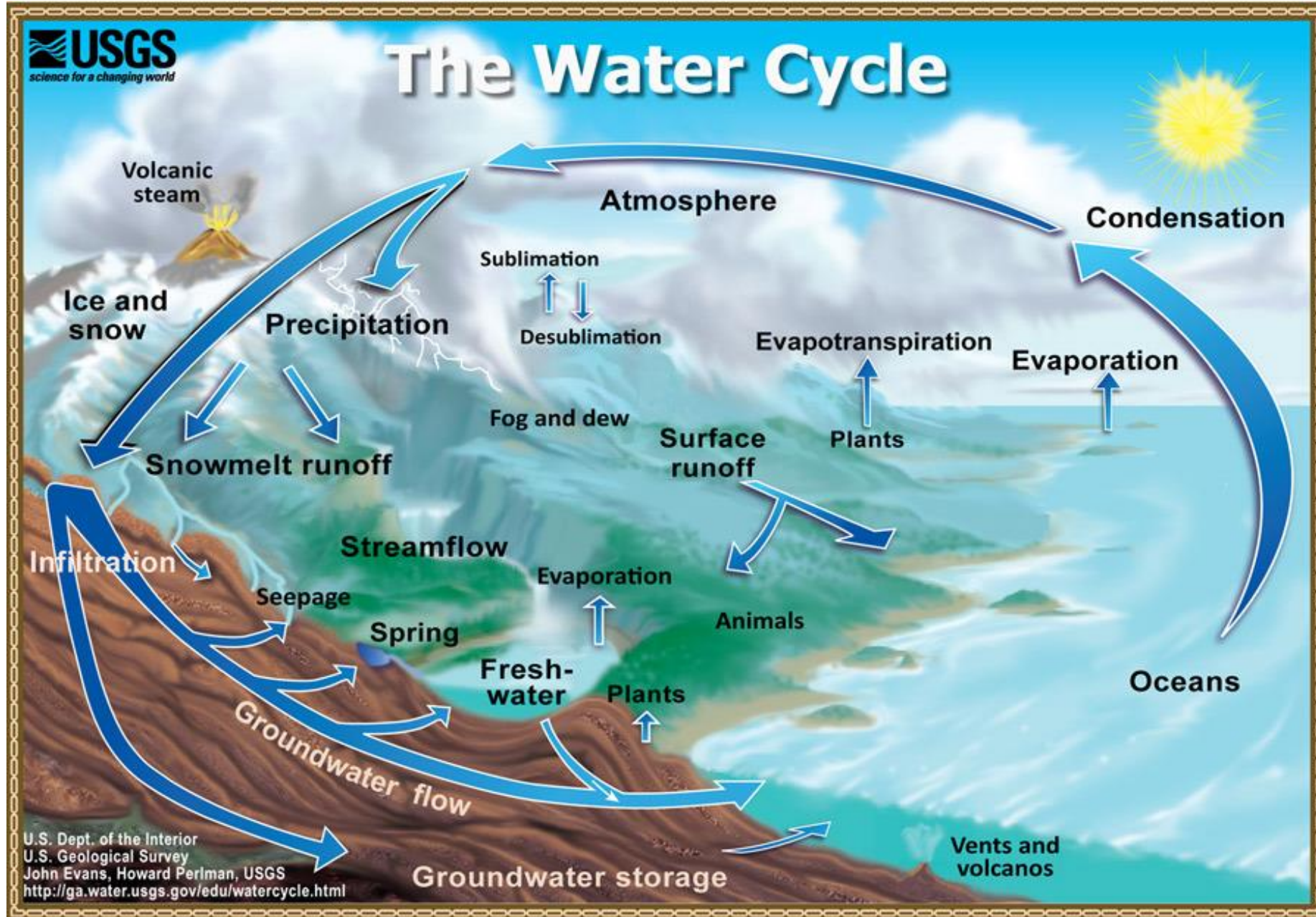
## Climate change and regional patterns

Climate change is not uniform and proportional to the level of global warming.



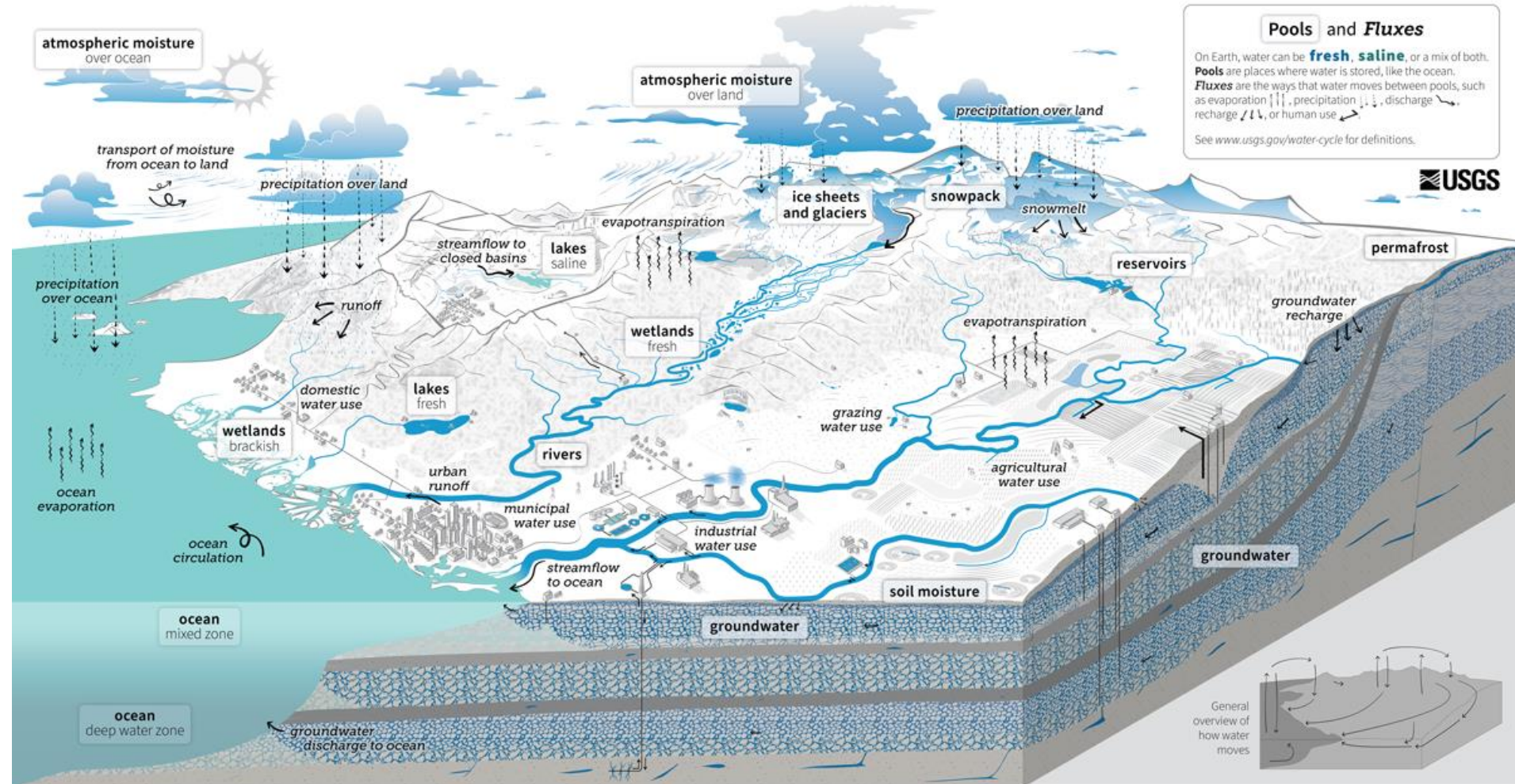


# Vízkörforgalom





# Vízkörforgalom



## The Water Cycle

The water cycle describes where water is on Earth and how it moves. Water is stored in the atmosphere, on the land surface, and below the ground. It can be a liquid, a solid, or a gas. Liquid water can be fresh, saline (salty), or a mix (brackish). Water moves between the places it is stored. Water moves at large scales and at very small scales. Water moves naturally and because of human actions. Human water use affects where water is stored, how it moves, and how clean it is.

**Pools** store water. 96% of all water is stored in **oceans** and is saline. On land, saline water is stored in **saline lakes**. Fresh water is stored in liquid form in **freshwater lakes**, artificial **reservoirs**, **rivers**, and **wetlands**. Water is stored in solid, frozen form in **ice sheets and glaciers**, and in **snowpack** at high elevations or near the Earth's poles. Water vapor is a gas and is stored as **atmospheric moisture** over the ocean and land. In the soil, frozen water is stored as **permafrost** and liquid water is stored as **soil moisture**. Deeper below ground, liquid water is stored as **groundwater** in aquifers, within cracks and pores in the rock.

**Fluxes** move water between pools. As it moves, water can change form between liquid, solid, and gas. **Circulation** mixes water in the oceans and transports water vapor in the atmosphere. Water moves between the atmosphere and the surface through **evaporation**, **evapotranspiration**, and **precipitation**. Water moves across the surface through **snowmelt**, **runoff**, and **streamflow**. Water moves into the ground through infiltration and **groundwater recharge**. Underground, groundwater flows within aquifers. It can return to the surface through natural **groundwater discharge** into rivers, the ocean, and from **springs**.

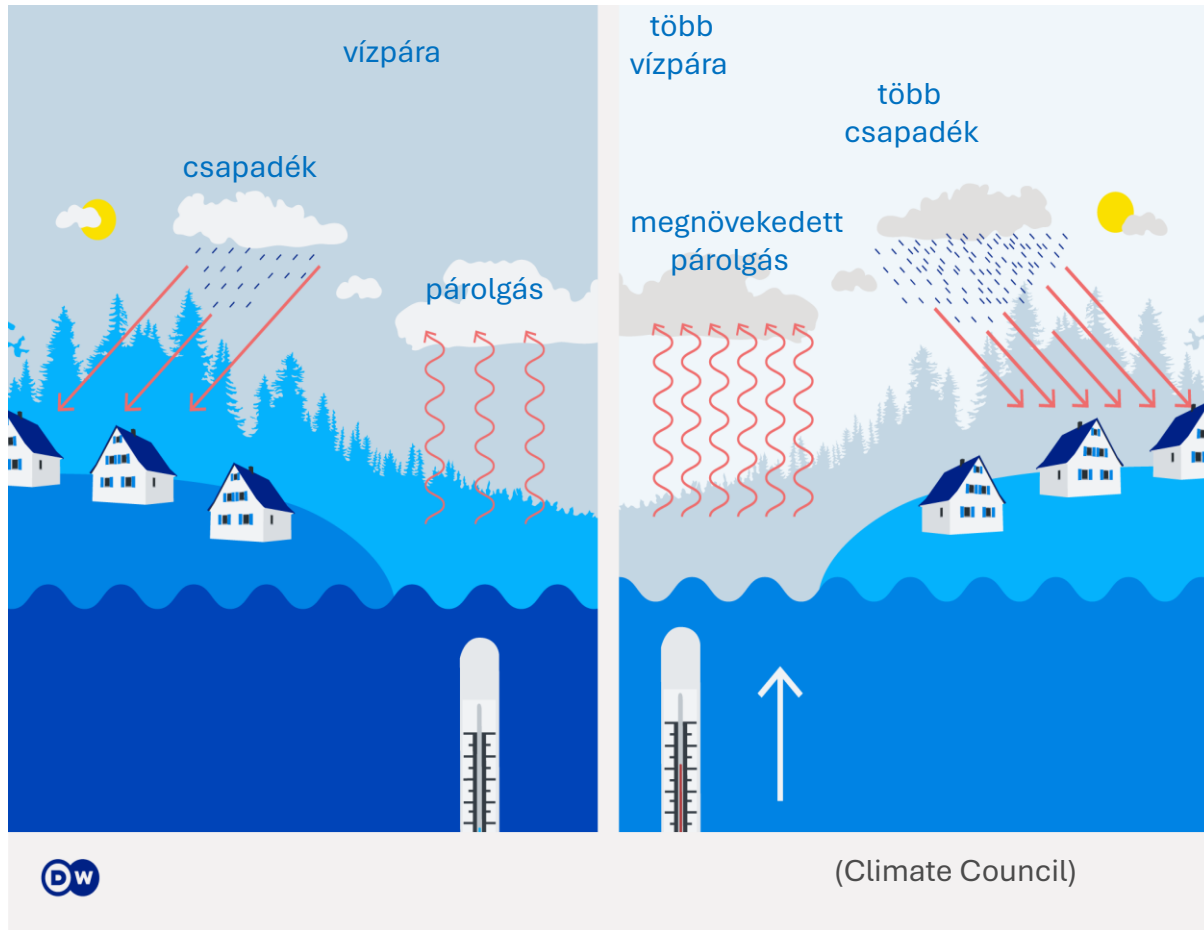
We alter the water cycle. We redirect rivers. We build dams to store water. We drain water from wetlands for development. We use water from rivers, lakes, reservoirs, and groundwater aquifers. We use that water to supply our **homes and communities**. We use it for **agricultural** irrigation and **grazing** livestock. We use it in **industrial** activities like thermoelectric power generation, mining, and aquaculture. The amount of water that is available depends on how much water is in each pool (water quantity). It also depends on when and how fast water moves (water timing), how much water we use (water use), and how clean the water is (water quality).

We affect **water quality**. In agricultural and urban areas, irrigation and precipitation wash fertilizers and pesticides into rivers and groundwater. Power plants and factories return heated and contaminated water to rivers. Runoff carries chemicals, sediment, and sewage into rivers and lakes. Downstream from these sources, contaminated water can cause harmful algal blooms, spread diseases, and harm habitats. **Climate change** is affecting the water cycle. It is affecting water quality, quantity, timing, and use. It is causing ocean acidification, sea level rise, and more extreme weather. By understanding these impacts, we can work toward using water sustainably.



# Víz vonatkozású kihívások a XXI. században- következmények

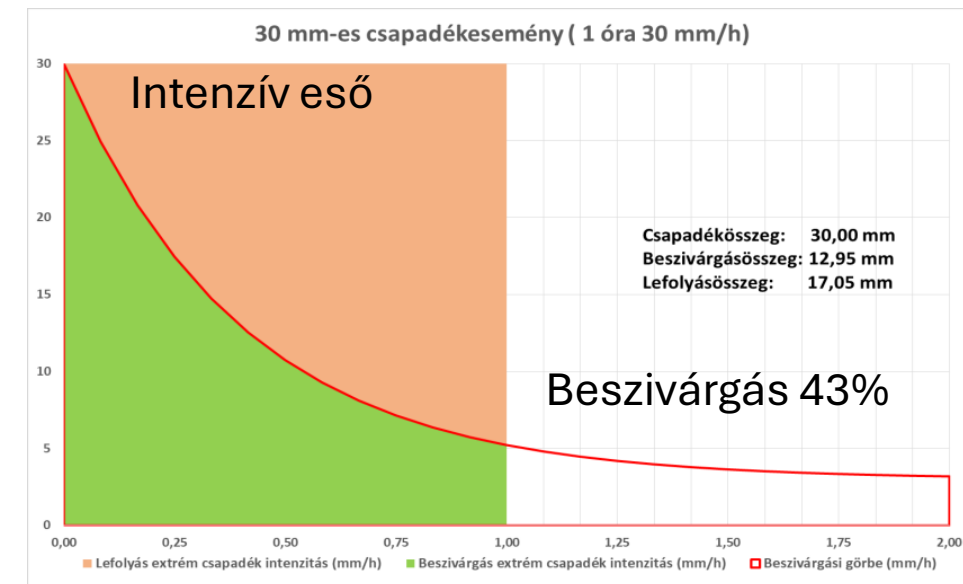
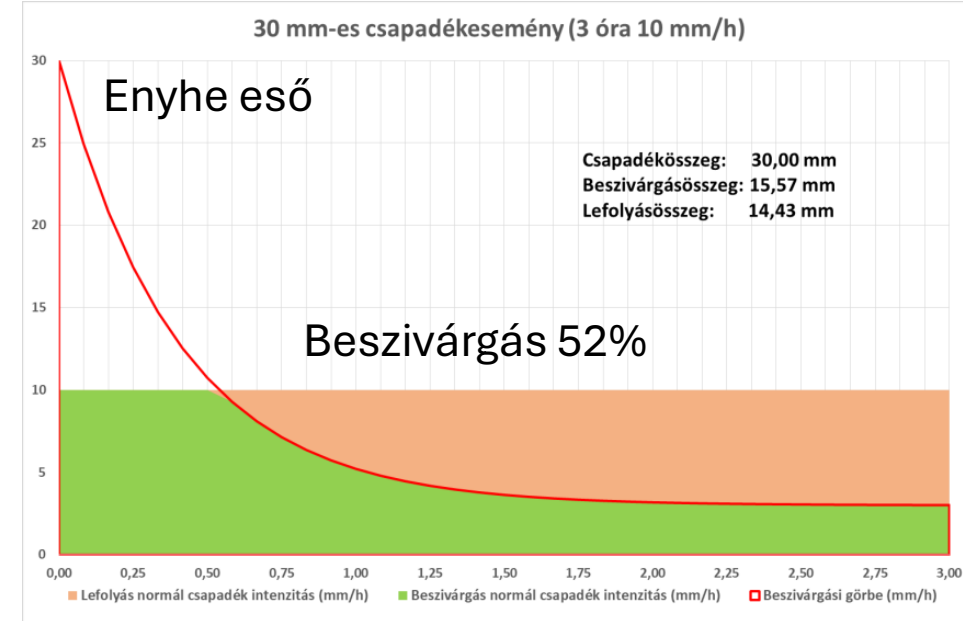
Villámárvizek, felszíni lefolyás növekedése



Egyre  
intenzívebb  
csapadék  
események

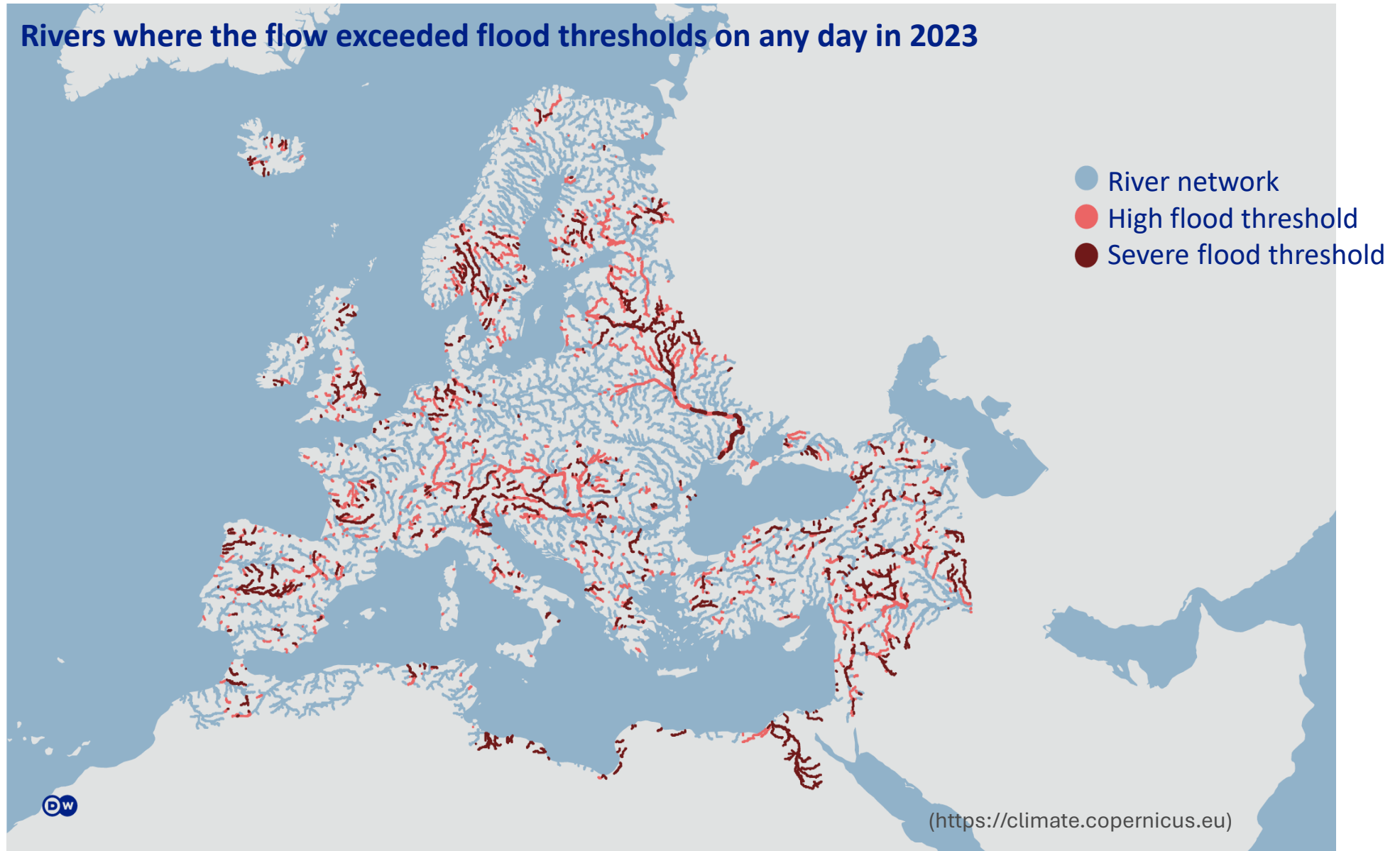


Több  
felszíni  
lefolyás



# Víz vonatkozású kihívások a XXI. században- következmények

Árvizek

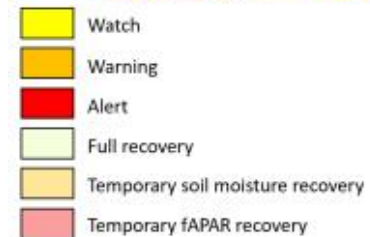
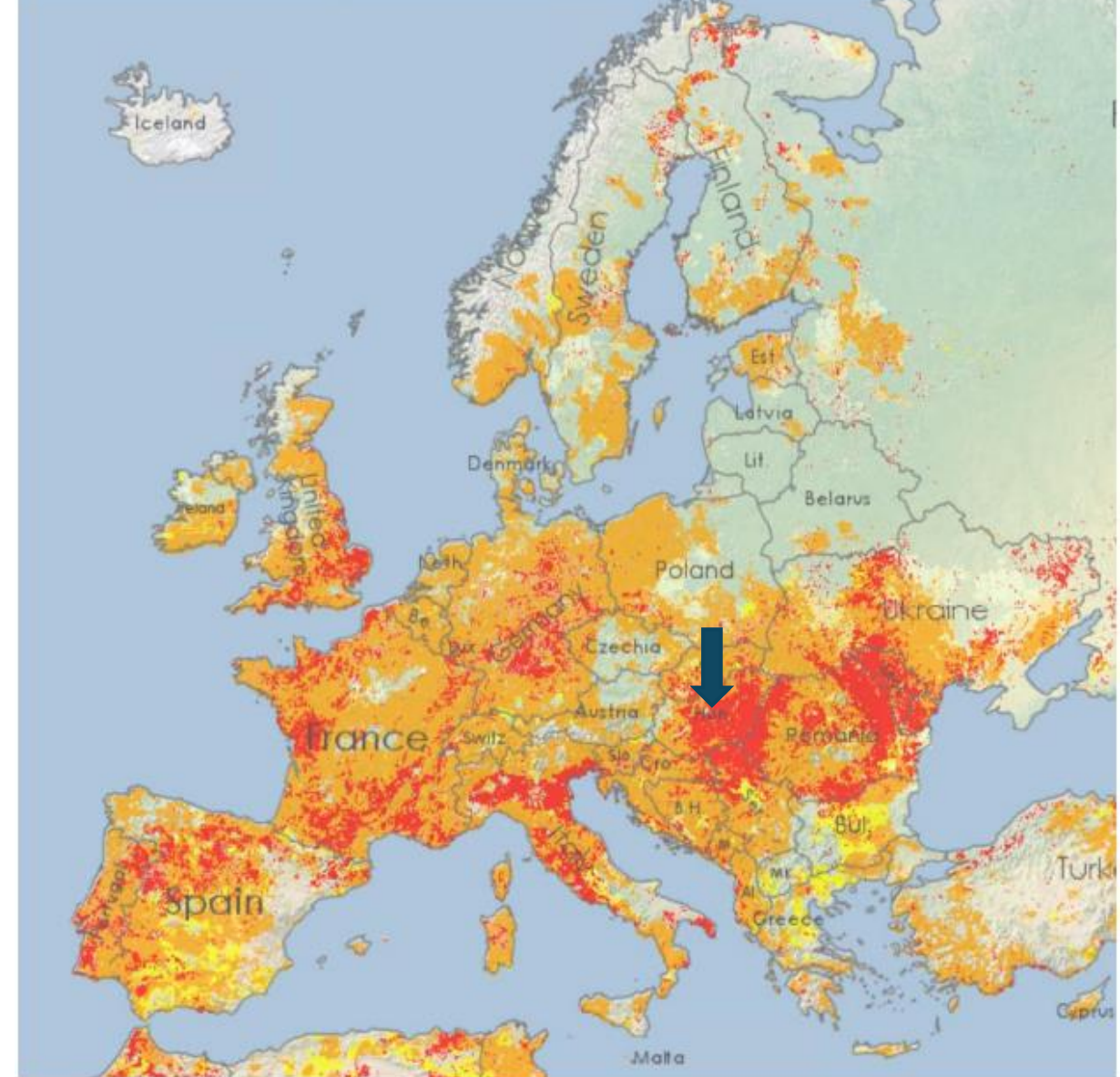




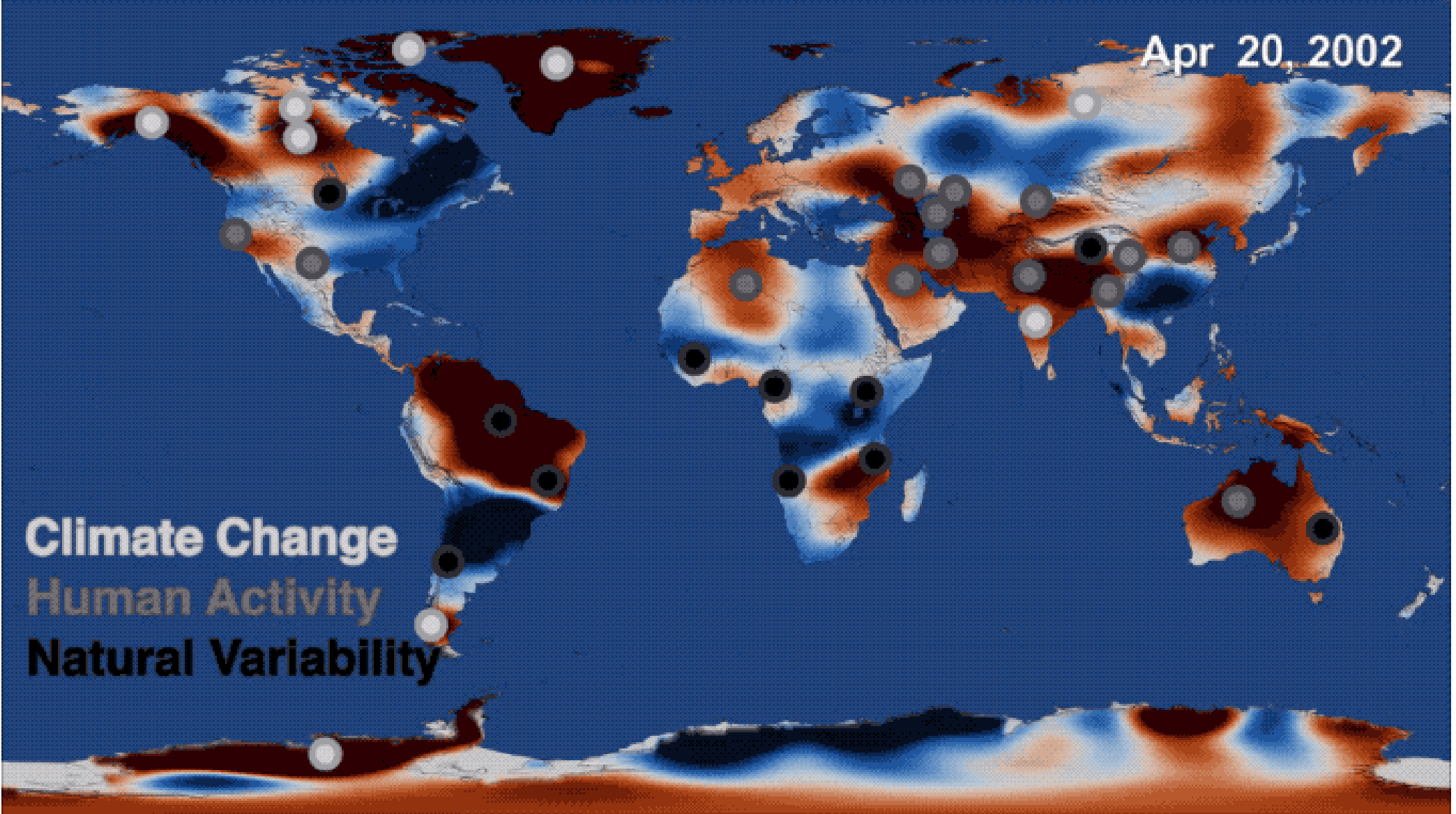
# Víz vonatkozású kihívások a XXI. században- következmények

## Aszály

- Egyre intenzívebb aszályos időszakok (2022, de 2024-ben is)

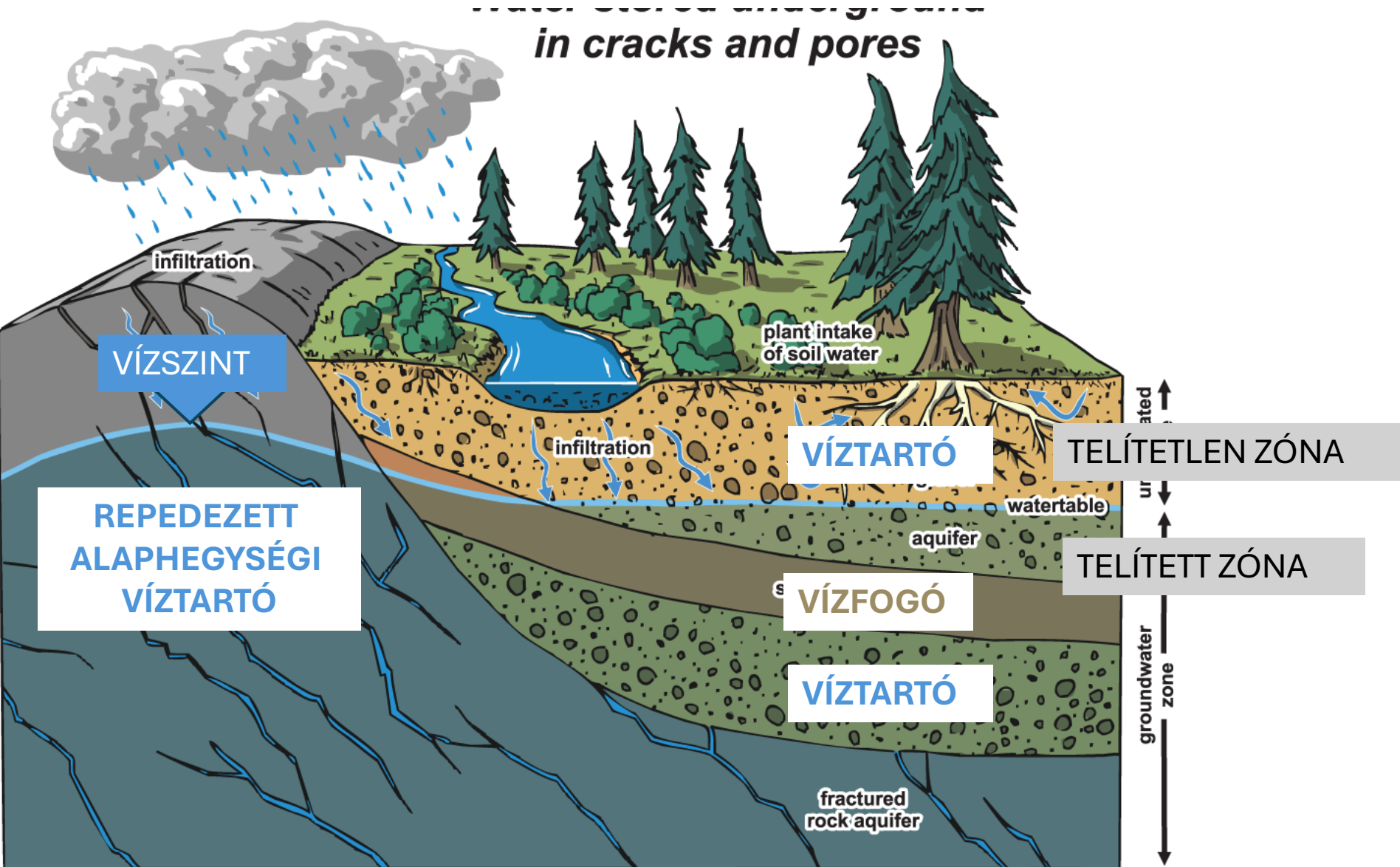


# A felszínalatti vízkészleteket érintő hatás

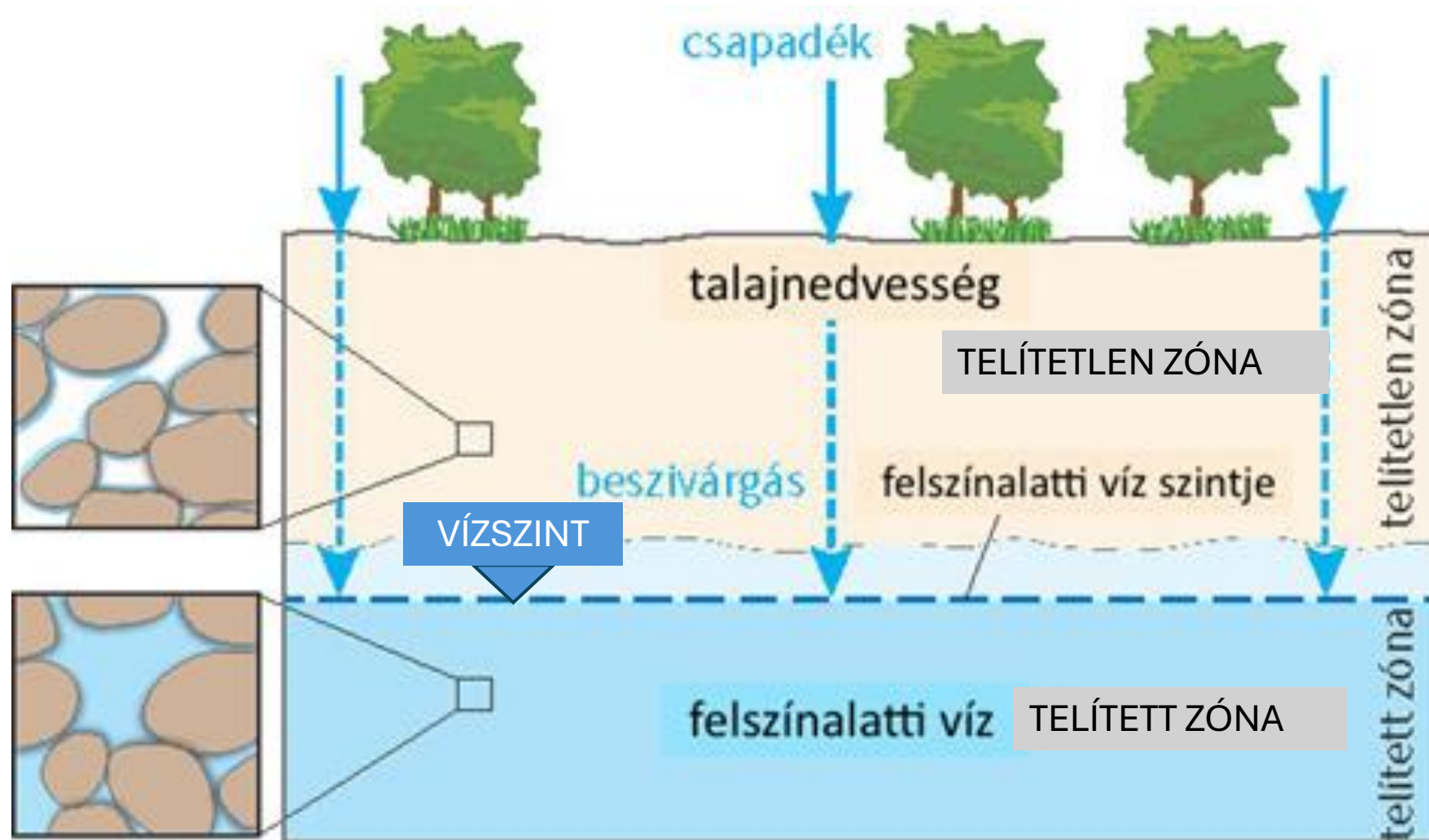




# A felszín alatt tározott és mozgó víz



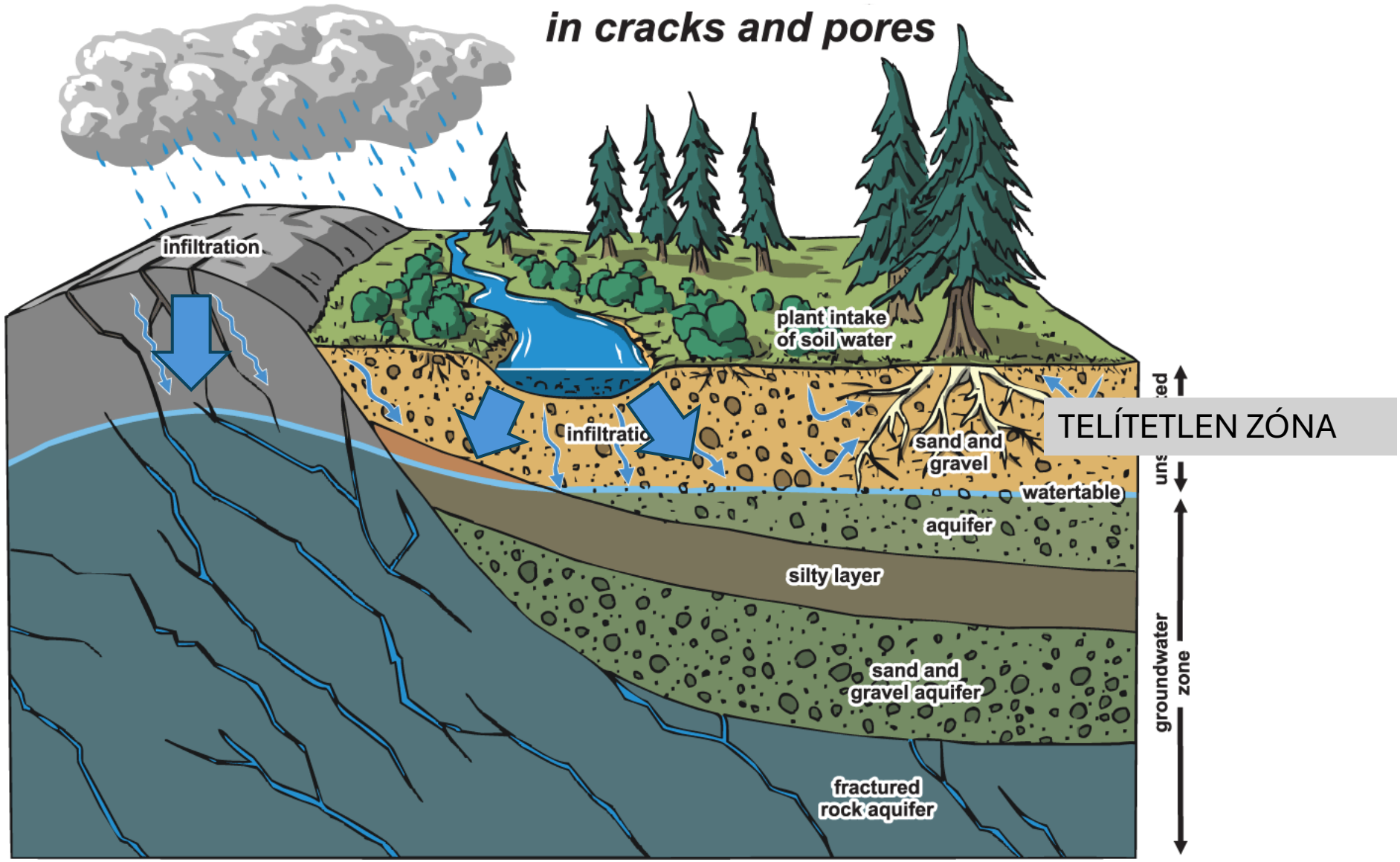
# Csapadékból felszín alatti víz



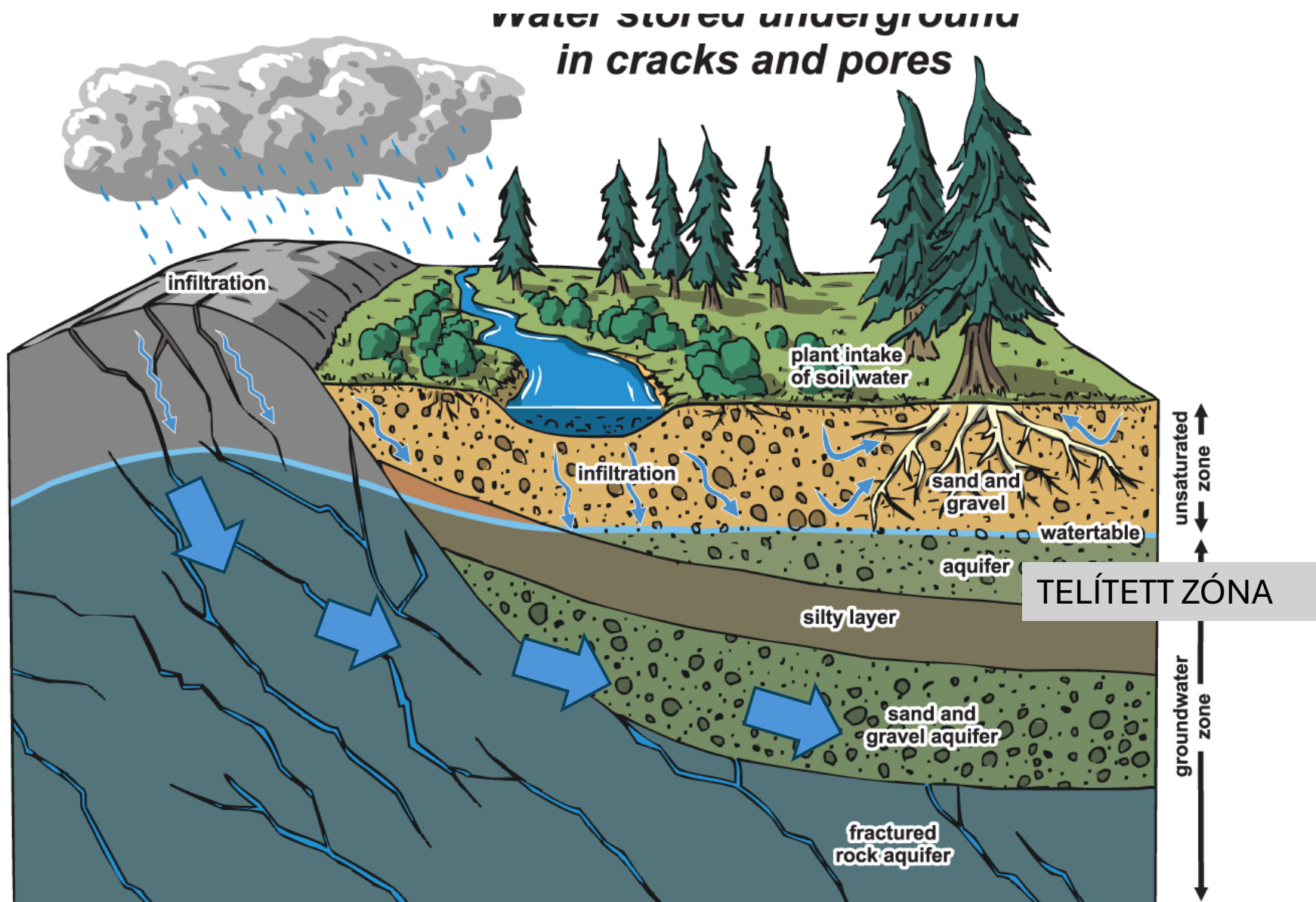
(Mádlné Szőnyi et al. 2013)



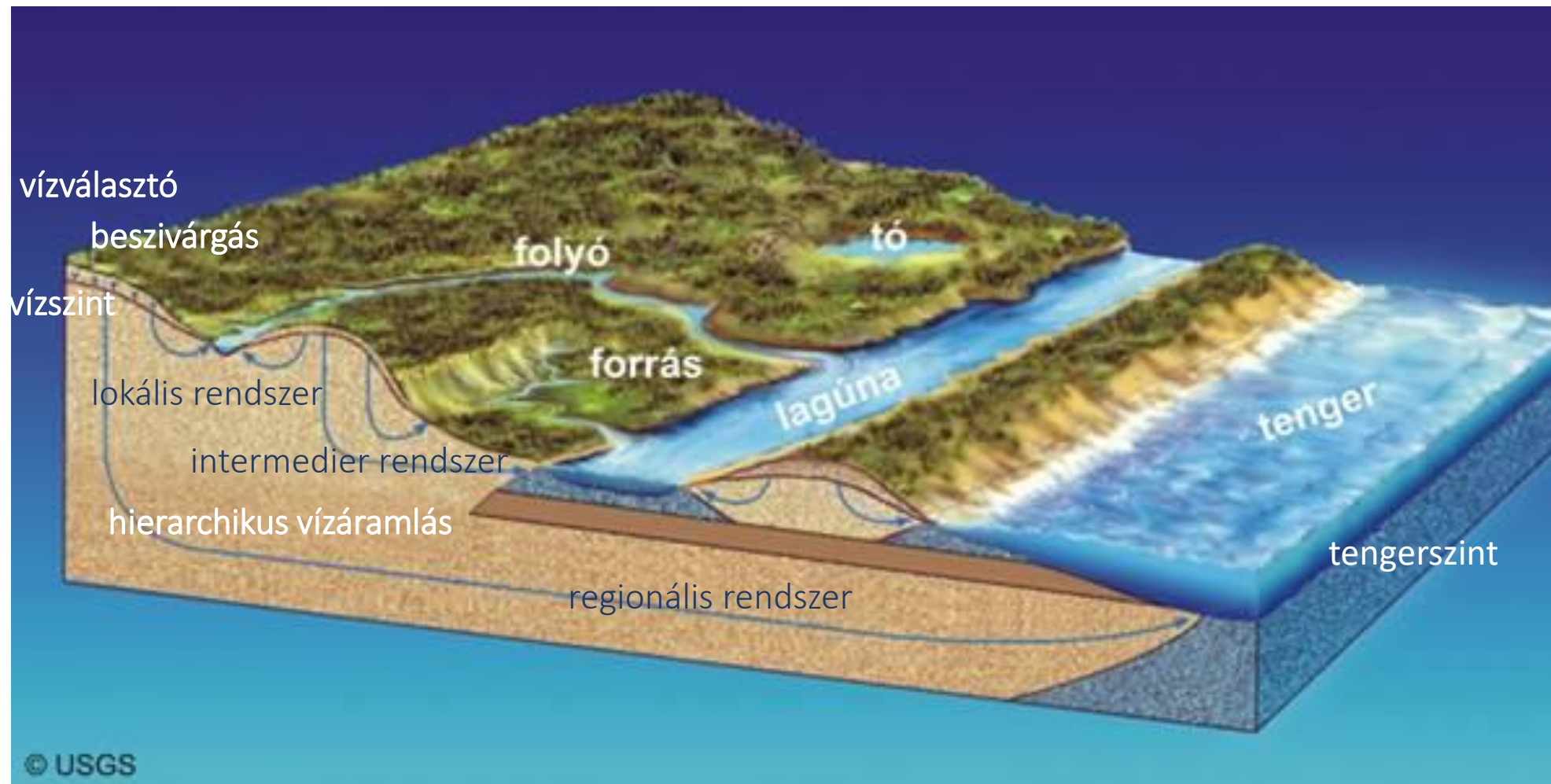
# Beszivárgás csapadékból és folyókból



# Felszín alatti vízáramlás: a vízszint alatt

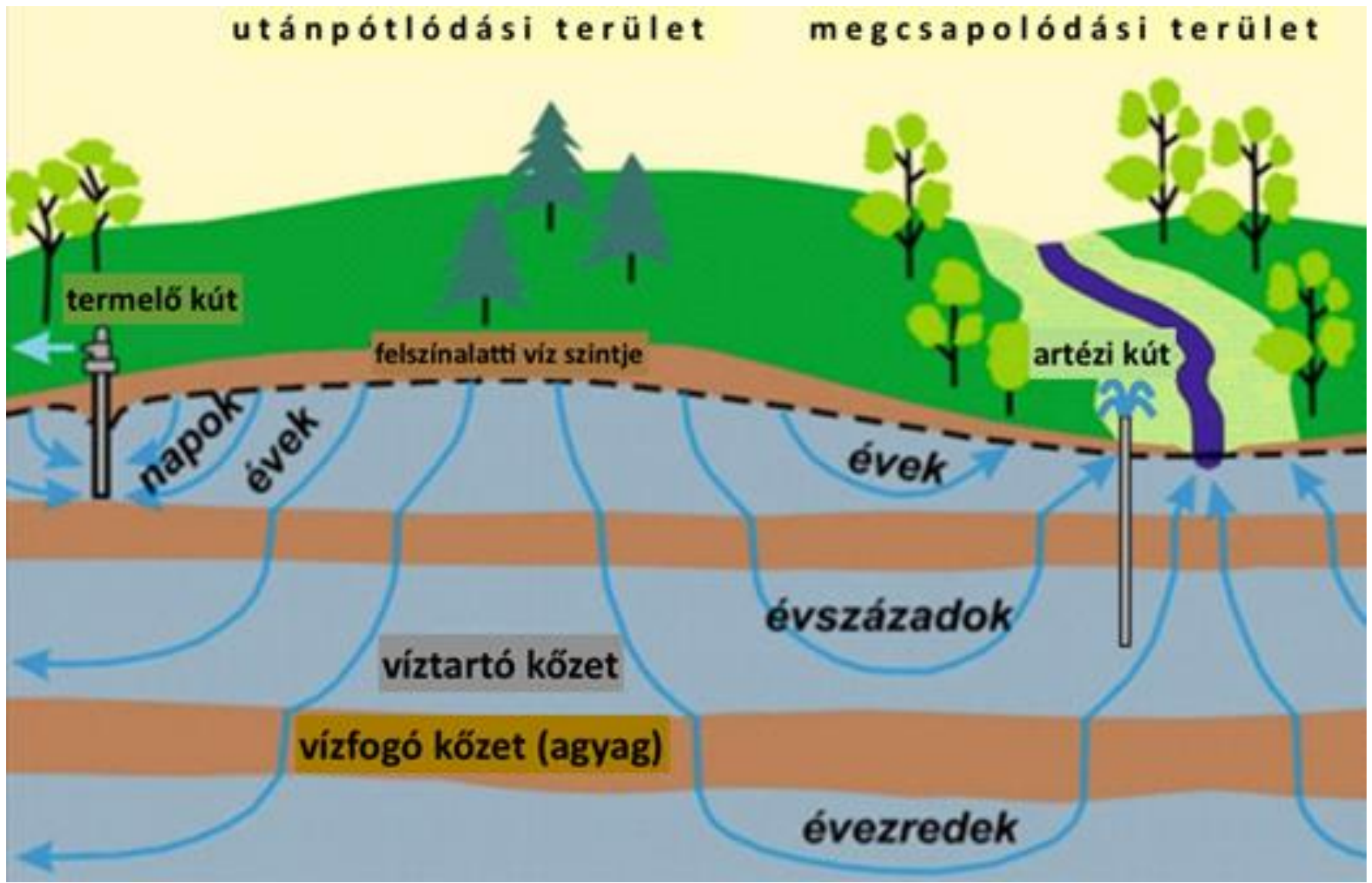


# Vízáramlások utánpótlása és megcsapolása

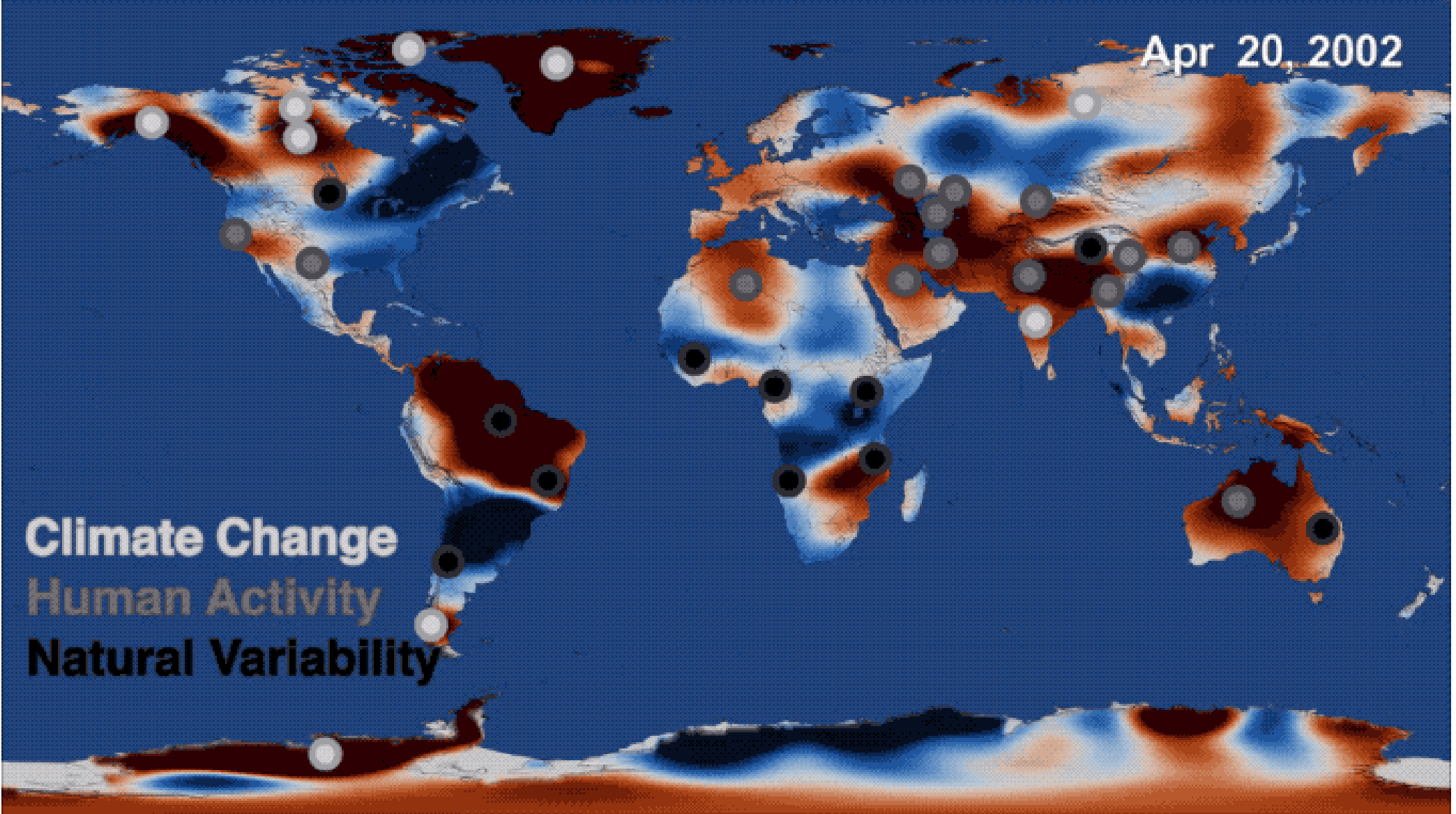




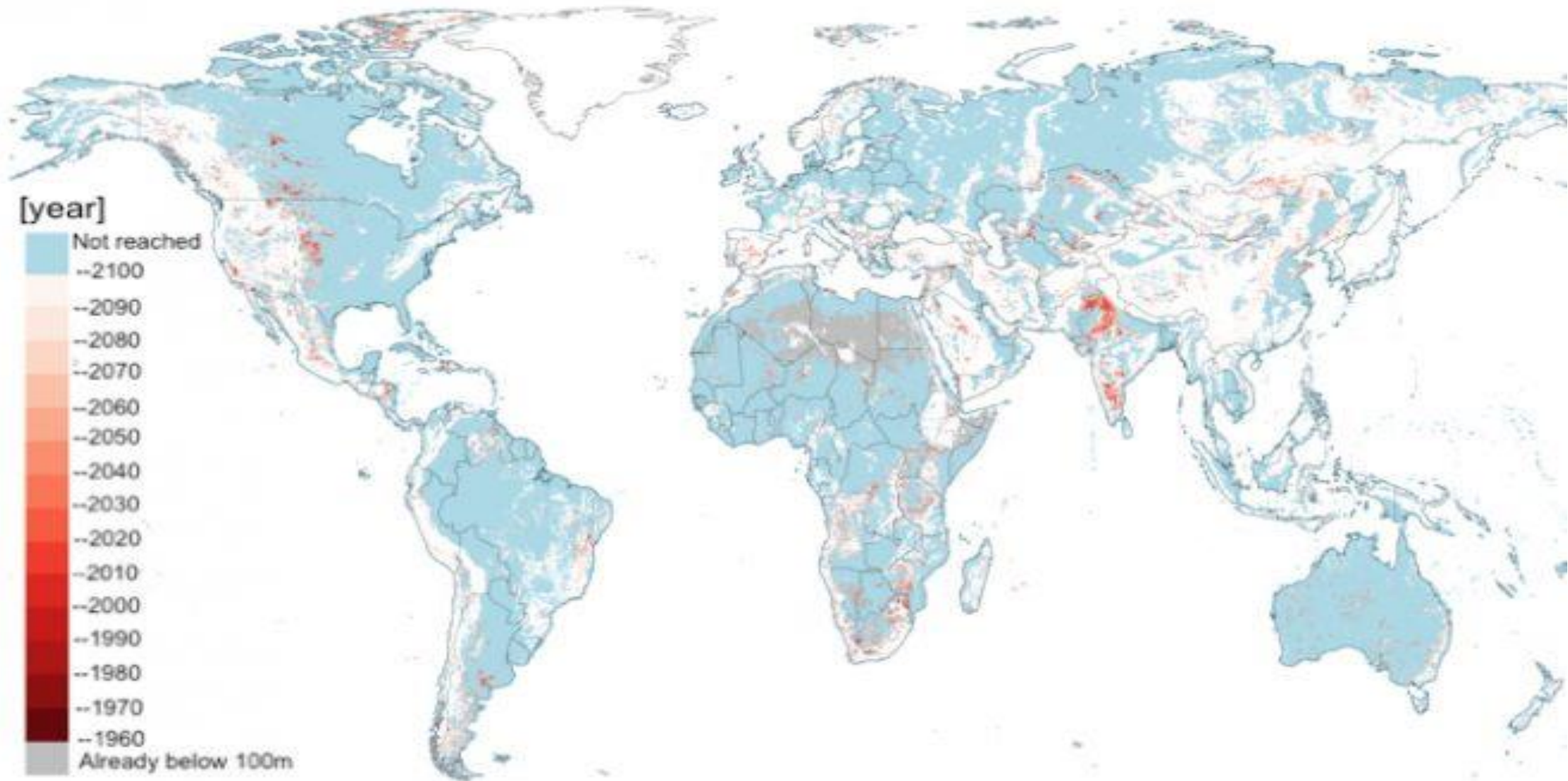
# A felszín alatti út ideje és a víztermelés hatása



# A felszínalatti vízkészleteket érintő hatás



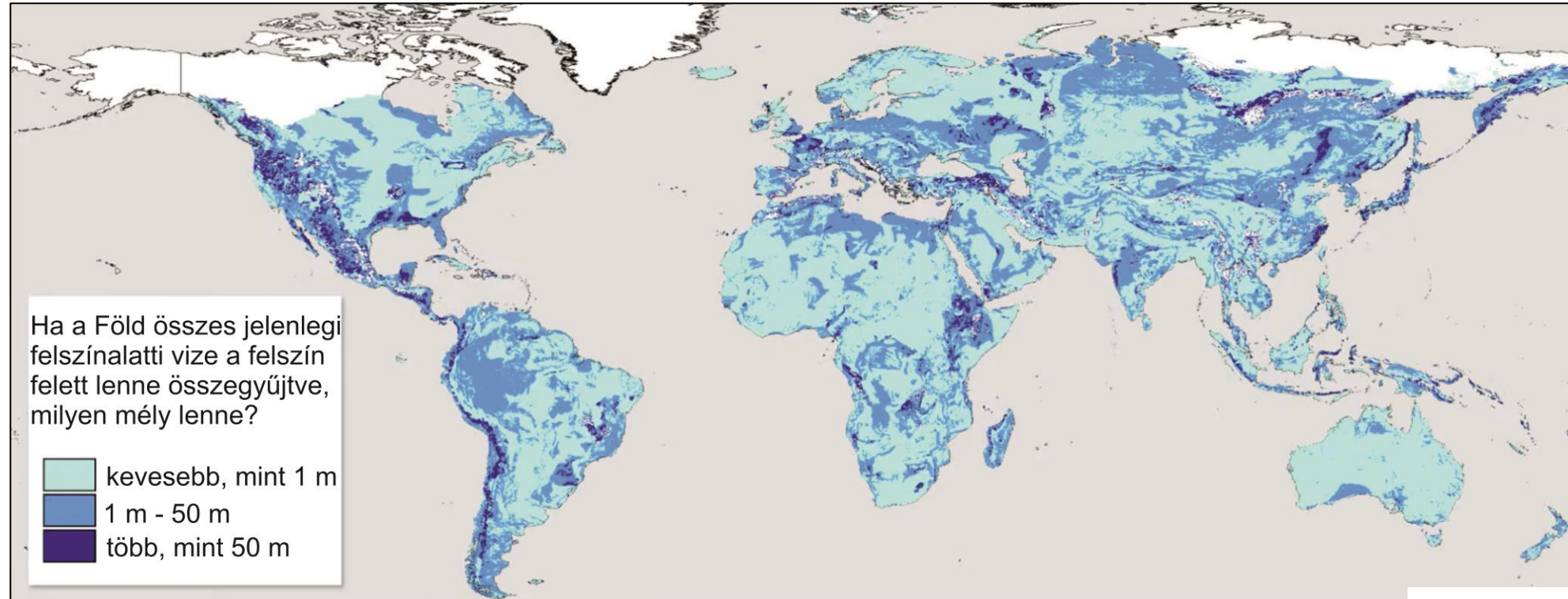
# A felszínalatti vízkészleteket érintő hatás



Időpont, amikor a felszínalatti vízszint mélysége 100 m alá csökken (de Graaf, 2016)



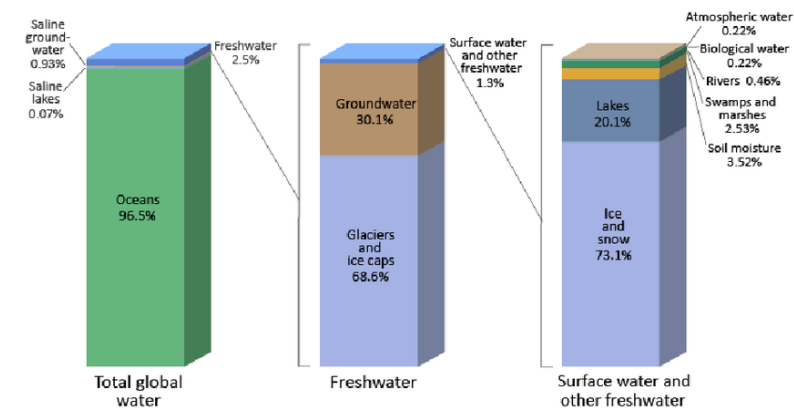
# A felszínalatti vízkészleteket érintő hatás



(Gleeson et al. 2015)

- A mobilizálható édesvíz 98%-a a talpunk alatt található, és bármely kontinensen elérhető.
- A felszíni vizek és ökoszisztémák rendkívül érzékenyek a hidroklimatikus szélsőségekre.
- Ez a hatalmas tárolórendszer képes ezeket a hatásokat kiegyenlíteni.

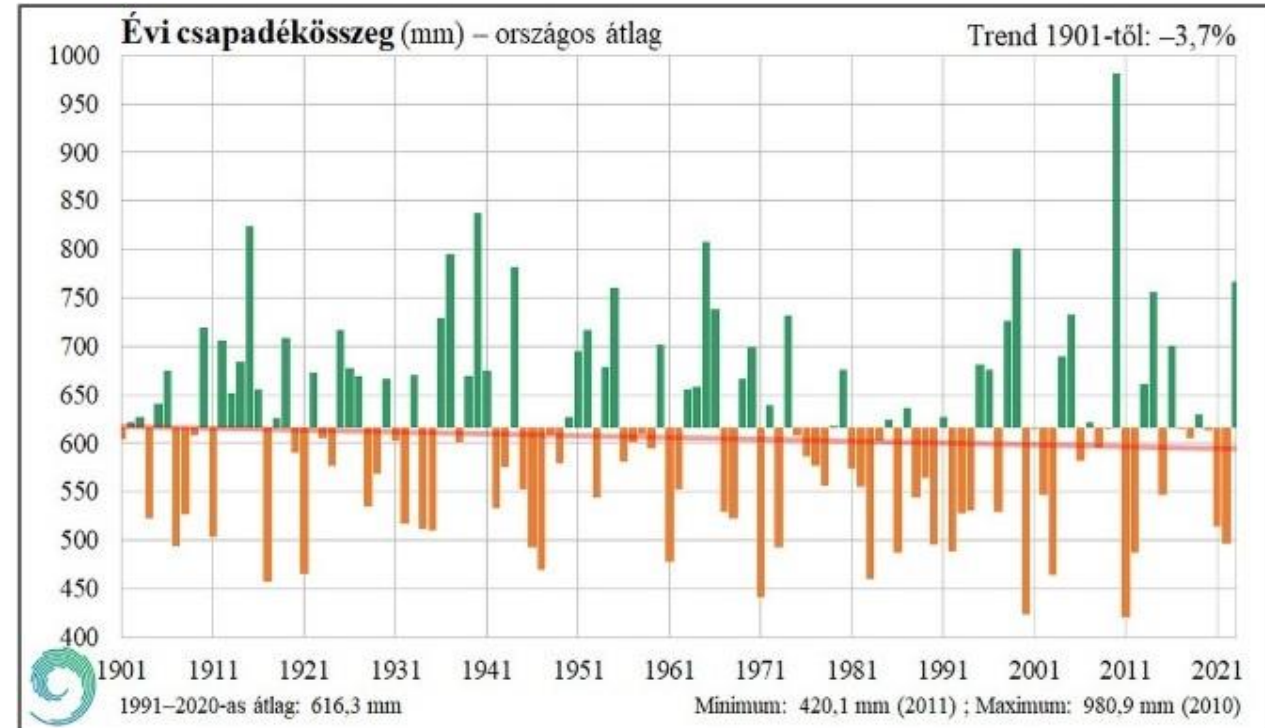
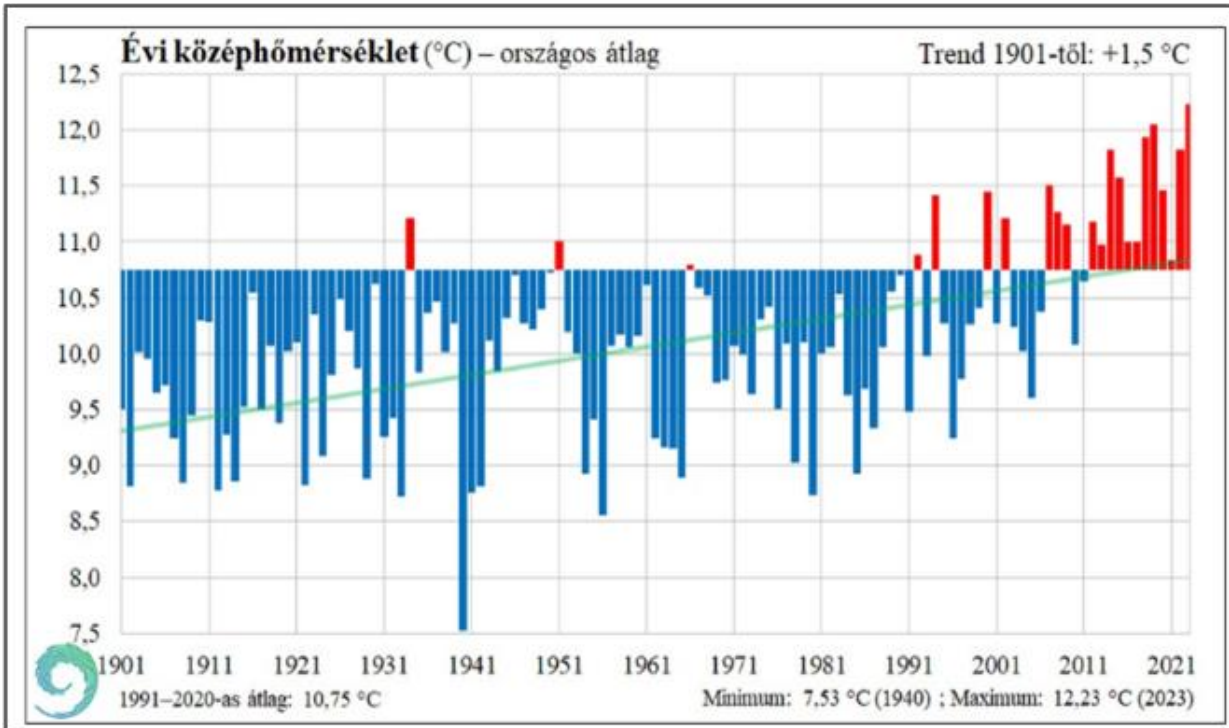
Distribution of Earth's Water



Source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*.

# Vízkészletet érintő kihívások hazánkban- okok

## Klímaváltozás



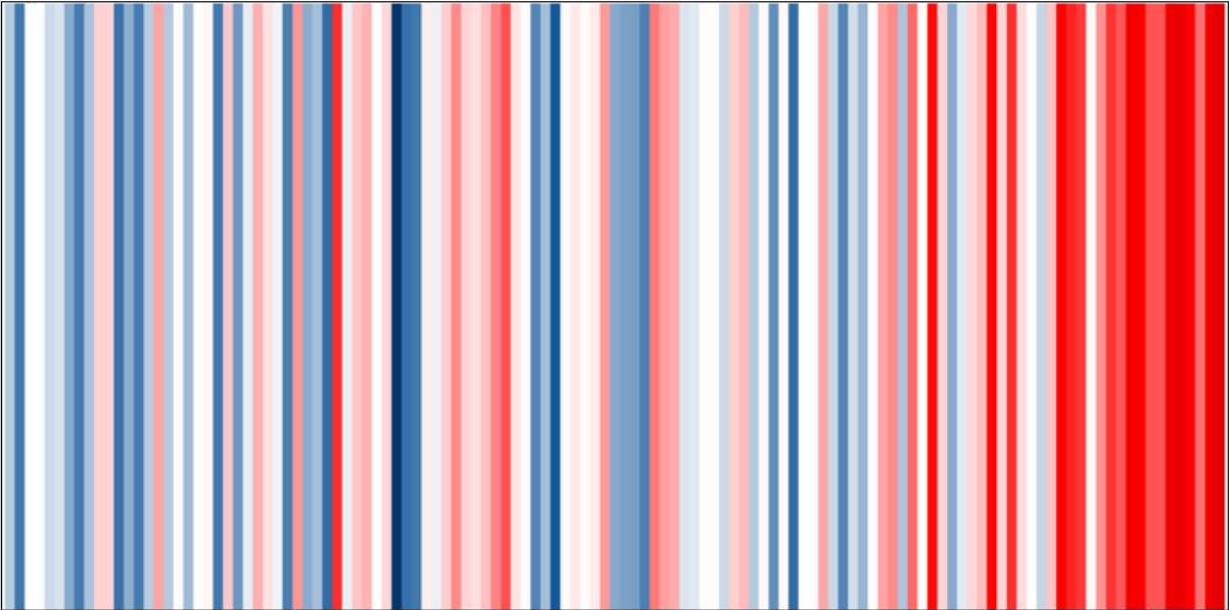
(HungaroMet Zrt)

Növekvő évi középhőmérséklet, enyhén csökkenő csapadékösszeg. A nyári csapadékmennyiség csökken, a téli nő.

# Vízkészleteket érintő kihívások hazánkban- okok

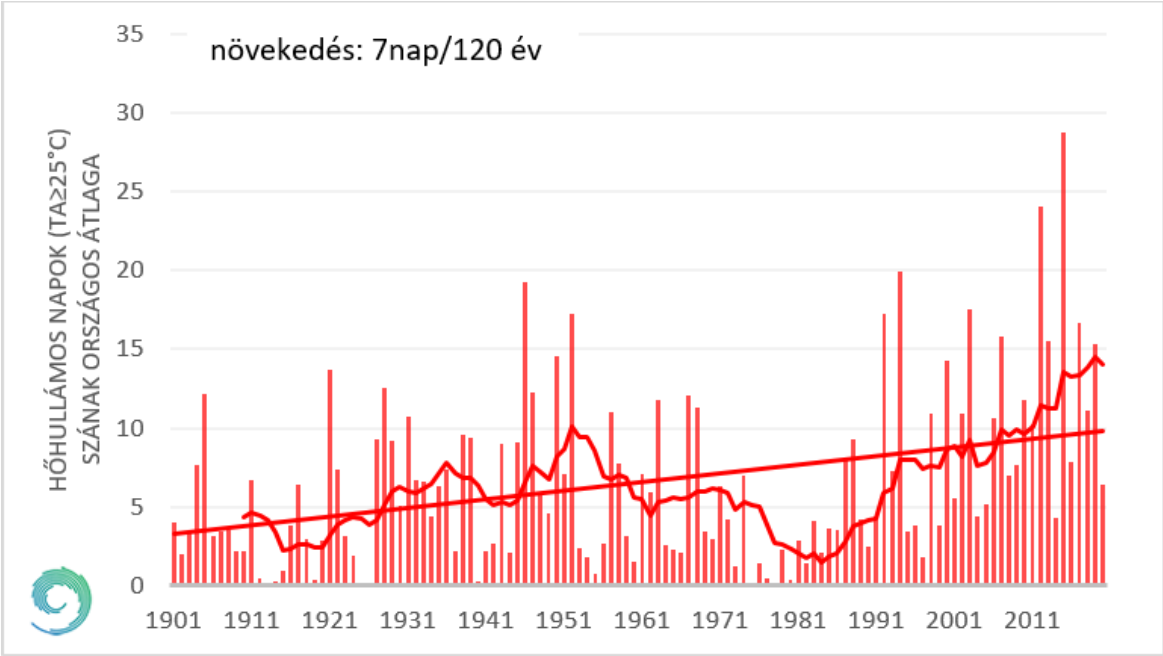
## Klíímaváltozás

Felmelegedést mutató klímacsíkok 1901-2023, Budapest (ref időszak 1971-2000)



(HungaroMet Zrt)

Hőhullámos napok növekedése (országos átlag a tízéves mozgó átlag görbéjével)

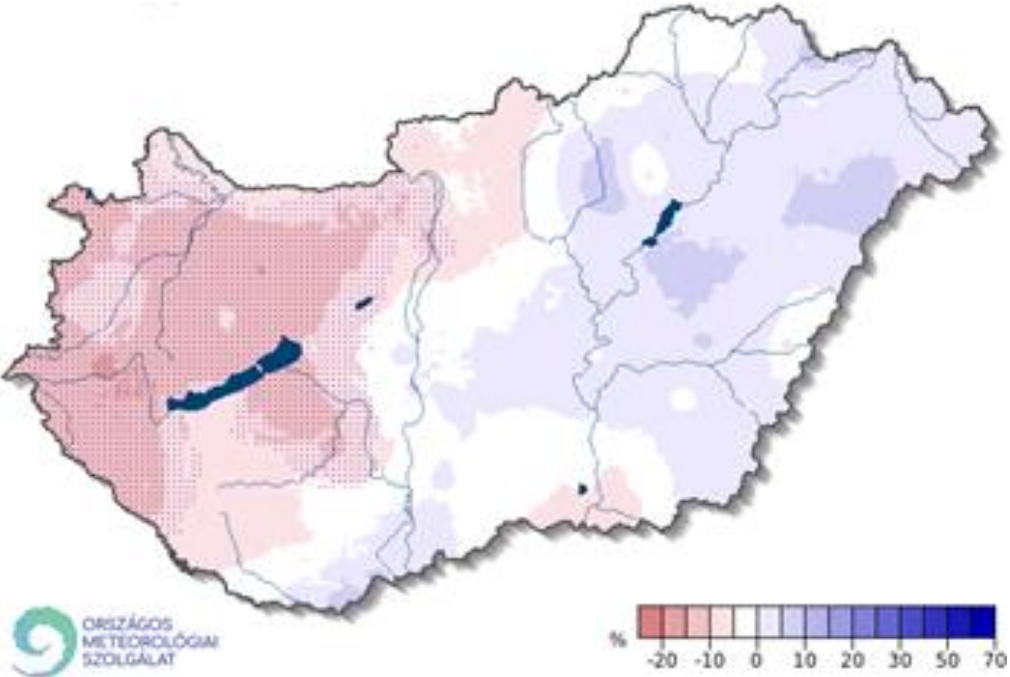


(HungaroMet Zrt)



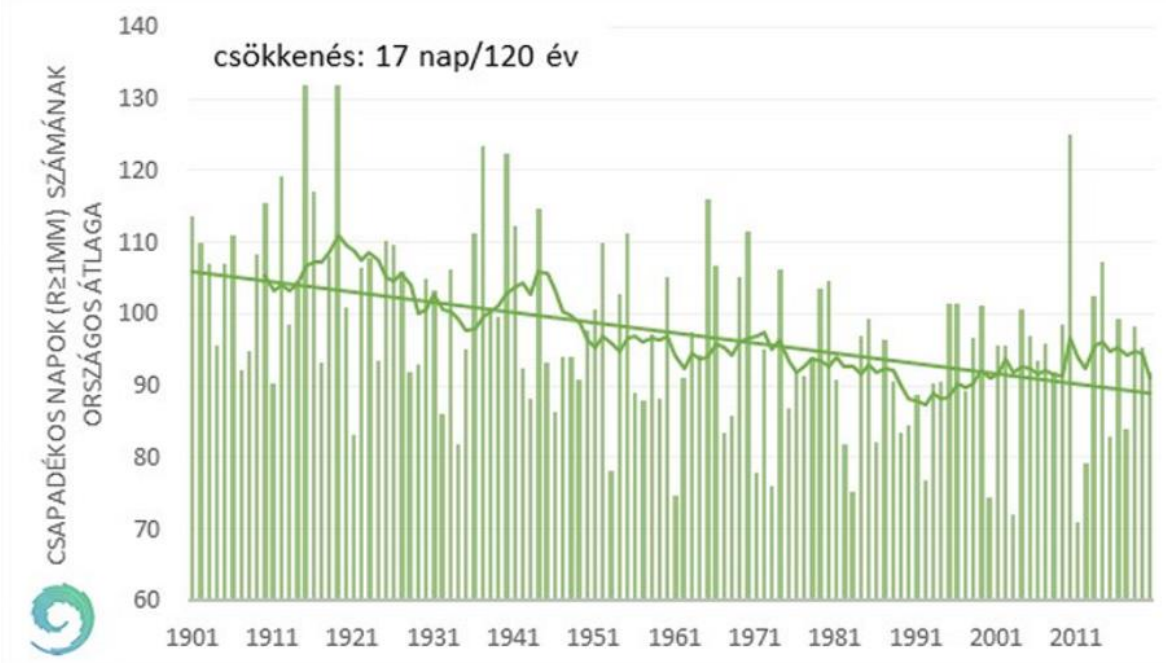
# Vízkészletet érintő kihívások hazánkban- okok

## Klímaváltozás



Éves csapadékösszegek változása 1901-2020 (%)  
(HungaroMet Zrt)

Csapadékos napok számának csökkenése 1901-2020



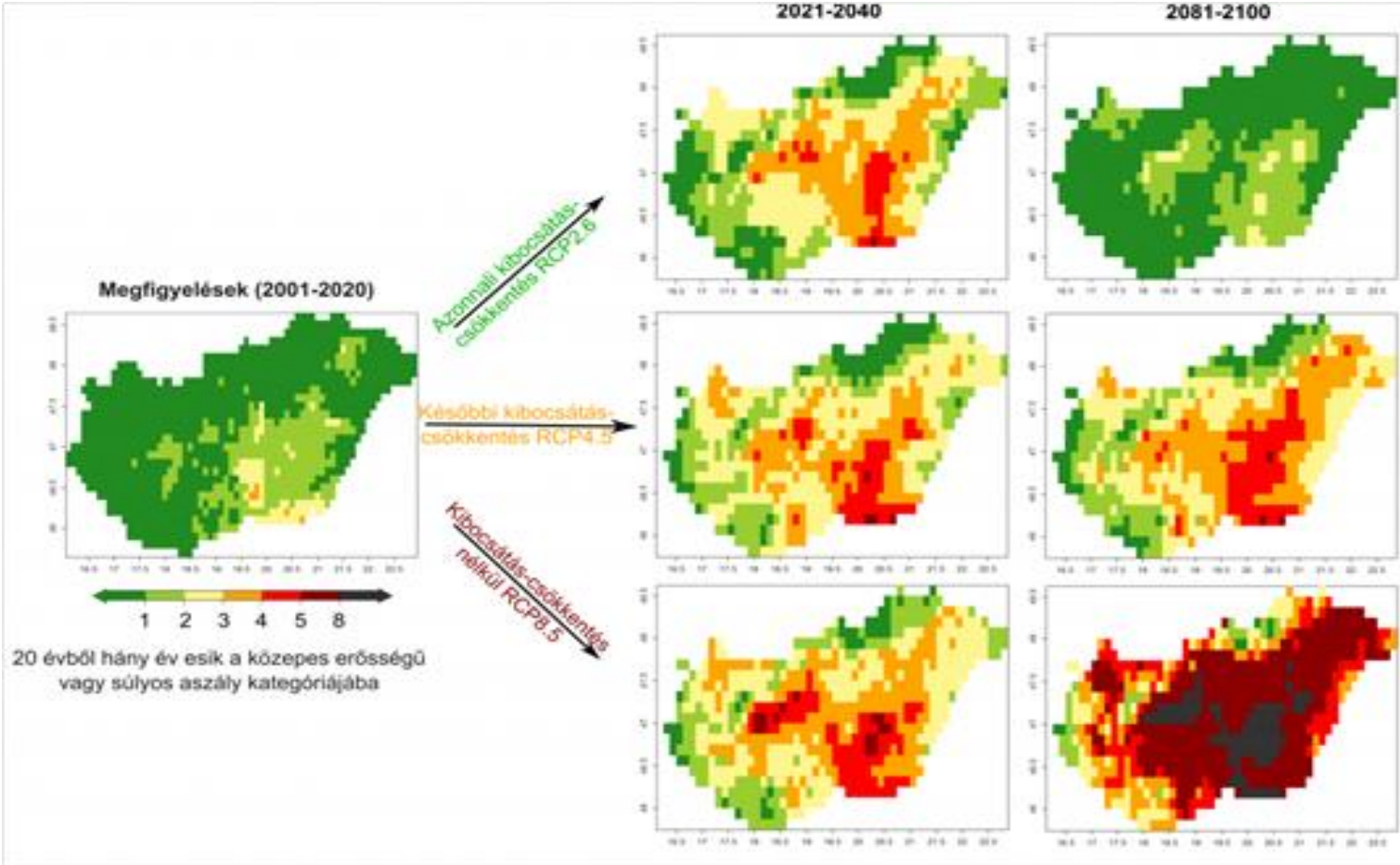
(HungaroMet Zrt)

# Vízkészleteket érintő kihívások hazánkban- okok

## Klímaváltozás

**Hatások:**  
**Szélsőséges események gyakorisága nő (árvíz-aszály), csökkenő beszivárgás, folyóvízi és felszíni lefolyás extremitások, növekvő párolgás**

Közepes és erős aszályal sújtott évek száma a Pálfi aszály index alapján 2001-2020, 2021-2040, és 2081-2100 között (Ponrácz és Kiss, 2024)



# Vízkészleteket érintő kihívások hazánkban- okok

## Emberi hatás

- Folyószabályozás, csatornázás, mélyülő folyómedrek
- Nem megfelelő területhasználat
  - aszfaltozott területek növekedése – csökkenő beszivárgás
  - talajdegradáció (kompakció, csökkenő humusztartalom) – Csökkenő beszivárgás
  - bányatavak – közvetlenül felszínelatti víz párolgás
  - stb
- Túltermelés
  - öntözési igény növekedése, pazarló technológiák
  - illegális vízkivételek
  - növekvő termálvíz kivétel és geotermikus beruházások
  - stb

De! csökkenő ivóvízkivétel



# Vízészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

1. Mélyen fekvő sík területek a folyóvölgyekben

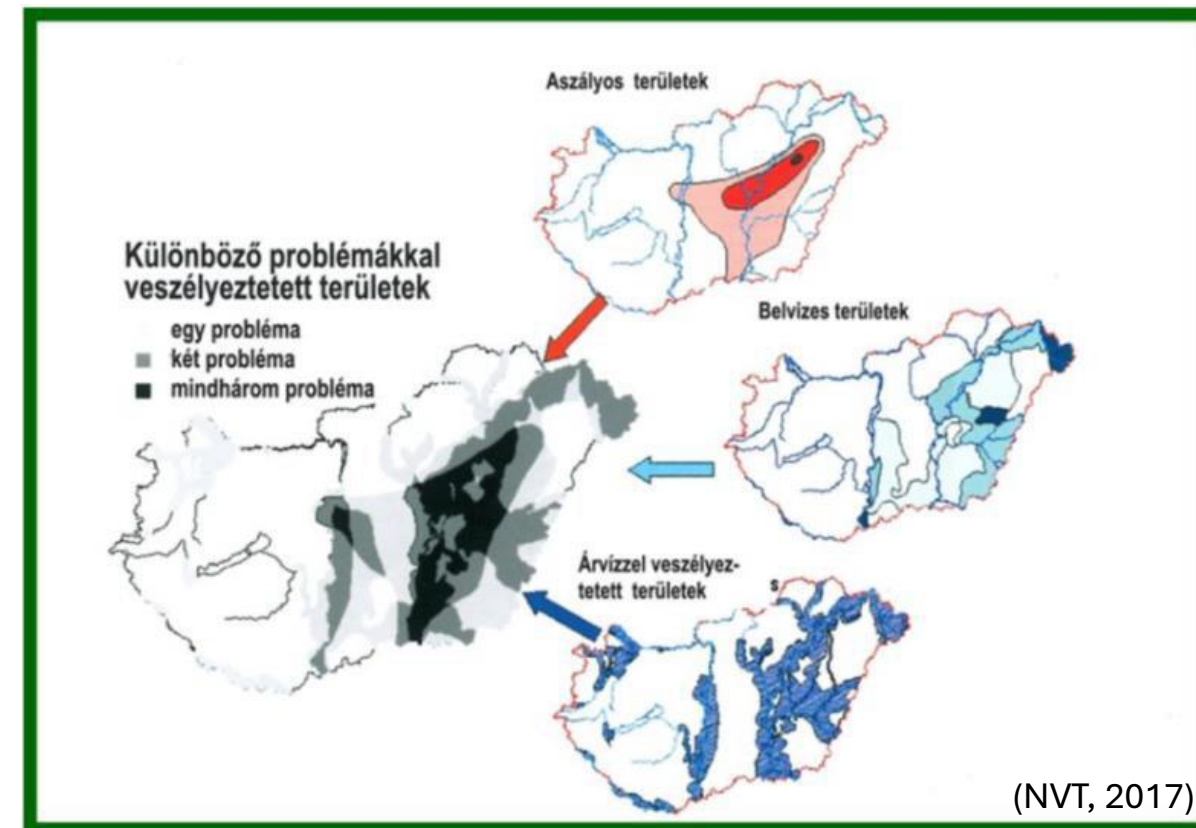
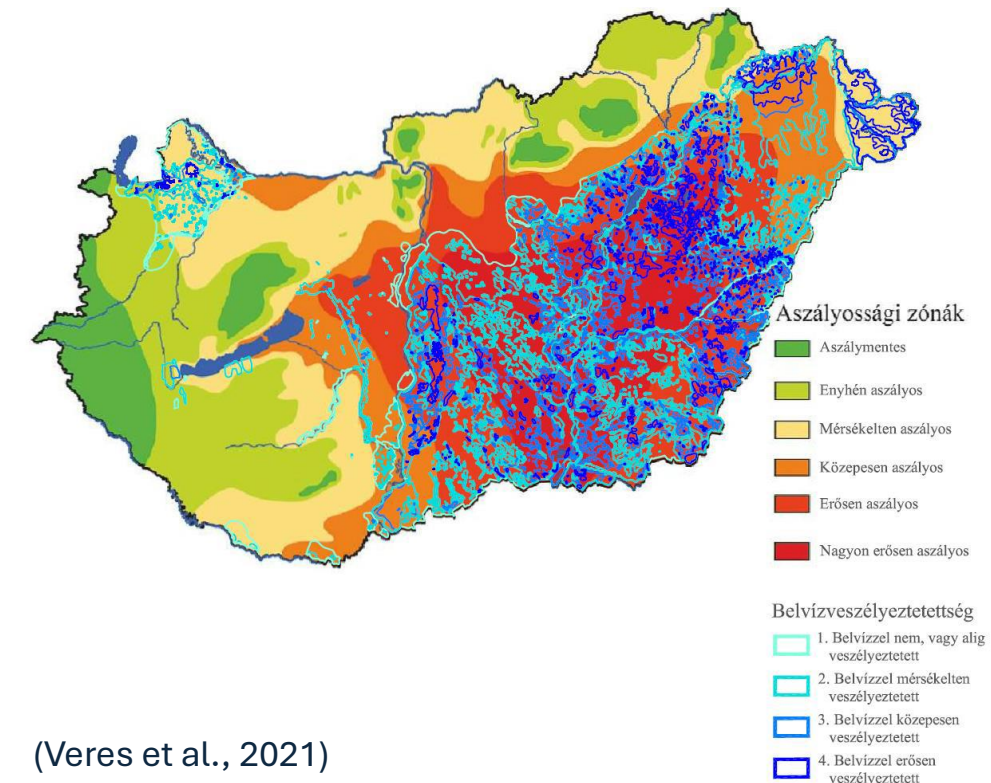
Probléma: váltakozó árvíz-belvíz-aszály

2. Magasabban fekvő sík területek (pl Homokhátság, Nyírség)

Probléma: elhúzódó aszály



- csökkenő felszínalatti vízszintek
- kis vízfolyások, tavak csatornák vízszintje is csökken
- csökkenő talajnedveség

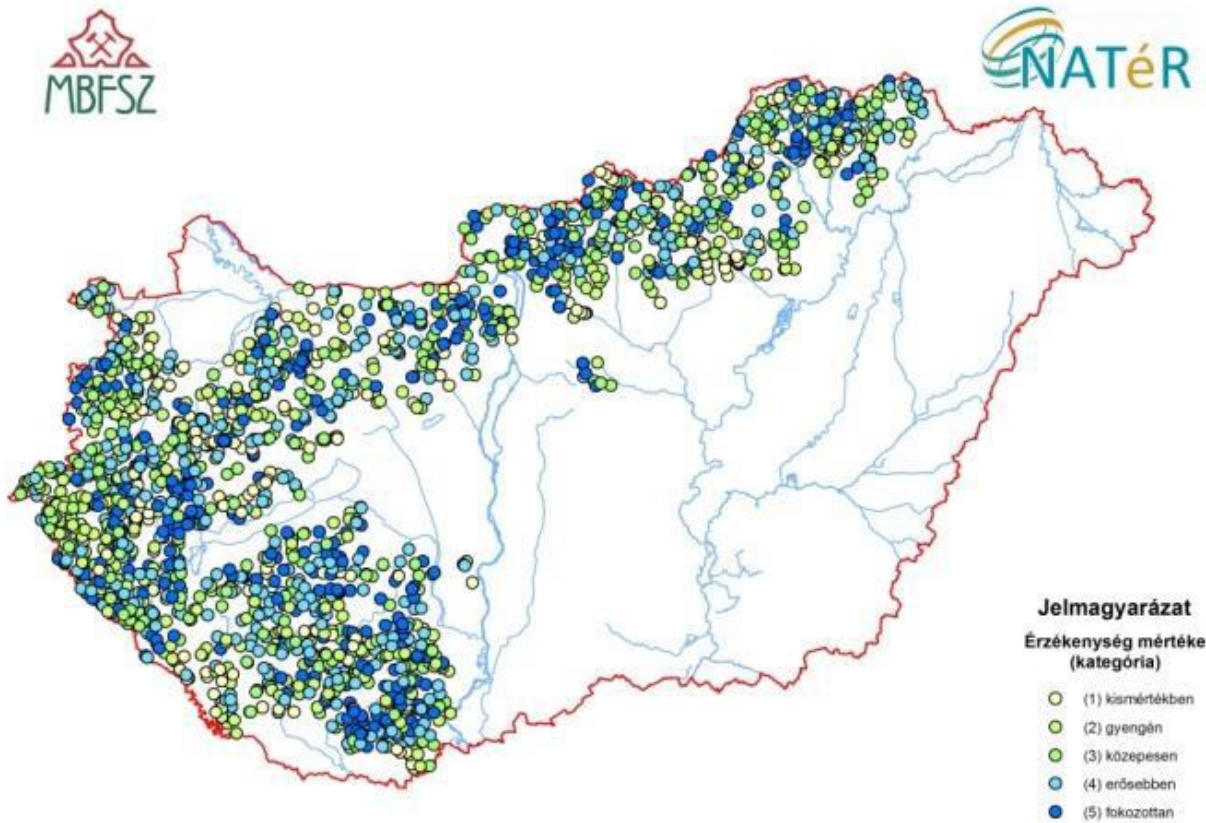


# Vízészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

3. Dombvidéki, hegyvidéki területek  
Probléma: villámárvizek

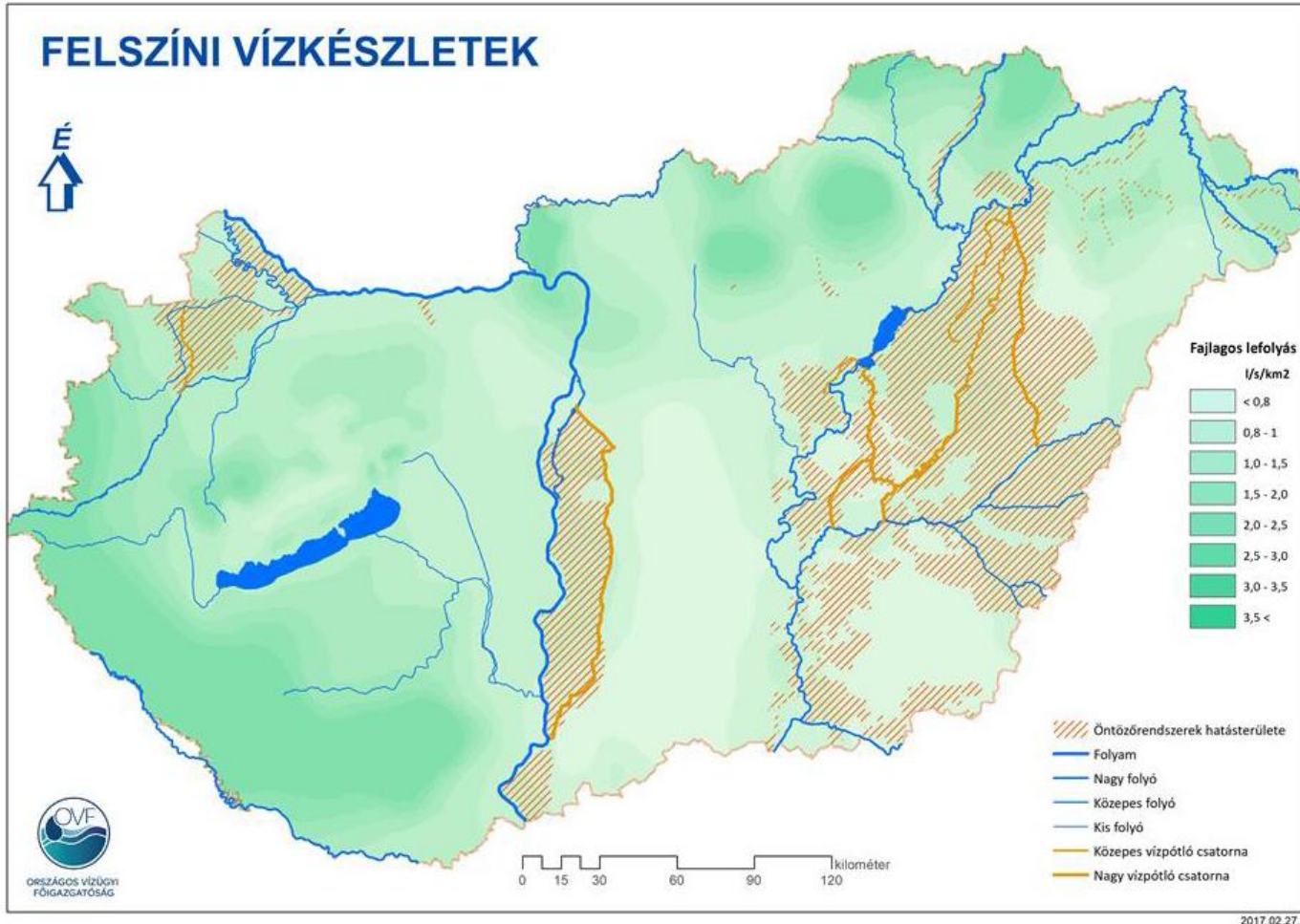


- havária események
- erózió
- szennyezés



# Vízkészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

## Felszíni vízkészletek



(Tahy és Szöllősi-Nagy, 2022)

## Csökkenő vízmennyiségek:

- 2011 és 2020 között jelentős csökkenés a folyóvizek esetében az előző 60 évvel összevetve, a mértékadó vízhozamok tekintetében.
- A Duna és Dráva esetében ~10% csökkenés, de a Tisza részvízgyűjtőn 20% fölötti.
- A kis- és közepes vízfolyások vízszállító képessége megnőtt a folyómedrek mélyülése miatt.
- Az hullámterek szintje kis mértékben emelkedik (feliszapolódás, 2-3 cm/év), a hullámtér elöntési gyakorisága csökkenő tendenciát mutat.
- Árvizek, belvizek gyakorisága csökken.

(Tahy és Szöllősi-Nagy, 2022)



# Vízkészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

Felszíni vízkészletek

Szélsőséges események – extrém magas vagy alacsony vízállások



Szentendrei-sziget, 2024 (<https://telex.hu>)

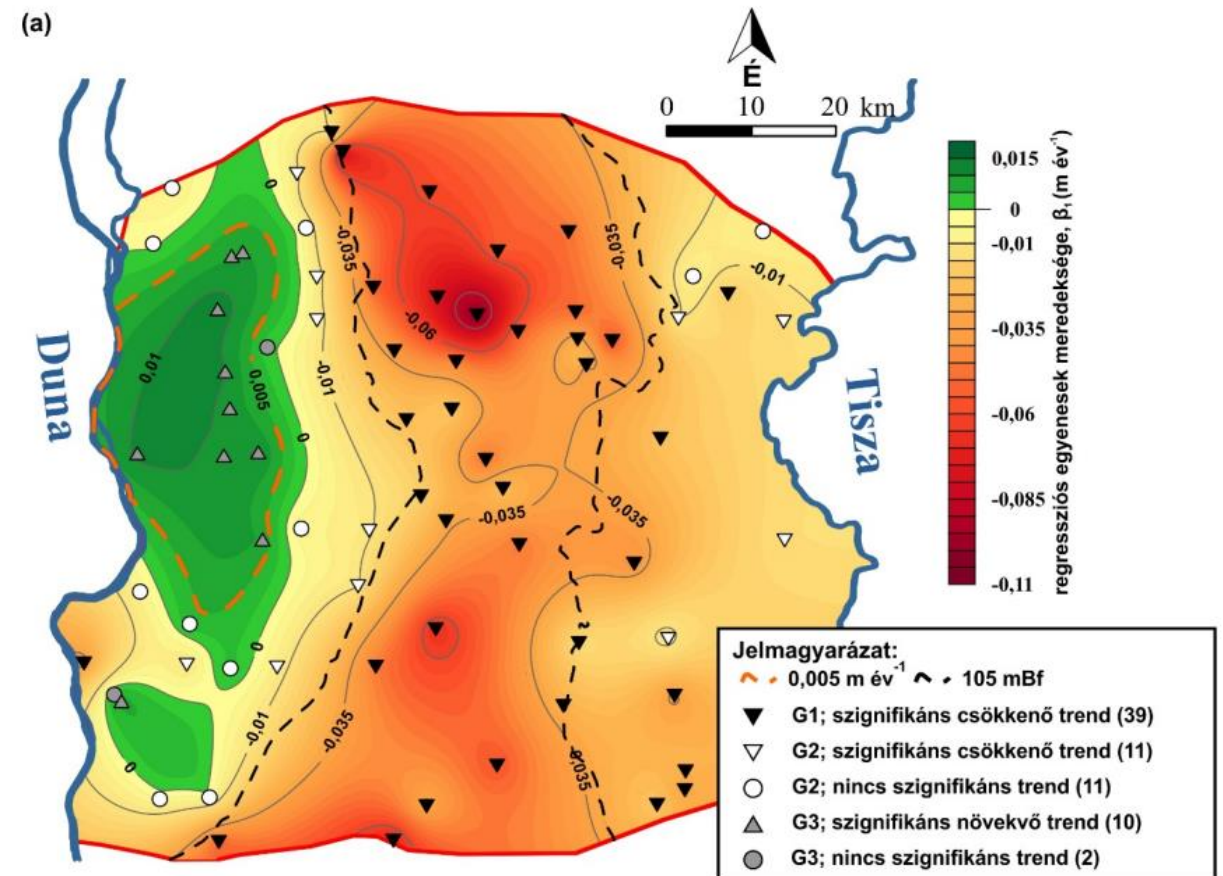
Tisza, 2012 (<https://szegedem.hu>)

# Vízészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

## Felszínalatti vízészletek

- Növekvő hőmérséklet, extrém események + emberi túlhasználat – **beszivárgás csökken, csökkenő vízszintek**
- Az országos átlag vízszintcsökkenés  $> 2$  **cm/év** (1986-2010) (Pinke et al. 2020)
- Ez a Duna-Tisza köze területén a **10 cm/év**-et is elérheti
- **A vízszintcsökkenés térbeli eloszlása nem egyenletes**

Vízszintváltozások a Duna-Tisza közén 1961-2010 közötti sekély kutak adatai alapján.

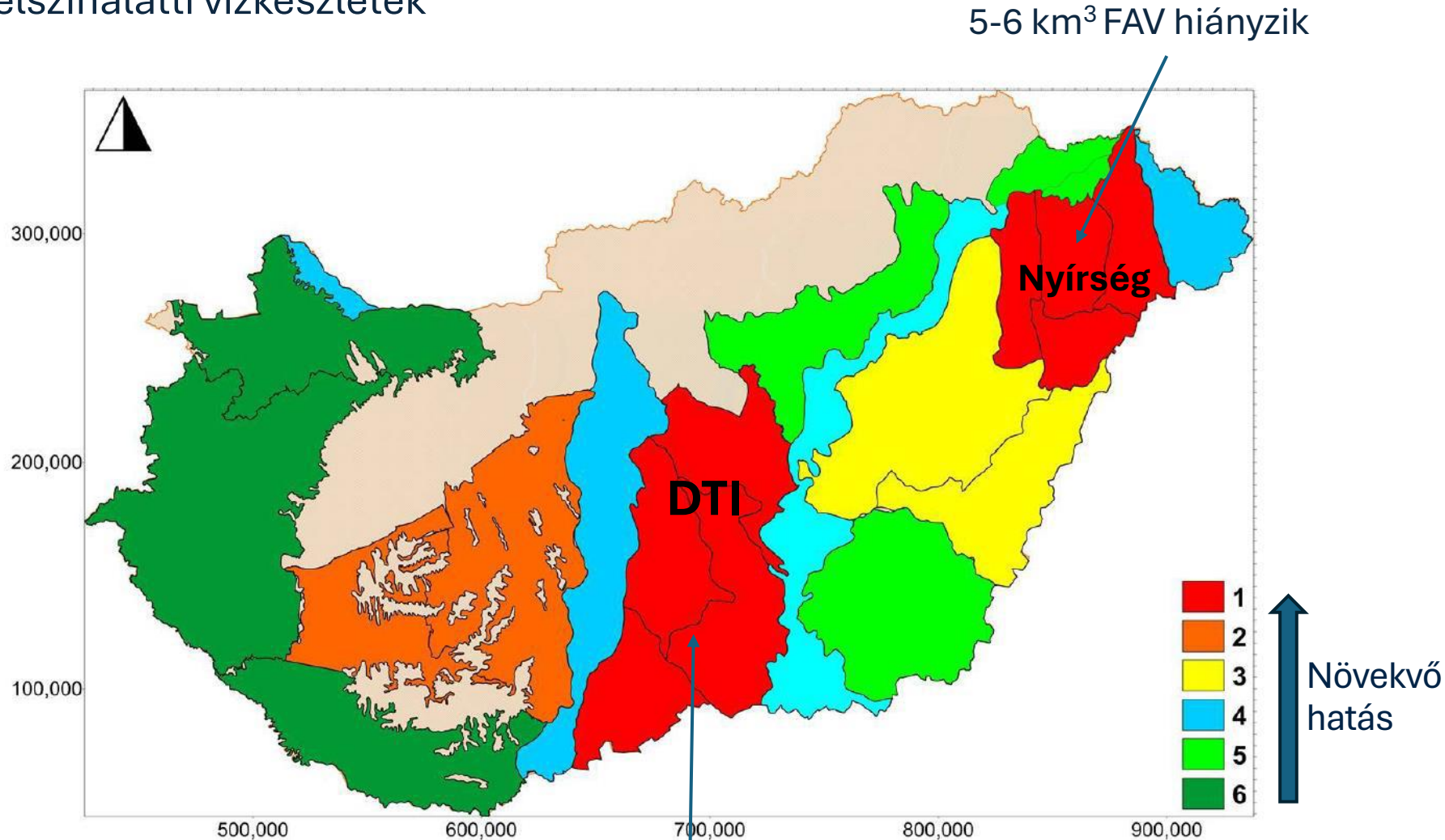


(Garamhegyi, 2020)



# Vízészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

## Felszínalatti vízkészletek



A vízkészletváltozás leginkább az Alföld területét érinti.

Okok:

- vízelvezetés-csatornaépítés
- túltermelés-túlzott vízkivétel
- erdősítés, nem megfelelő területhasználat
- klímaváltozás

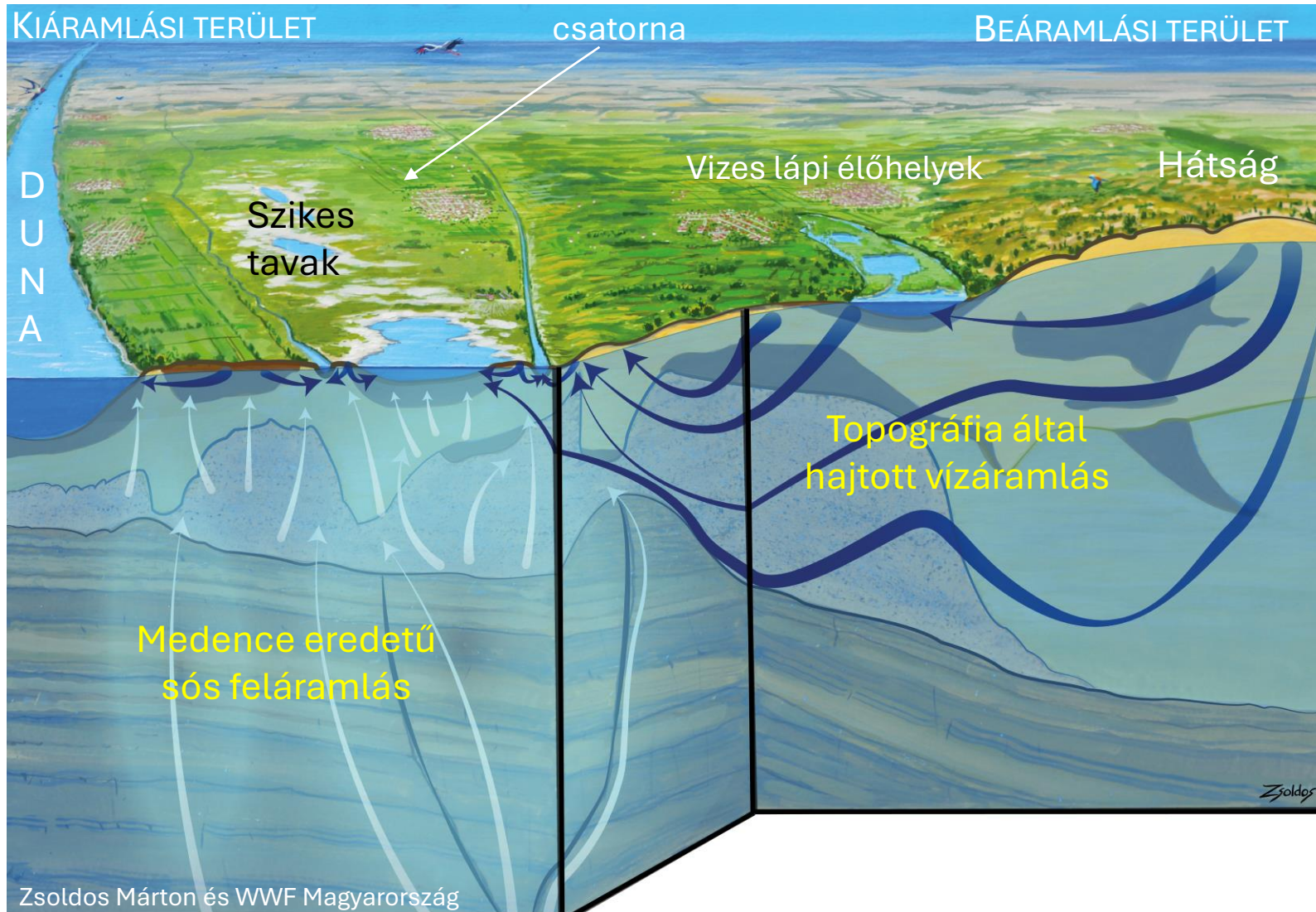
Vulnerability of groundwater resources to climate change ([https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/04/Aszaly\\_VGT3\\_2021.pdf](https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/04/Aszaly_VGT3_2021.pdf))

7-8 km<sup>3</sup> FAV hiányzik



# Vízkészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

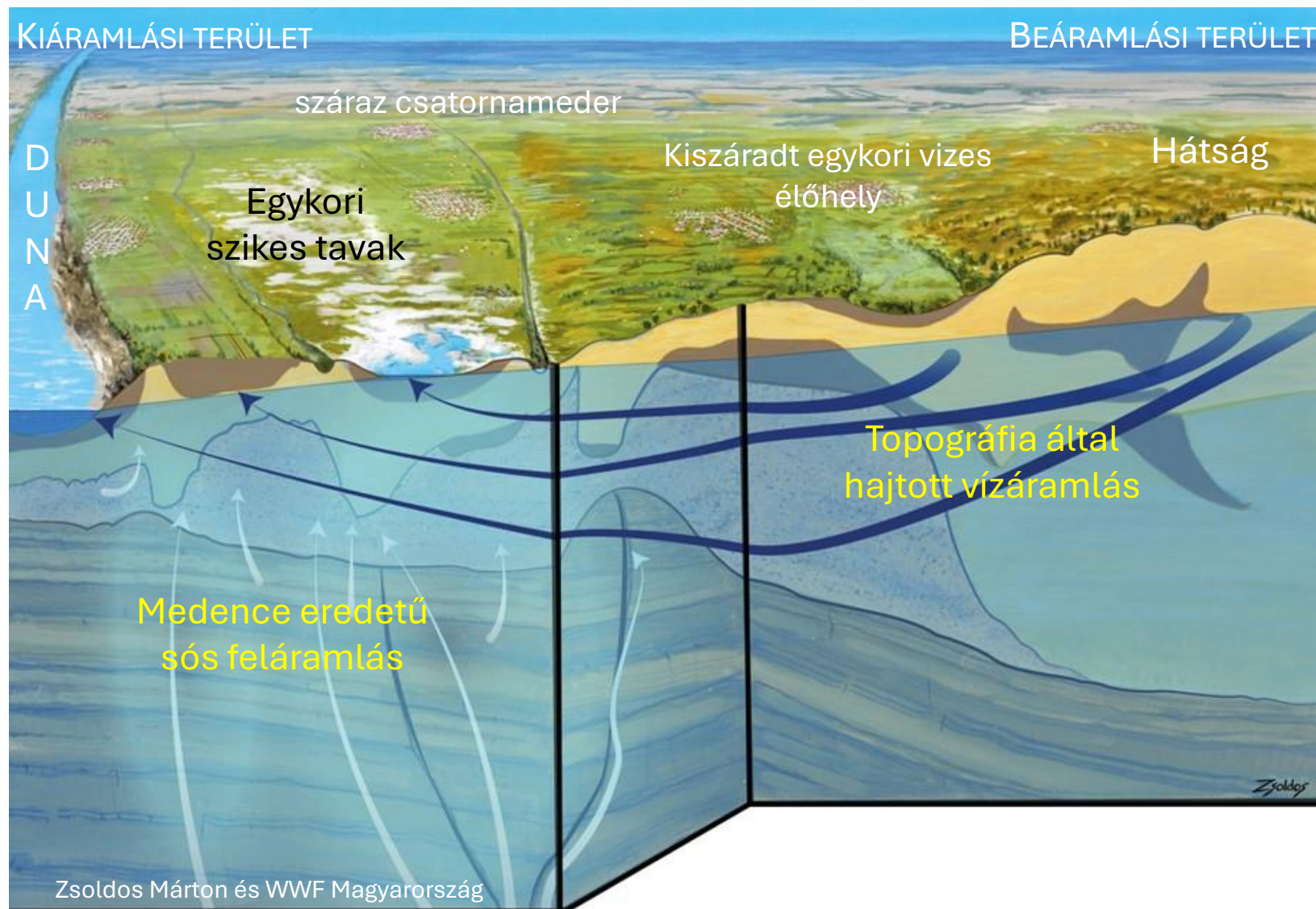
## Felszínalatti vízkészletek



Duna-Tisza köze  
Aktuális áramkép

# Vízészleteket érintő kihívások hazánkban- következmények

## Felszínalatti vízkészletek



## Duna-Tisza köze

~ 80 év elteltével a csökkenő beszivárgás hatására:

- Jelentős vízszintcsökkenés
- Lokális rendszerek degradálódnak
- Lápi élőhelyek eltűnnek
- Szikések mérete jelentősen csökken



# Klímaadaptáció

Az egyre gyakoribb szélsőséges események hatására csökkenő vízkészletekkel kell számolnunk. A megoldás ennek a folyamatnak mérséklésére a **vízmegtartás**, vízvisszatartás lehet. Igyekezzünk megőrizni a vizet a tájban, úgynevezett **természet alapú megoldások** alkalmazásával.

Hogyan történhet a vízmegtartás?

- *Felszíni megoldások* – a vizet természetes környezetében őrizzük meg, vagy a többletvizeket visszatartjuk a felszínen
- *Felszín alatti megoldások* – fő tározó környezet a felszín alatti térrész, a vízadók





# Natural water retention measures (NWRM)- természetes vízmegtartó intézkedések

**Természetes vízmegtartó intézkedések (NWRM)** olyan multifunkcionális intézkedések, amelyek célja a vízkészletek védelme és kezelése, valamint a vízzel kapcsolatos kihívások kezelése az ökoszisztémák, valamint a víztestek természetes tulajdonságainak és jellemzőinek természetes eszközökkel és folyamatokkal történő helyreállítása vagy fenntartása révén. Fő céljuk a víztartó rétegek, a talaj és az ökoszisztémák vízmegtartó képességének fokozása, valamint megőrzése, állapotuk javítása céljából. Az NWRM többféle előnnyel járhat, beleértve az árvizek és aszályok kockázatának csökkentését, a vízminőség javítását, a felszín alatti vizek feltöltését és az élőhelyek javítását.

Link: [Welcome to the European NWRM+ platform | Natural Water Retention Measures](#)

- NWRM megoldások gyűjteménye EU szinten
- egy strukturált tudásbázis az NWRM-ről, amely mindenki számára hozzáférhető az Európai Vízügyi Információs Rendszeren (WISE) belül.

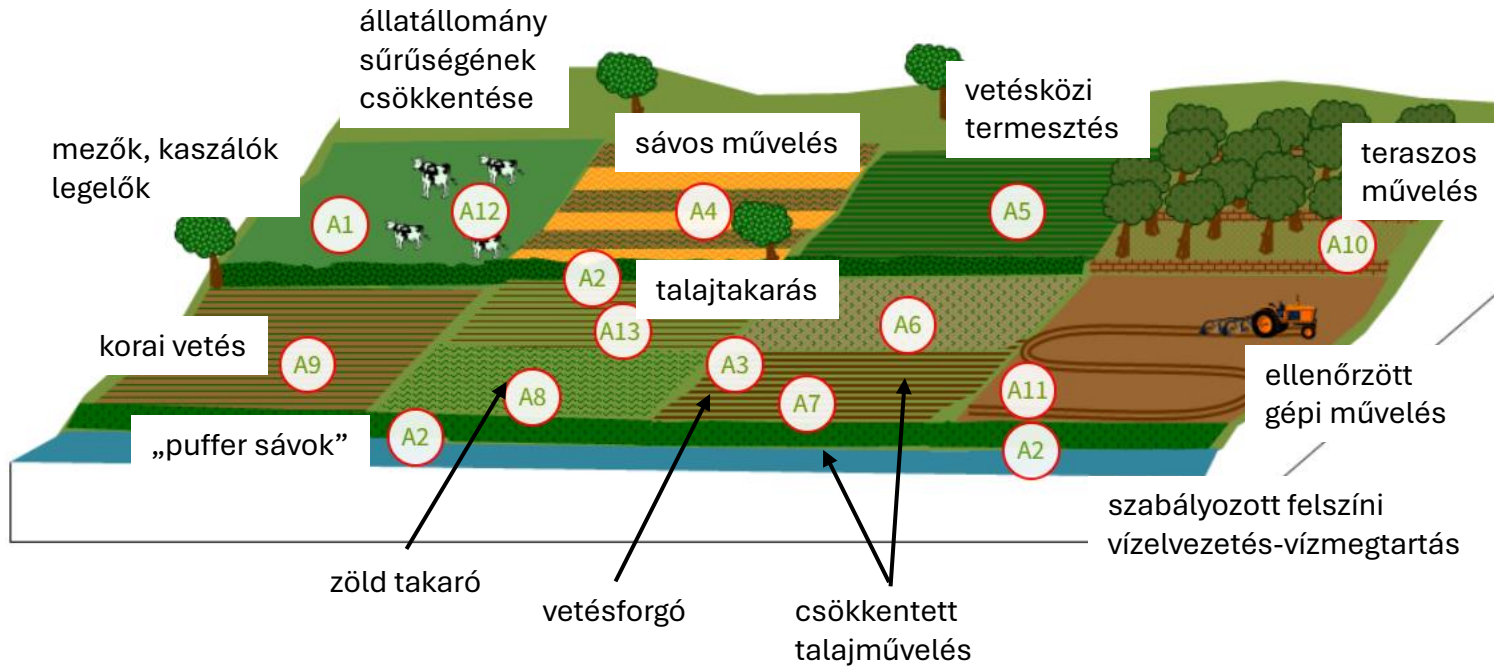
Ajánlások és a legjobb gyakorlatok összegyűjtése a felszíni vízvisszatartási megoldásokkal kapcsolatban, négy különböző környezetben.



Welcome to the European NWRM+ platform

# Natural water retention measures (NWRM)

## Mezőgazdasági megoldások



Egyéb javaslatok a mezőgazdaság számára:

- Kis vízigényű fajták ültetése
- Precíziós öntözés
- Öntözési közösségek létrehozása
- Tisztított szennyvíz használata

SECTOR AGRICULTURE		
Sector	Id	Title
Agriculture	A01	Meadows and pastures
Agriculture	A02	Buffer strips and hedges
Agriculture	A03	Crop rotation
Agriculture	A04	Strip cropping along contours
Agriculture	A05	Intercropping
Agriculture	A06	No till agriculture
Agriculture	A07	Low till agriculture
Agriculture	A08	Green cover
Agriculture	A09	Early sowing
Agriculture	A10	Traditional terracing
Agriculture	A11	Controlled traffic farming
Agriculture	A12	Reduced stocking density
Agriculture	A13	Mulching
Agriculture	A14	Controlled Drainage



# Natural water retention measures (NWRM)

## Erdő környezet



SECTOR FOREST		
Sector	Id	Title
Forest	F01	Forest riparian buffers
Forest	F02	Maintenance of forest cover in headwater areas
Forest	F03	Afforestation of reservoir catchments
Forest	F04	Targeted planting for 'catching' precipitation
Forest	F05	Land use conversion
Forest	F06	Continuous cover forestry
Forest	F07	'Water sensitive' driving
Forest	F08	Appropriate design of roads and stream crossings
Forest	F09	Sediment capture ponds
Forest	F10	Coarse woody debris
Forest	F11	Urban forest parks
Forest	F12	Trees in Urban areas
Forest	F13	Peak flow control structures
Forest	F14	Overland flow areas in peatland forests

# Natural water retention measures (NWRM)

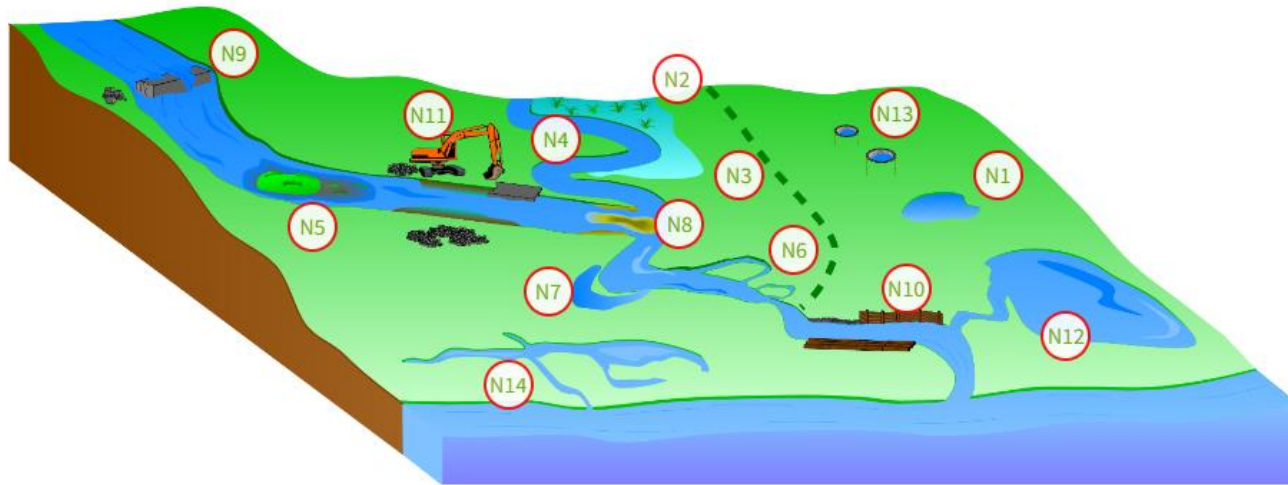
## Városi környezet



SECTOR URBAN		
Sector	Id	Title
Urban	U01	Green Roofs
Urban	U02	Rainwater Harvesting
Urban	U03	Permeable surfaces
Urban	U04	Swales
Urban	U05	Channels and rills
Urban	U06	Filter Strips
Urban	U07	Soakaways
Urban	U08	Infiltration Trenches
Urban	U09	Rain Gardens
Urban	U10	Detention Basins
Urban	U11	Retention Ponds
Urban	U12	Infiltration basins

# Natural water retention measures (NWRM)

## Hidromorfológia

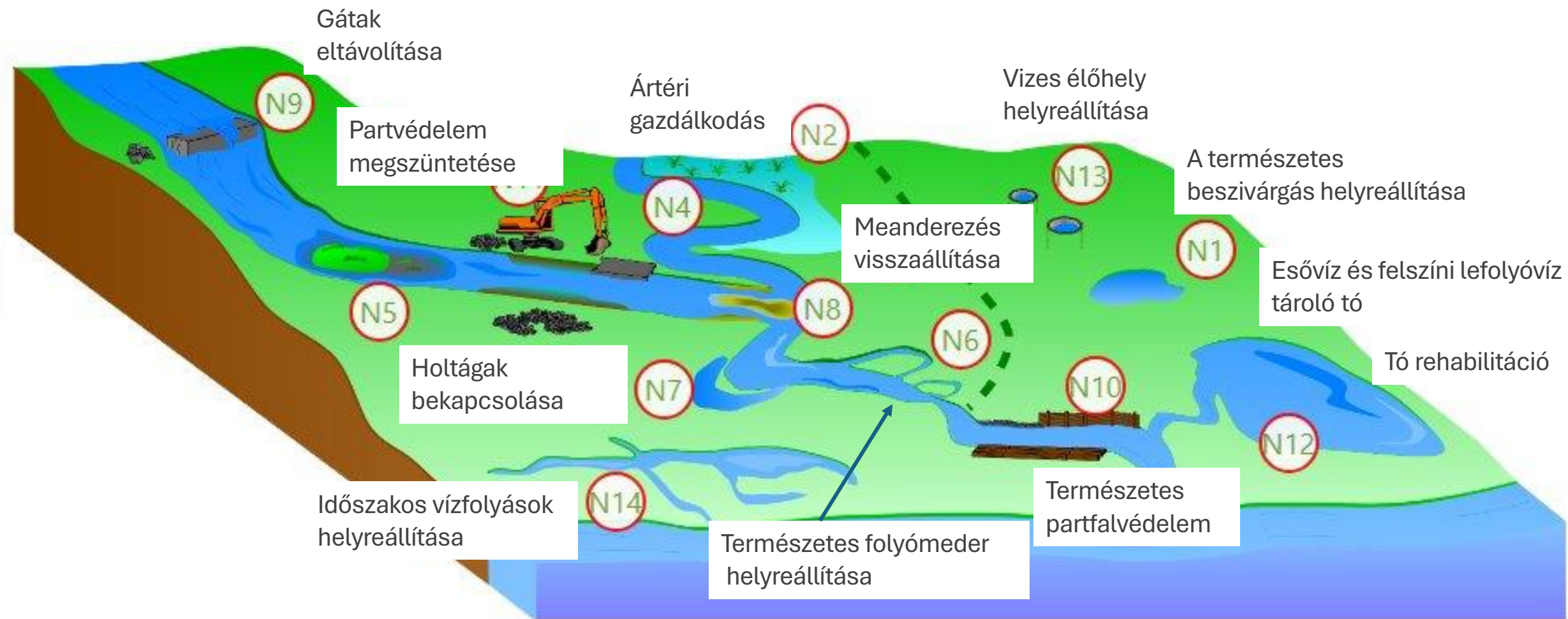


### SECTOR HYDRO MORPHOLOGY

Sector	Id	Title
Hydro Morphology	N01	Basins and ponds
Hydro Morphology	N02	Wetland restoration and management
Hydro Morphology	N03	Floodplain restoration and management
Hydro Morphology	N04	Re-meandering
Hydro Morphology	N05	Stream bed re-naturalization
Hydro Morphology	N06	Restoration and reconnection of seasonal streams
Hydro Morphology	N07	Reconnection of oxbow lakes and similar features
Hydro Morphology	N08	Riverbed material re-naturalization
Hydro Morphology	N09	Removal of dams and other longitudinal barriers
Hydro Morphology	N10	Natural bank stabilisation
Hydro Morphology	N11	Elimination of riverbank protection
Hydro Morphology	N12	Lake restoration
Hydro Morphology	N13	Restoration of natural infiltration to groundwater
Hydro Morphology	N14	Re-naturalisation of polder areas



# Felszíni vízpótlás és vízvisszatartás lehetősége - természet alapú megoldások



<http://nwrn.eu/hydro-morphology>

# Felszíni vízvisszatartási projektek Magyarországon

- LIFE MICACC projects
- LIFE LOGOS projects
- Homokhátság vízpótlási terve - A Duna–Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítása, helyreállítása)



## DUNA-TISZA KÖZI HOMOKHÁTSÁG VÍZHIÁNYOS ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTÁNAK JAVÍTÁSA, HELYREÁLLÍTÁSA PROJEKT I-II. ÜTEM - ELŐKÉSZÍTÉSE

KEHOP-1.3.0-15-2021-00024  
KEHOP-1.3.0-15-2022-00033

Üdvözöljük honlapunkon! Érdekes és aktuális információkat tudhat meg a projektekről!



A Duna-Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítása, helyreállítása című projekt I. ütem - előkészítése

KEHOP-1.3.0-15-2021-00024

[TOVÁBBI INFORMÁCIÓ](#)

Duna-Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítását, helyreállítását célzó vízkészlet-gazdálkodási projekt II. ütem - előkészítése

KEHOP-1.3.0-15-2022-00033

[TOVÁBBI INFORMÁCIÓ](#)



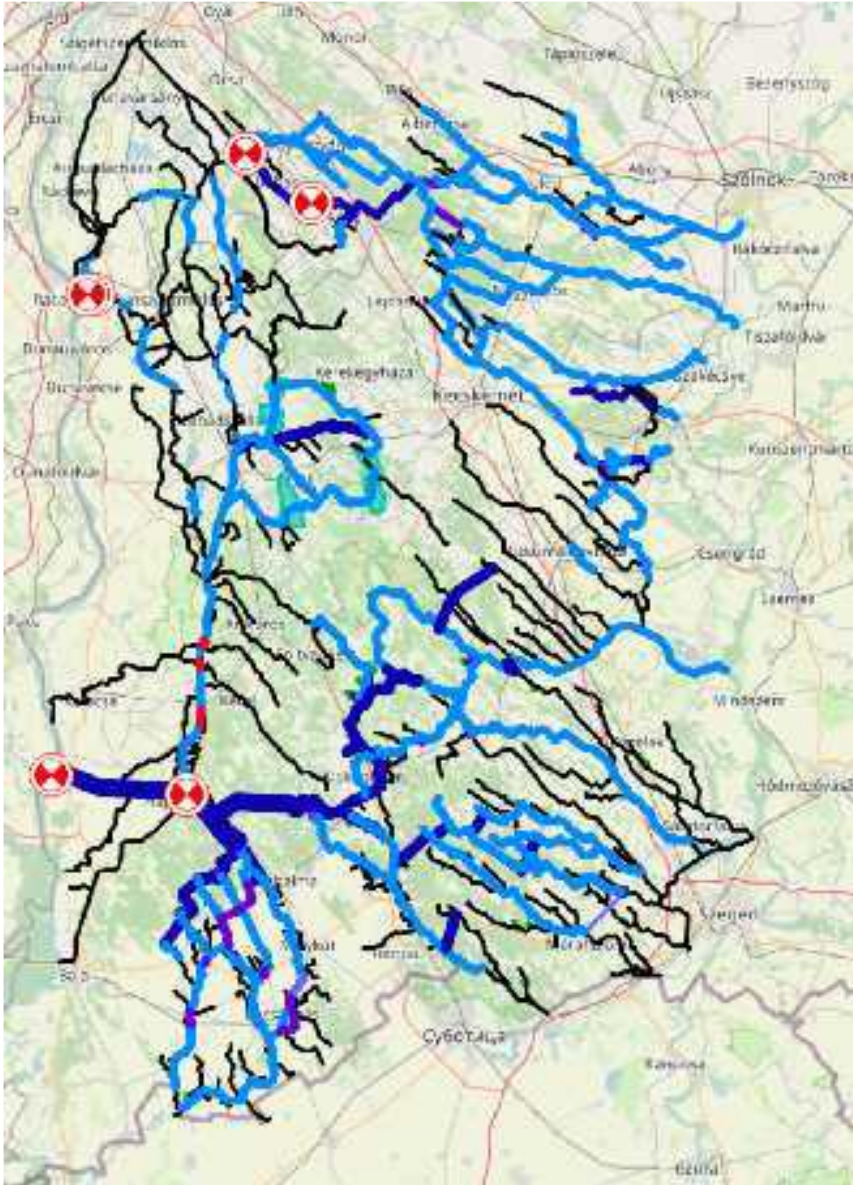
# LIFE-MICACC projektek



Cél: NWRM megoldások adaptálási helyi viszonyokra



# A Duna-Tisza közti Homokhátság vízpótlása



(<https://homokhatsag.ovf.hu/map/map.html>)

## DUNA-TISZA KÖZI HOMOKHÁTSÁG VÍZHIÁNYOS ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTÁNAK JAVÍTÁSA, HELYREÁLLÍTÁSA PROJEKT I-II. ÜTEM - ELŐKÉSZÍTÉSE

KEHOP-1.3.0-15-2021-00024  
KEHOP-1.3.0-15-2022-00033

Üdvözljük honlapunkon! Érdekes és aktuális információkat tudhat meg a projektekről!



A Duna-Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítása, helyreállítása című projekt I. ütem - előkészítése

KEHOP-1.3.0-15-2021-00024

**TOVÁBBI INFORMÁCIÓ**

Duna-Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítását, helyreállítását célzó vízkészlet-gazdálkodási projekt II. ütem - előkészítése

KEHOP-1.3.0-15-2022-00033

**TOVÁBBI INFORMÁCIÓ**

Vízsztétosztás a meglévő csatornarendszeren + új nyomócső szakaszok építése

Vízforrás: Duna, Tisza

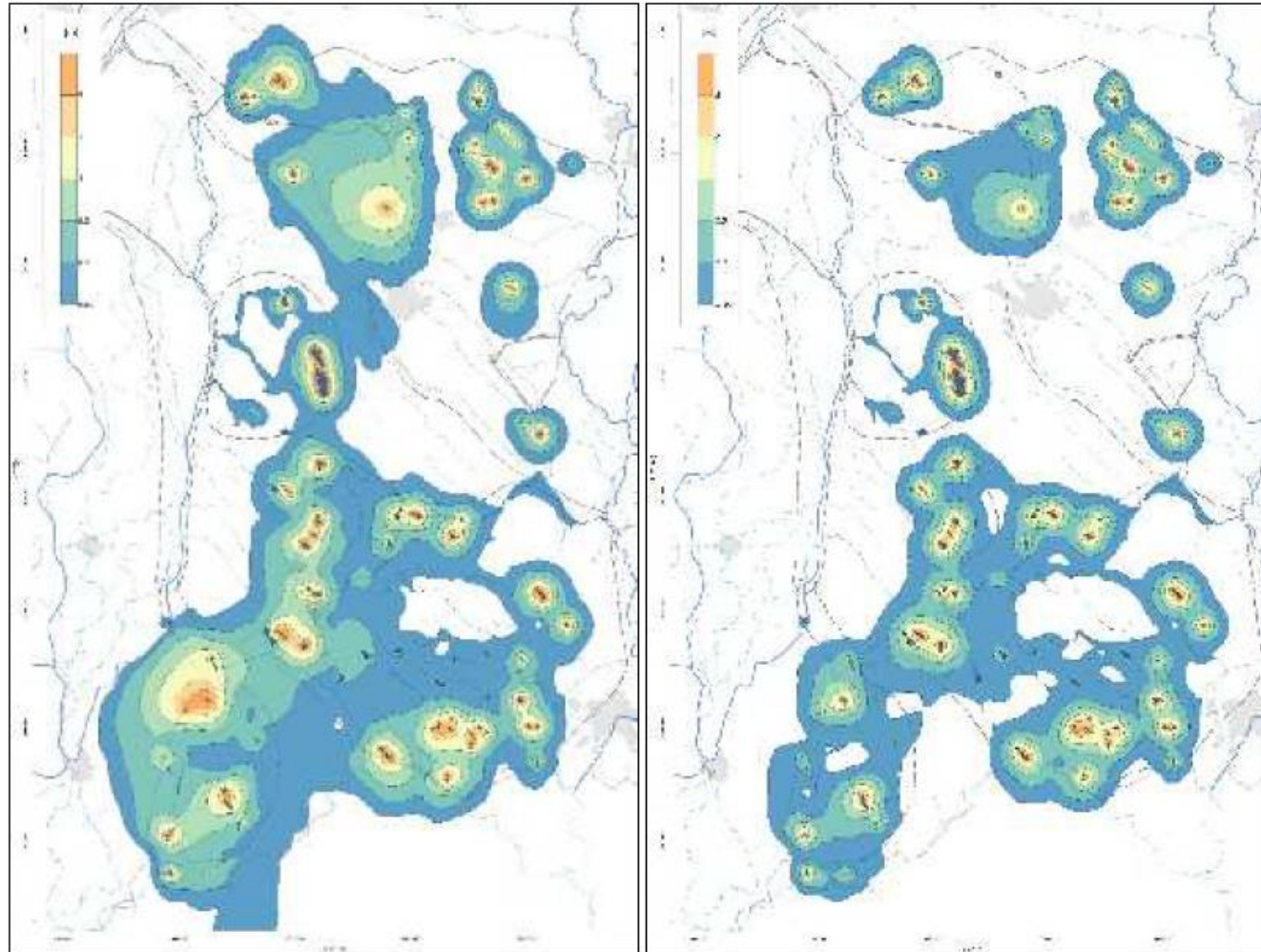
Hátrány: energiaigény magas, fenntartási költségek

Engedélyezett tervek



# A Duna-Tisza közti Homokhátság vízpótlása

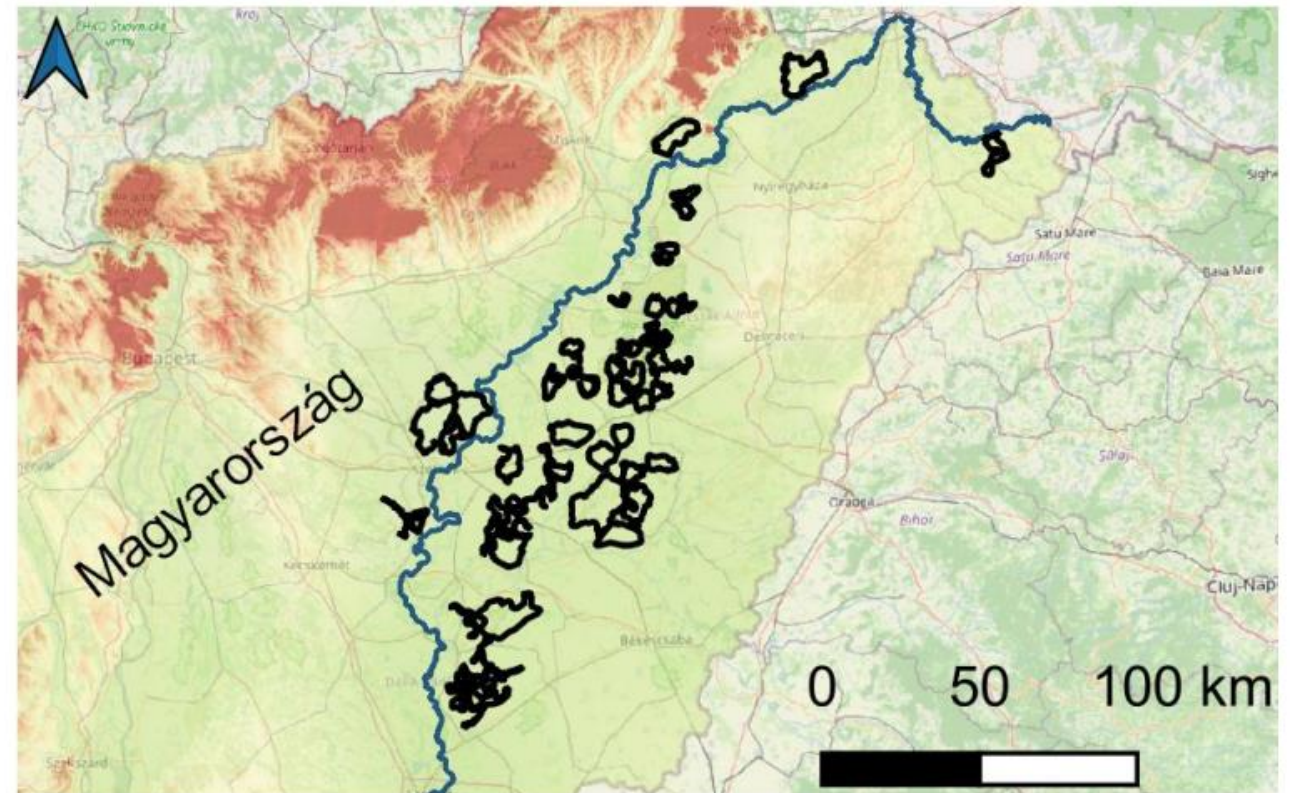
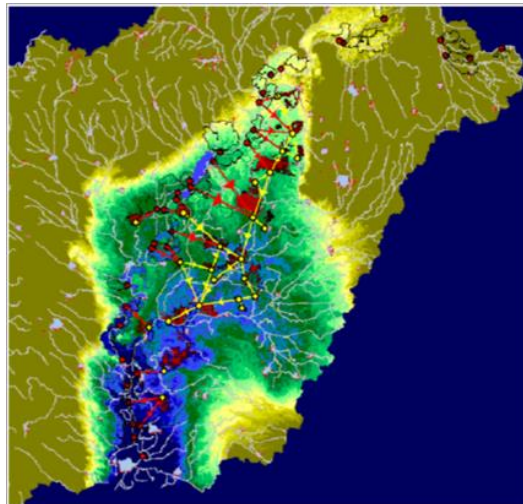
## Várható hatások



7. ábra: Felszín alatti vízszint emelkedés a tervezett vízpótlás hatására az alapállapothoz képest a száraz (1990A) és a nedves (2010A) időjárási körülményeket szimuláló modellváltozatokban

# Egyéb felszíni megoldások

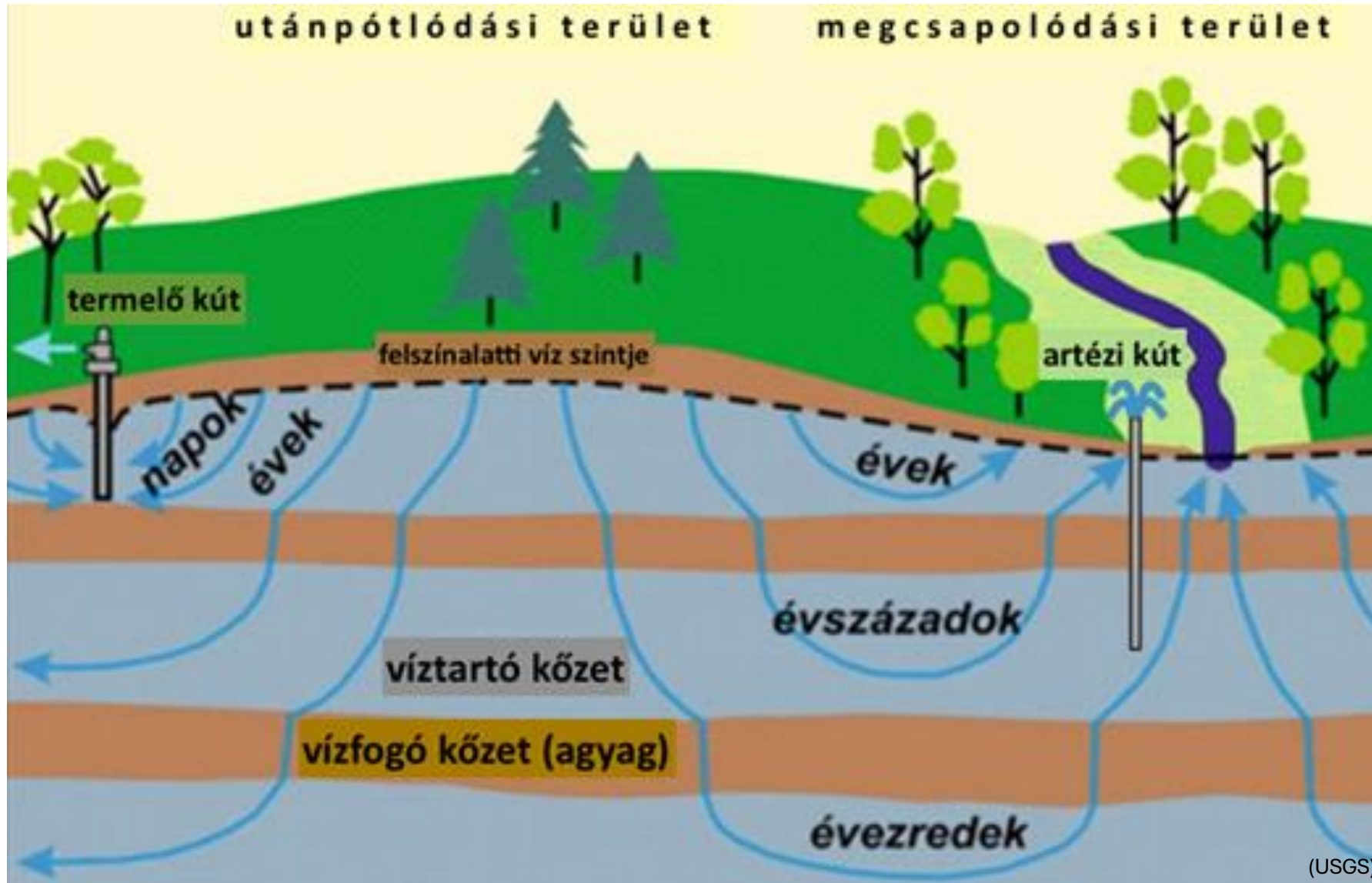
- Nyírség vízpótlási terv – felszíni vízből csatornákon keresztül
- Duzzasztó építése Csongrádnál. Az elképzelések szerint segíthetné a vízmegtartást az ártereken a duzzasztó feletti szakaszon
- A Tisza árvizeit a mélyárterekre kivezelve egyes helyeken gravitációsan kiereszthetjük távolabbi területekre, ahol a víz elszivároghat (Murányi and Koncsos, 2023)



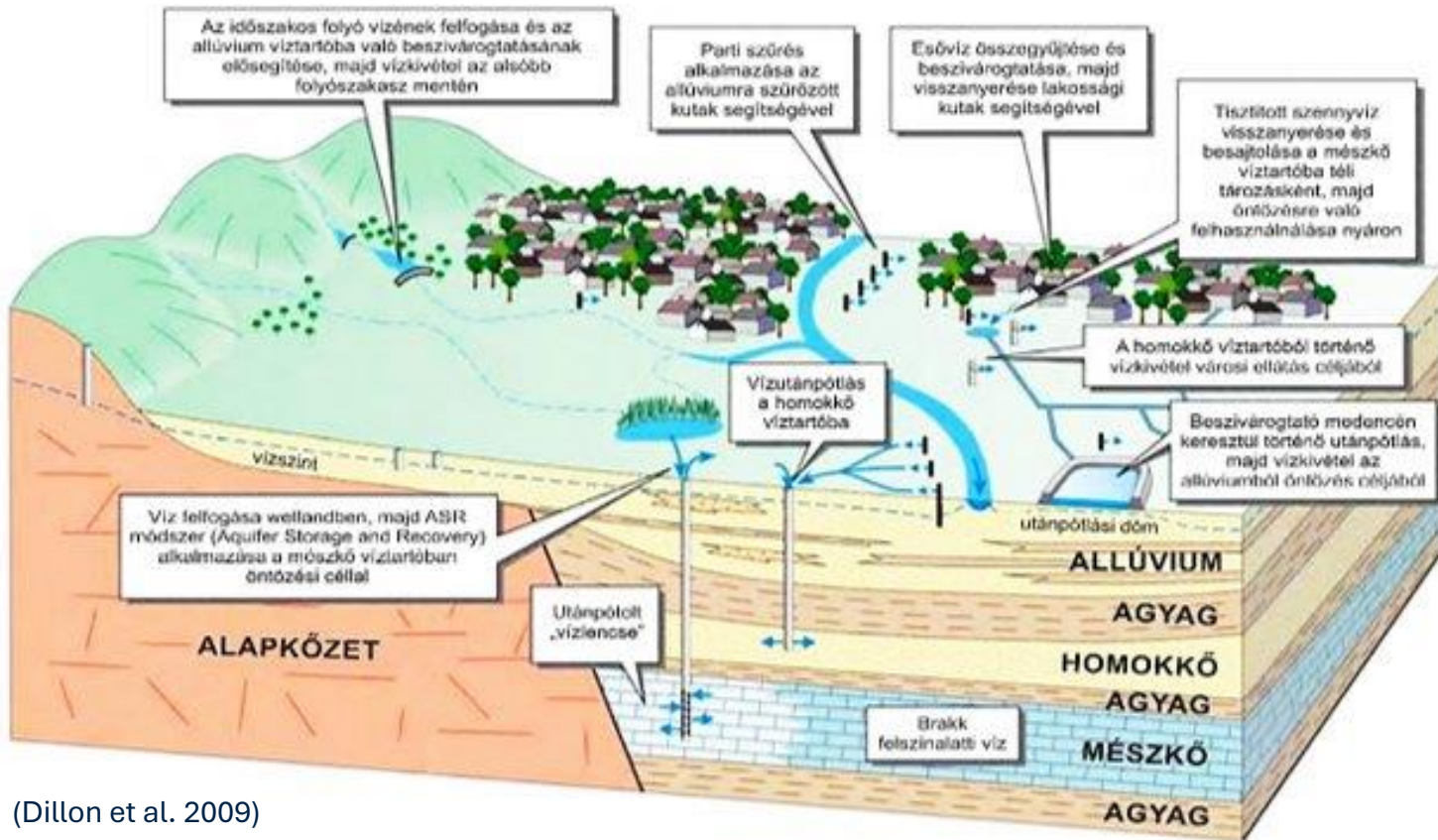
3. ábra Távoli tározási területek az Alföldön, a Tisza-völgyben  
(Murányi and Koncsos, 2023)



# Felszíni vízpótlás és vízvisszatartás lehetősége – hiányzó láncszem a felszínalatti víz

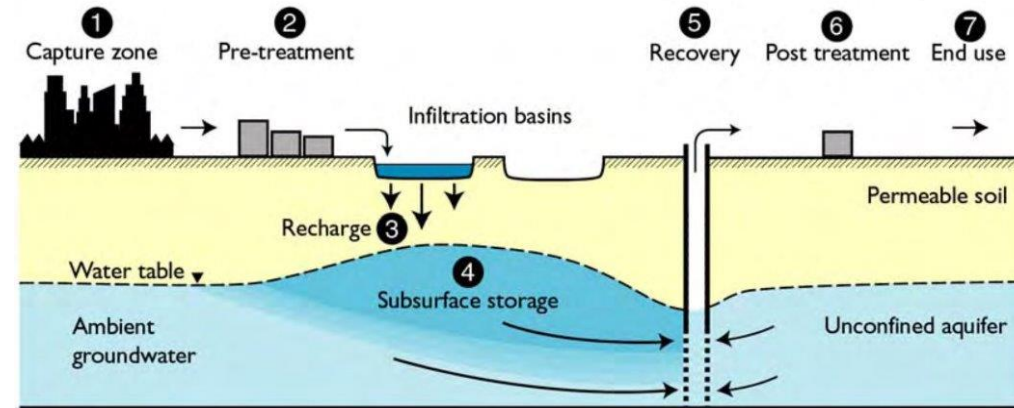


# Mit tehetünk? – Célzott felszínalatti vízutánpótlás (Managed Aquifer Recharge - MAR)

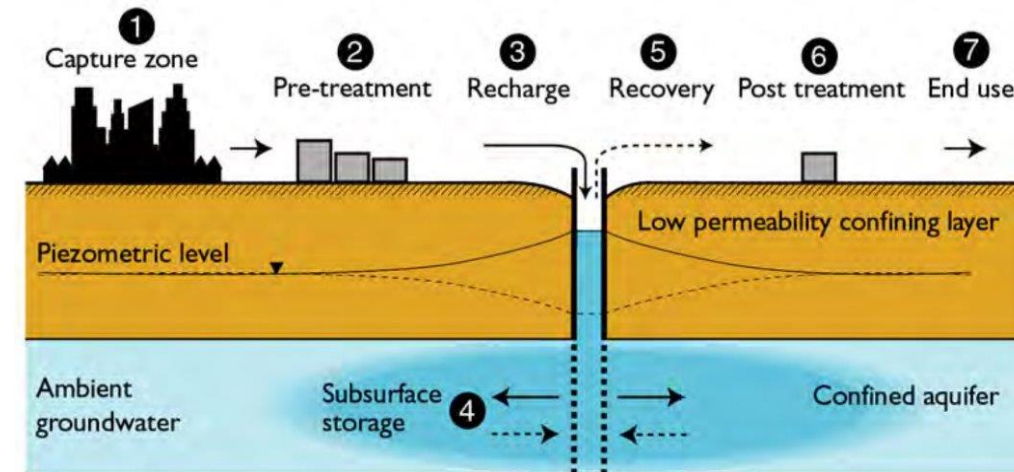


(Dillon et al. 2009)

## Fedetlen vízadó



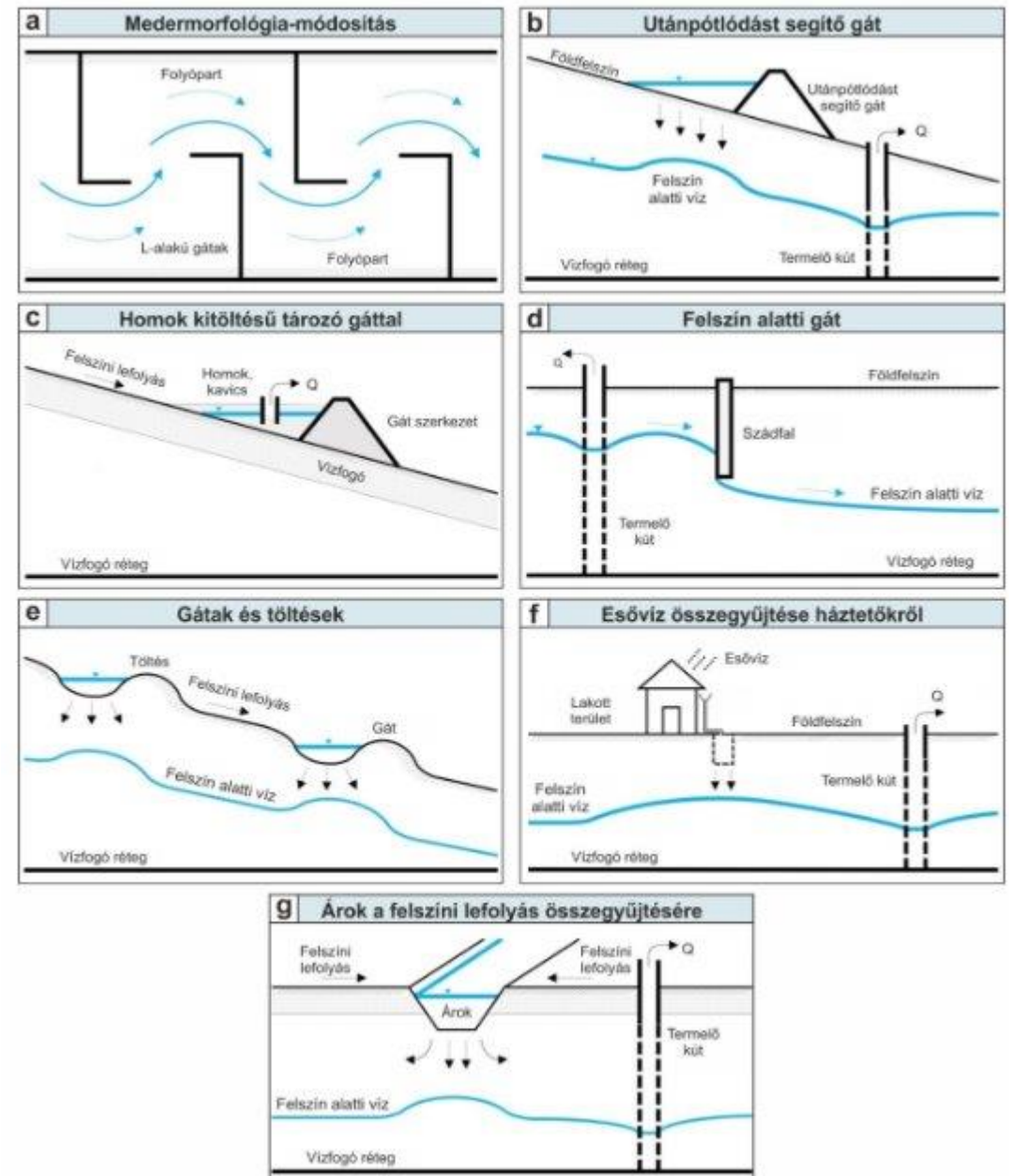
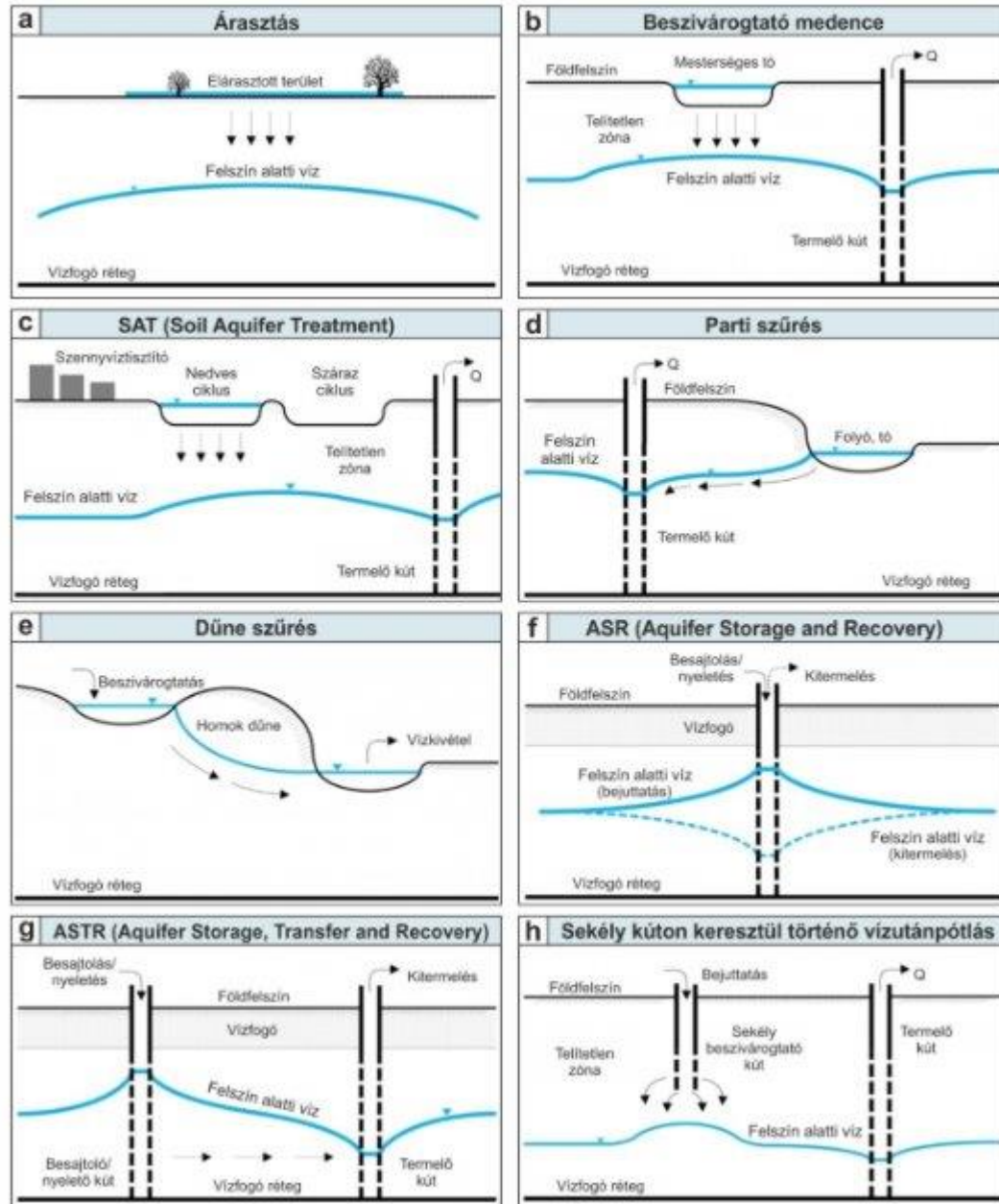
## Fedett vízadó



(Dillon et al. 2009)

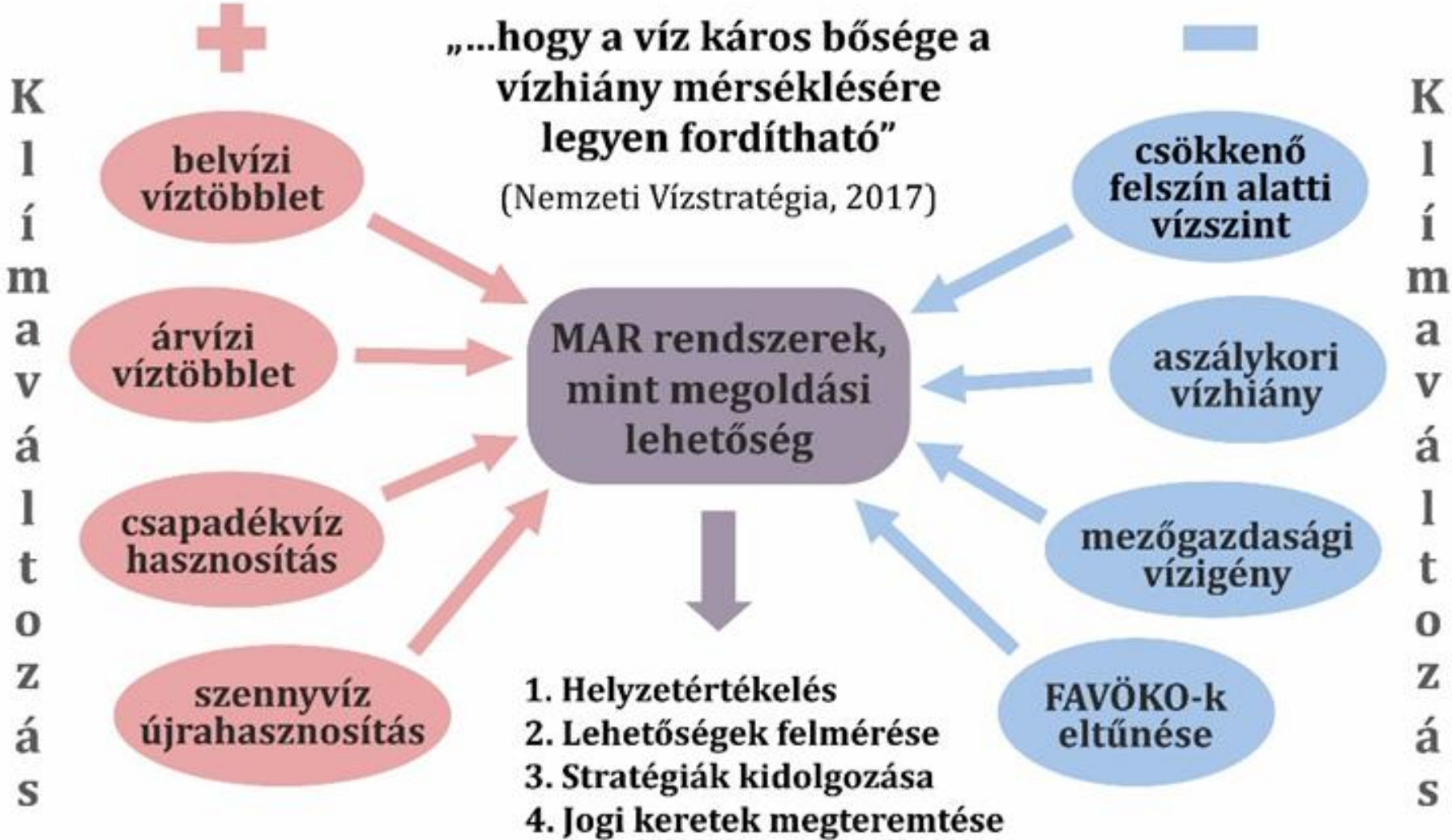


# Célzott felszínalatti vízutánpótlás (MAR)





# Célzott felszínalatti vízutánpótlás (MAR) jelentősége a vízkészletgazdálkodásban



# Természet alapú MAR ( $N_aB_a$ -MAR<sup>®</sup>) megoldás



KIÁRAMLÁSI TERÜLET

ÁTÁRAMLÁSI TERÜLET

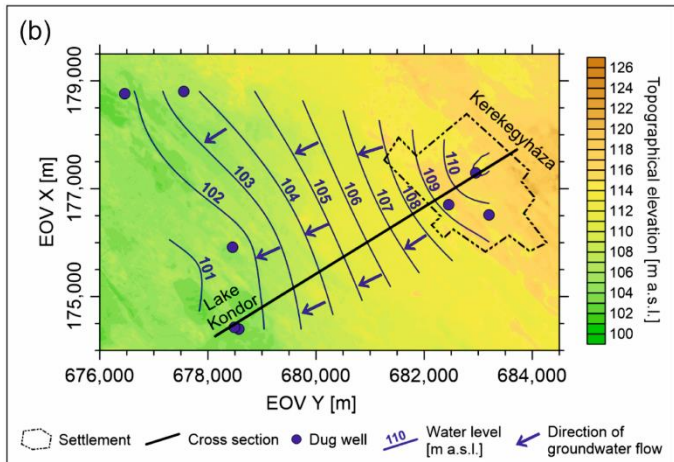
BEÁRAMLÁSI TERÜLET



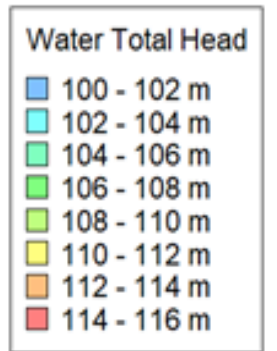
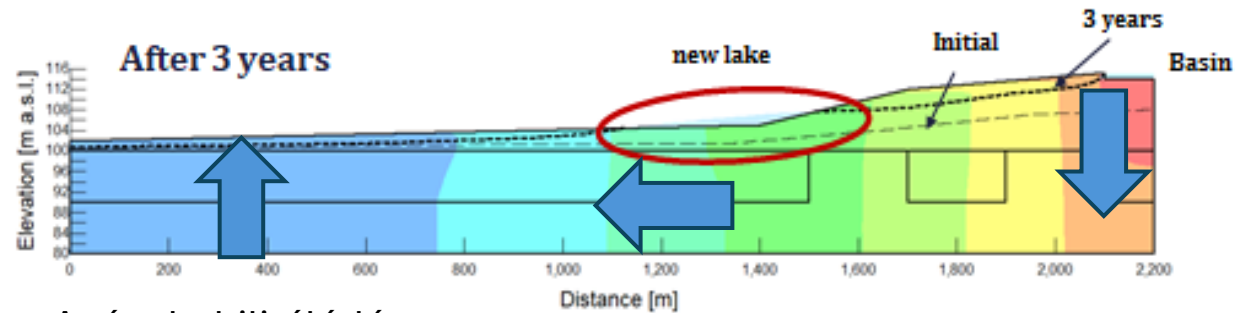
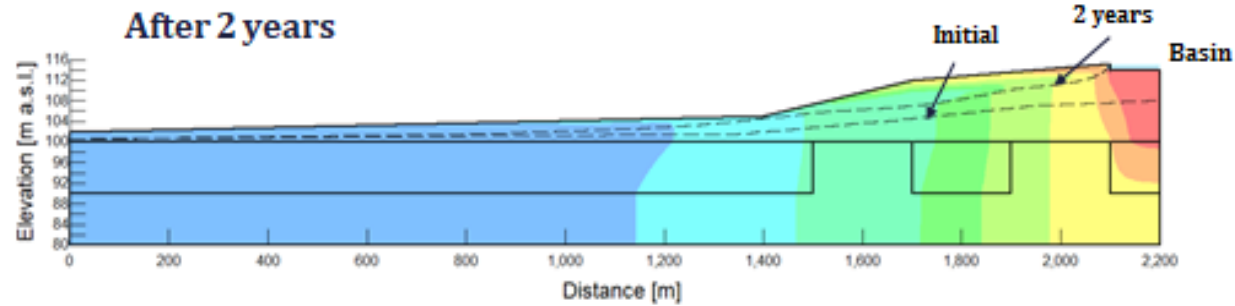
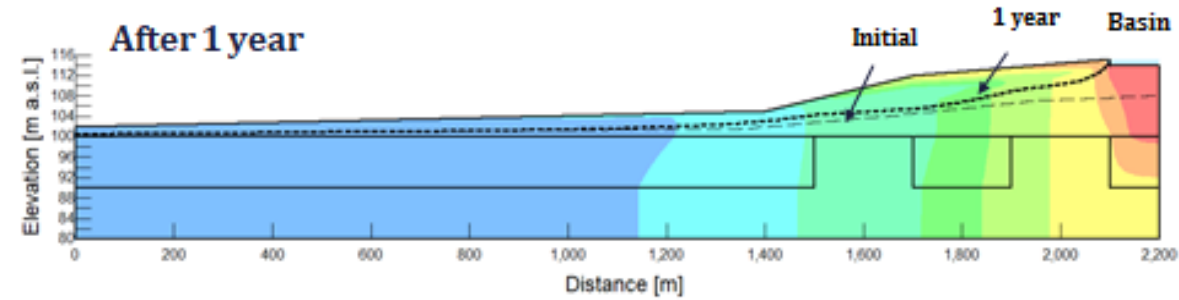
Nature-based MAR ©  
ELTE Innováció- know-how

(Szabó et al., 2023)

# Természet alapú MAR (N<sub>a</sub>B<sub>a</sub>-MAR<sup>®</sup>) megoldás – Kondor-tó



Szabó et al. (2022)



Water level change at selected points

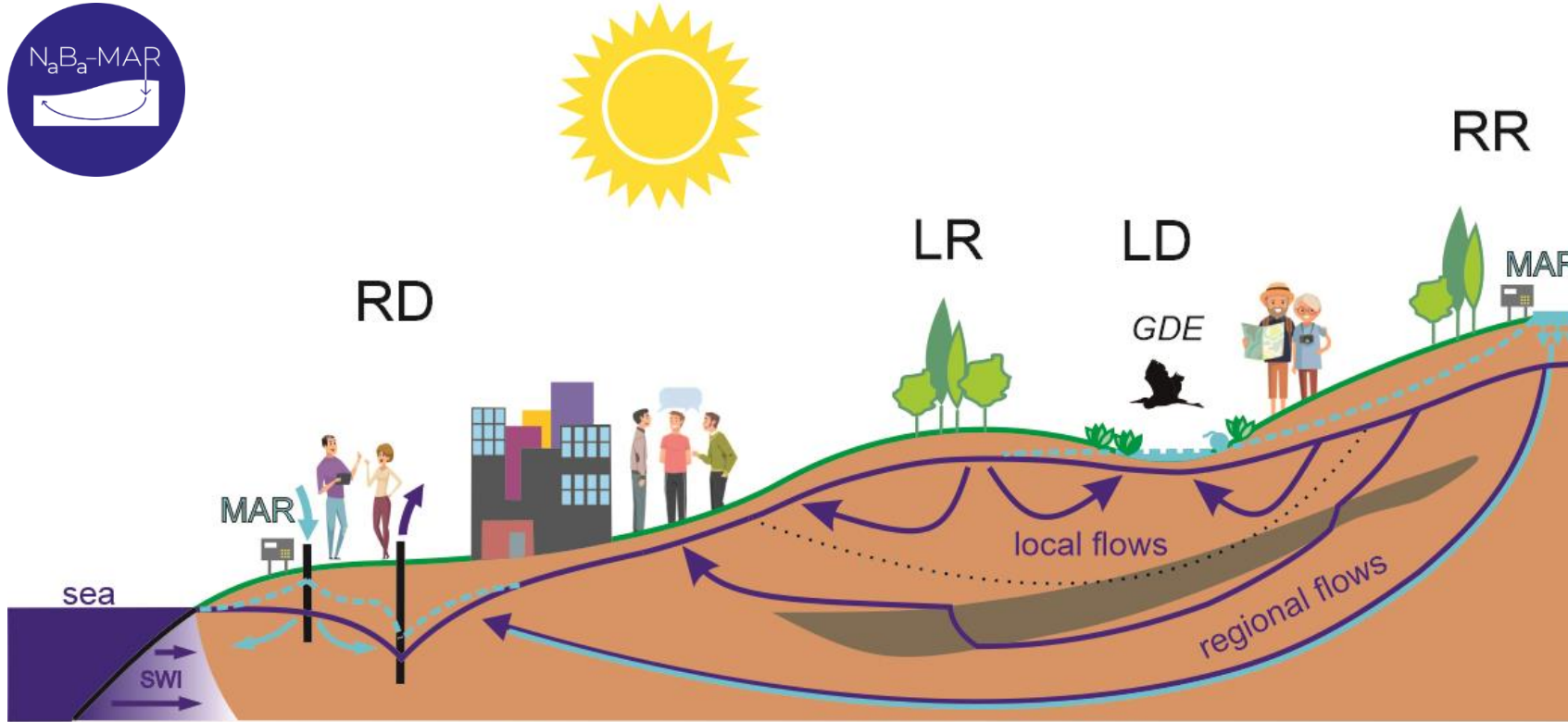
	400 m	1000 m	2000 m
1 year	2 cm	22 cm	306 cm
2 years	16 cm	82 cm	404 cm
3 years	37 cm	169 cm	469 cm

Szabó et al. (2022)

A tó rehabilitálódása  
a kiáramlási terület alatt



# Természet alapú MAR (N<sub>a</sub>B<sub>a</sub>-MAR<sup>®</sup>) megoldás



## Legend

- MAR** managed aquifer recharge site
- TT** monitoring system
- aquifer** (orange)
- aquitard** (brown)
- production well** (black)
- injection well** (blue)
- water table before MAR activity
- - -** water table during MAR activity
- flow line before MAR activity
- flow line during MAR activity
- cold spring flowing in case of elevated water table (during MAR activity)
- L/RR** local/regional scale recharge area
- L/RD** local/regional scale discharge area
- .....** boundary of the local and regional scale flow systems
- GDE** groundwater dependent ecosystem
- SWI** salt water (marine) intrusion

Felszínalatti  
vízáramlási  
rendszerek + célzott  
felszínalatti vízpótlás  
konceptiója

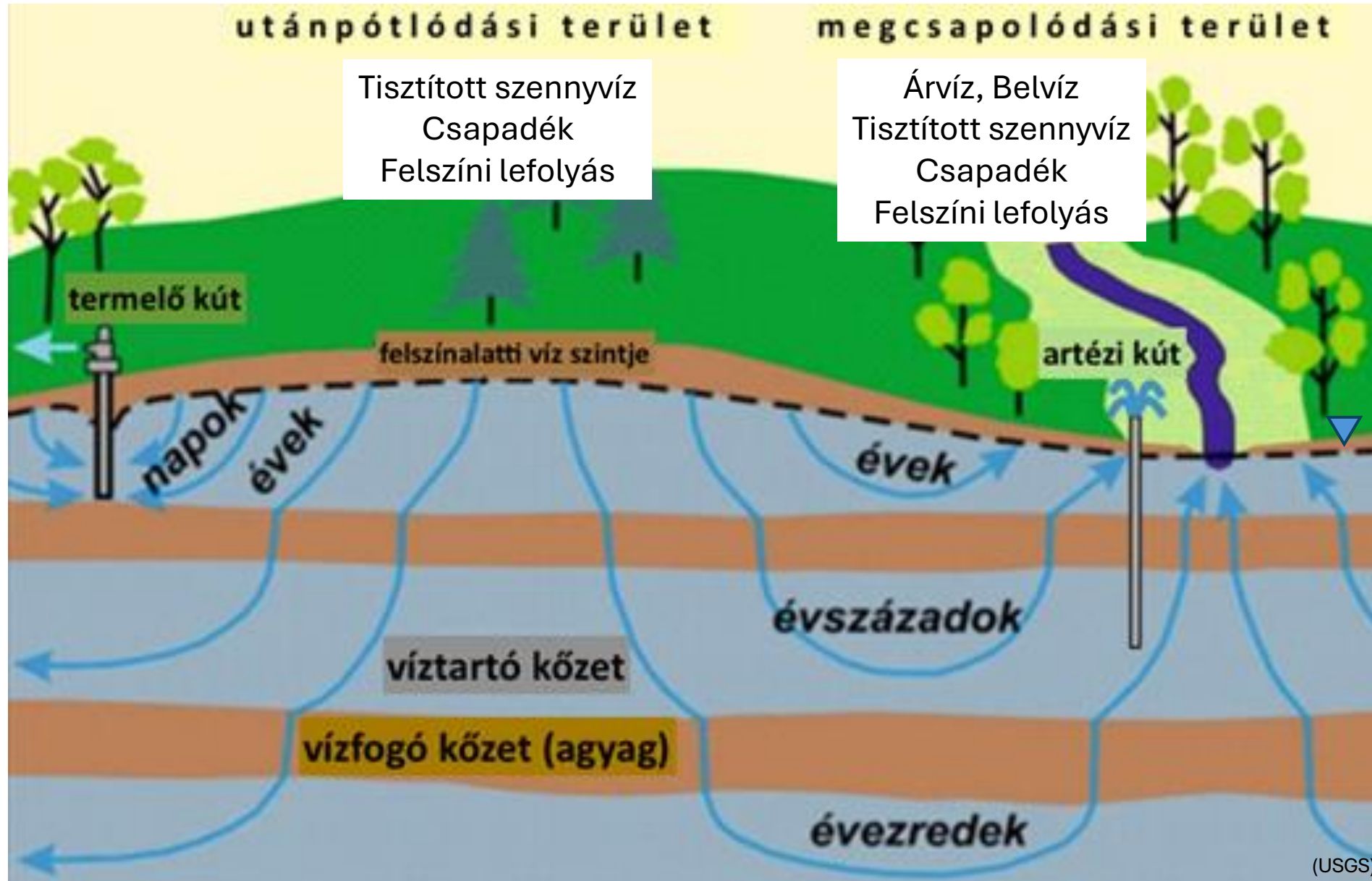


térség léptékű  
megoldást jelenthet

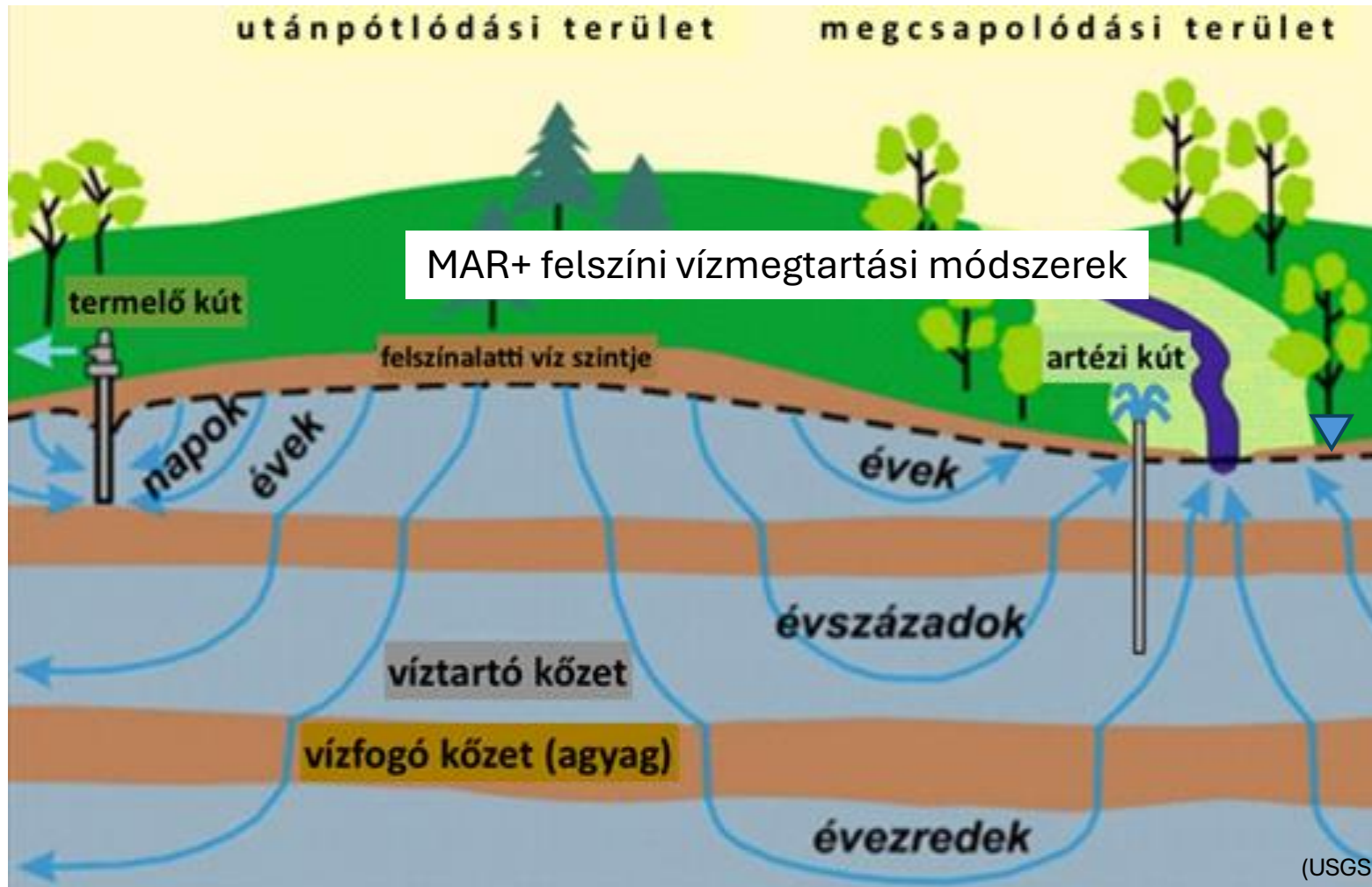
(Water4All-ClimEx-PE,  
2023, ELTE, TCD, UB, UU)

# Lehetséges vízforrások MAR megoldásokhoz

## – Duna-Tisza köze



# Lehetséges MAR megoldások – Duna-Tisza köze



Kulcs:

- Felszínalatti vízáramlási rendszerek figyelembe vétele
- Komplex vízmegtartás a beáramlási (hátsági) és kiáramlási (folyóvölgyi) területeken egyaránt!
- A kiáramlási területen ne engedjük ki a hátságon megtartott vizet!
- Megoldások a területi sajátosságokhoz alkalmazkodva
- Felszín alatti megoldások felszíni megoldásokkal kombinálva területi adottságoktól függően



# Köszönöm a figyelmet!



Az előadás az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt keretében, valamint a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2023-1.2.2-HE\_PARTNERSÉG pályázati program finanszírozásában valósult meg.