

*Az Alföld rétegvizeinek
eredete, utánpótlódása víz-
kormeghatározások
alapján*

Dr. Deák József

geofizikus, hidrogeológus Ph.D

GWIS (Ground Water Isotope Studies) Kft.

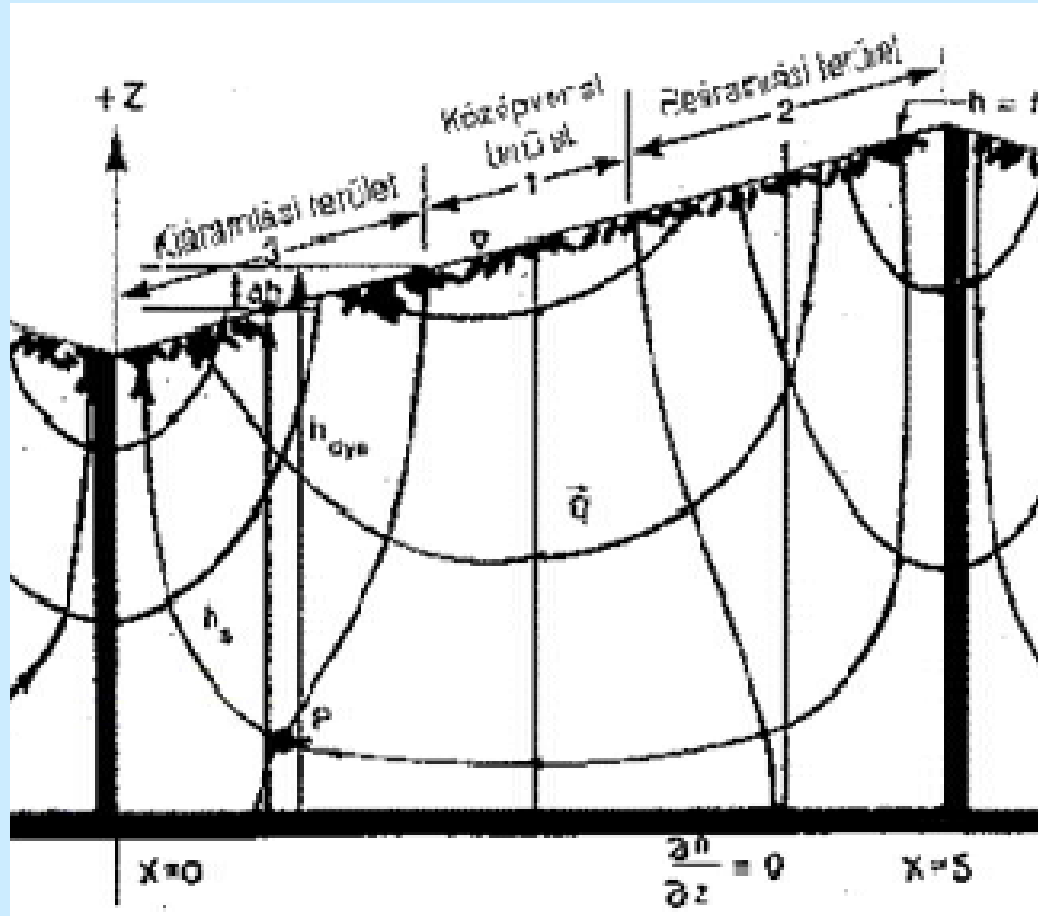
***VIZEK KUTATÁSA IZOTÓPOS MÓDSZEREKKEL AZ
MTA ATOMKIBAN Workshop***

Debrecen, 2013.május 17.

Felszín alatti vizek kora:

***a víz felszín alá kerülése óta eltelt
idő***

Az egységmedence és a felszín alatti vizek áramlási képe (Tóth 1984)



$$v = \Delta s / \Delta t$$

A beáramlási területen beszivárgott rétegvíz kora fokozatosan nő az áramlási pályák mentés a kiáramlási területek felé

Az izotóphidrológiai vizsgálatok szerepe, jelentősége

Az utóbbi negyven évben végzett izotóphidrológiai kutatások lehetővé teszik a koncepcionális modellek ***ellenőrzését, illetve számszerűsítését.***

Radiokarbon (^{14}C) víz-kormeghatározás

- 1 000 - 40 000 év közötti vízkorok
- vertikális és rétegirányú vízáramlási sebességek
- regionális szivárgási tényezők becslése

A felszín alatti vizek ^{14}C kormeghatározásának alapja a radioaktív bomlás egyenlete:

$$A = A_0 * e^{-\lambda t}$$

ahol

A a vízmintában mért ^{14}C koncentráció [pmC]

A₀ a kiindulási ^{14}C koncentráció [pmC]

λ a ^{14}C bomlási állandója; $\lambda = 1,2 * 10^{-4}$ [év]⁻¹

t a beszivárgás óta eltelt idő [év]

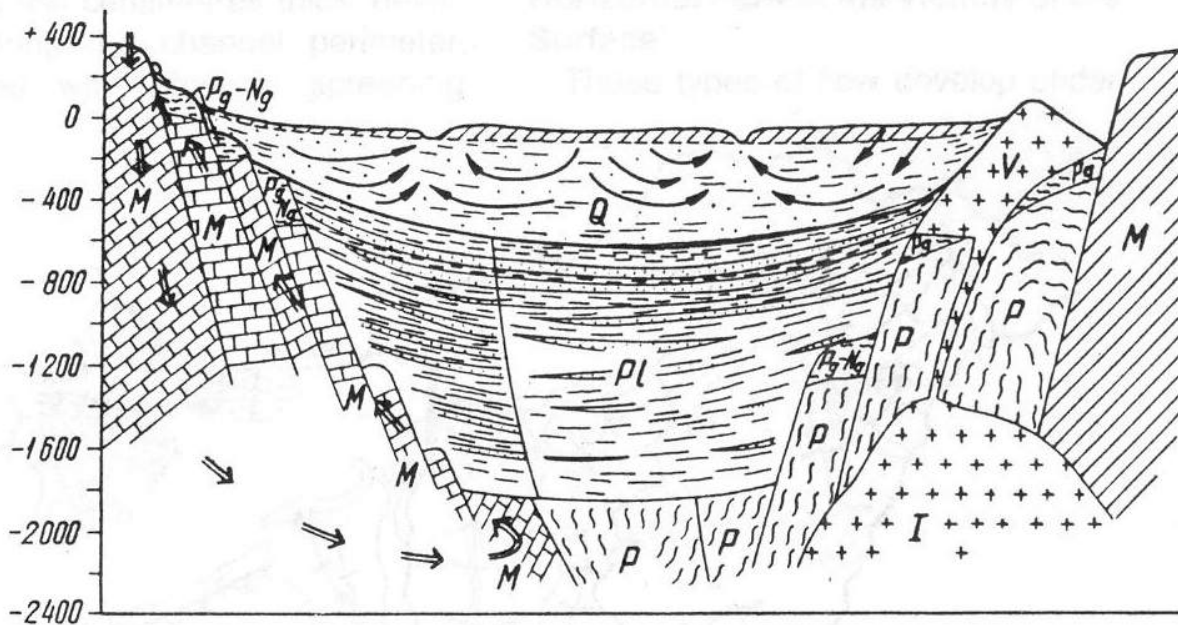
Stabil vízigotóp arányok ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$)

- beszivárgáskori klíma becslése
- jégkorszaki eredetű felszín alatti vizek kimutatása
- ^{14}C vízkorok kontrollja

Az Alföld rétegvíz áramlási rendszerei



Az Alföld vízföldtani felépítése (Alföldi L.)



Q = Quaternary sediments
Pl = Pliocene sediments
Pg-Ng = Paleogene - Neogene sediments
M = Mesozoic, karstic rocks
p = Paleozoic formation

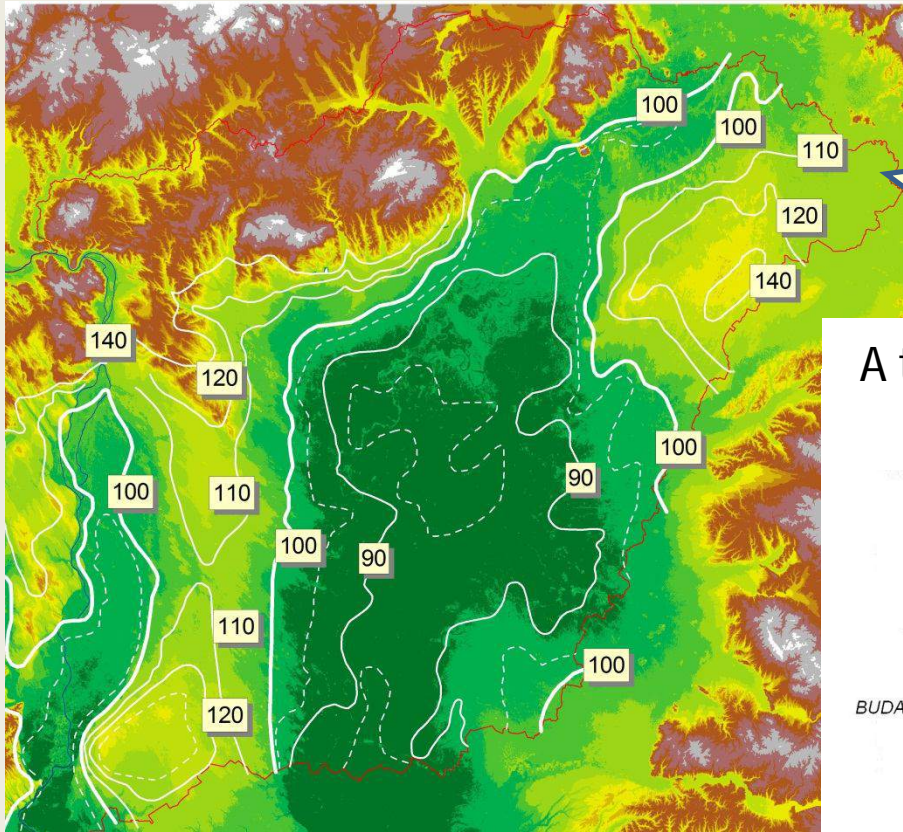
V = Volcanic rocks
I = Igneous rocks
→ } Natural water
⇒ } flow direction

Koncepcionális modellek az alföldi rétegvíz áramlási rendszerek működésére

- ❖ ***gravitációs vezérlésű*** rétegvíz áramlási rendszerek (Tóth J.)
- ❖ a rétegvíz áramlást a ***víztermelés*** indította el, természetes állapotban nem volt vízmozgás (***küszöb-gradiens!***)
- ❖ a rétegvizek túlnyomó része ***nagyobb mélységből feláramló*** vízből származik

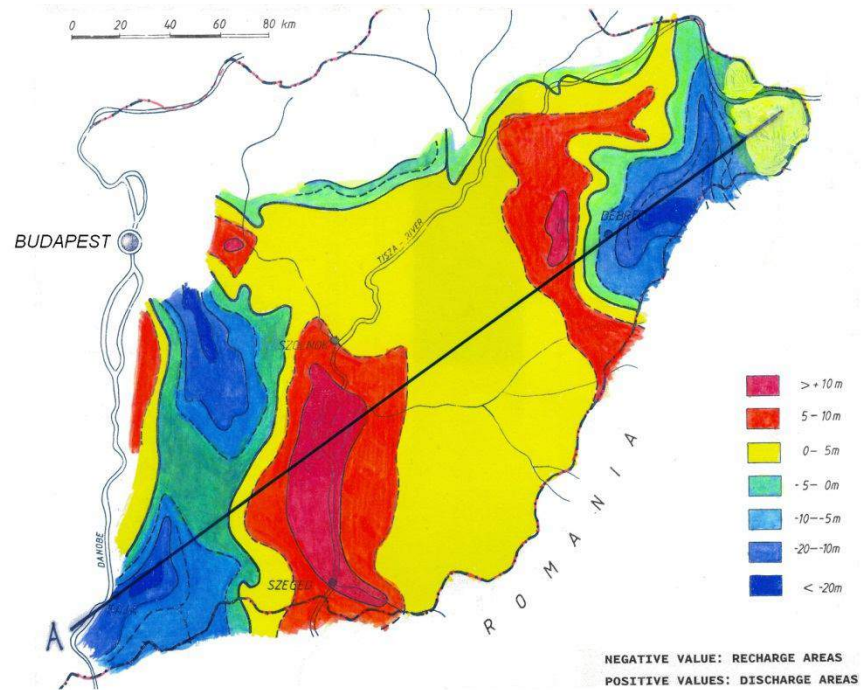
Az alföldi rétegvíz áramlási rendszerek „konceptcionális” modelljét **Erdélyi M.** (1972) készítette el. Az áramlási régiók jellegét a következők jelzik

- *nyomásviszonyok*
- *a víz vegyi összetétele*
- *geotermális viszonyok*
- ***természetes izotópok***

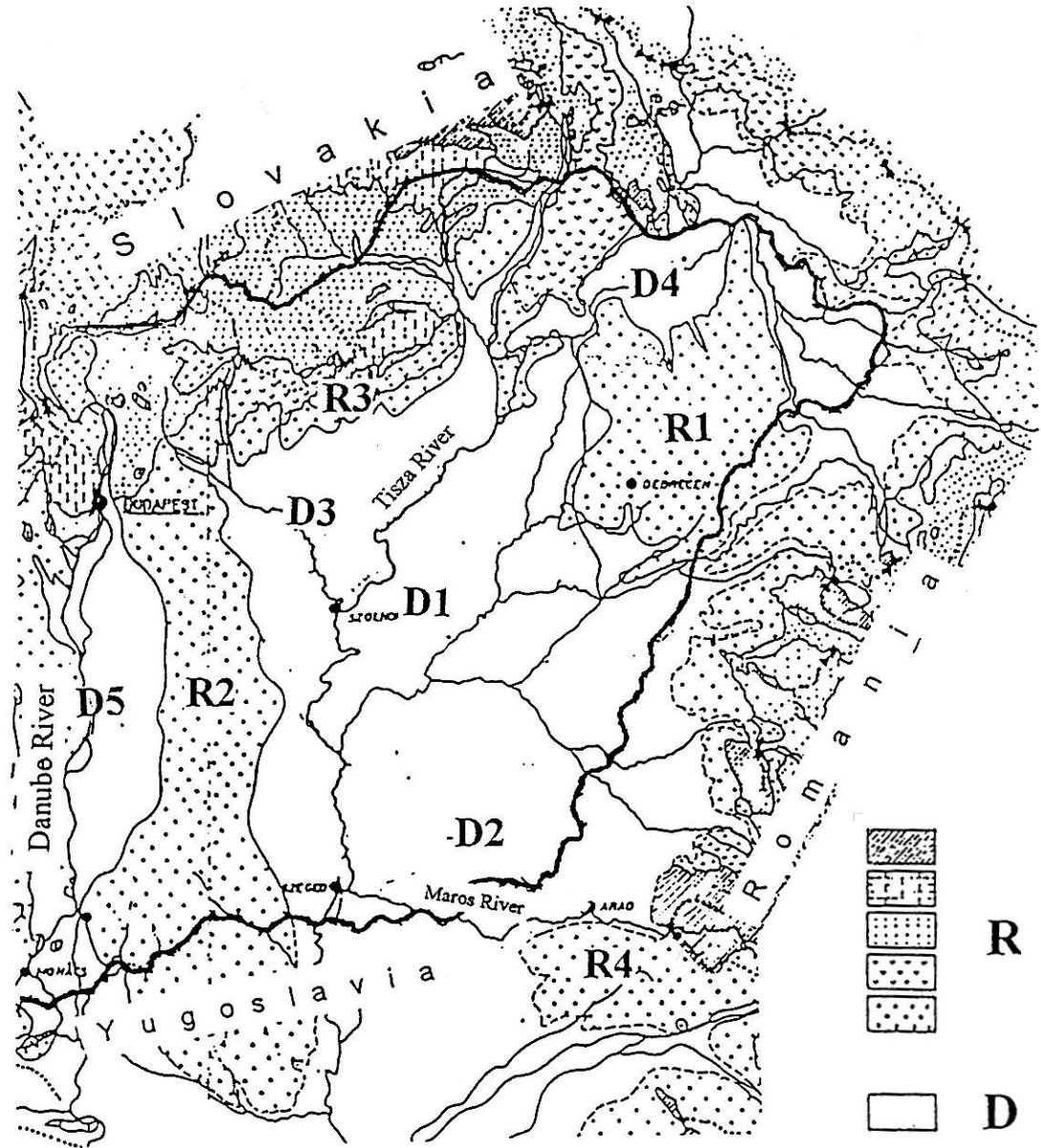


A 150-300 m mélységű rétegvíz eredeti nyomásszintje [mBf] (Erdélyi 1972) és a felszíni domborzat összefüggése

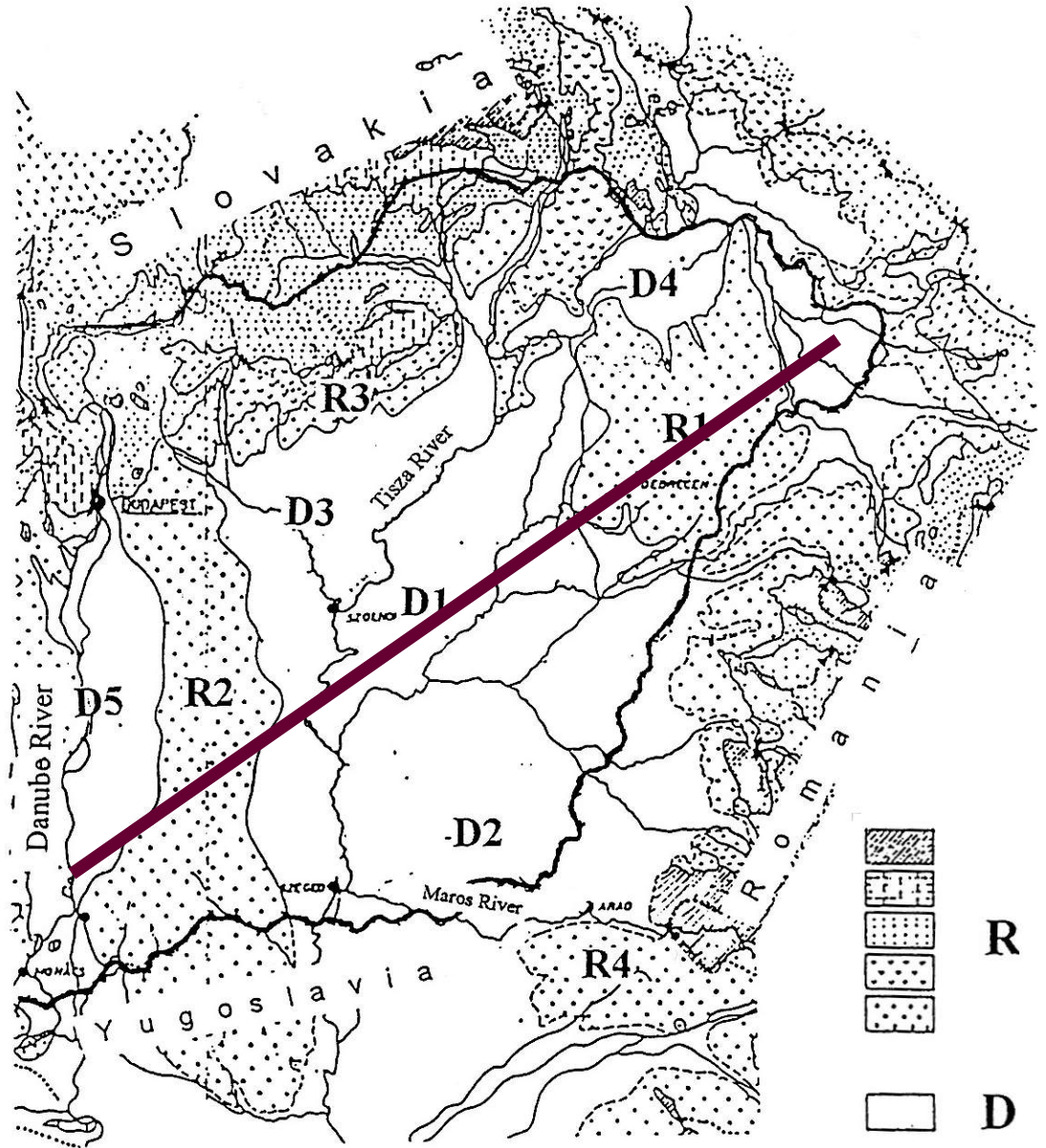
A talajvíz és a 150-300 m mélységű rétegvíz eredeti nyomásszintjének különbsége



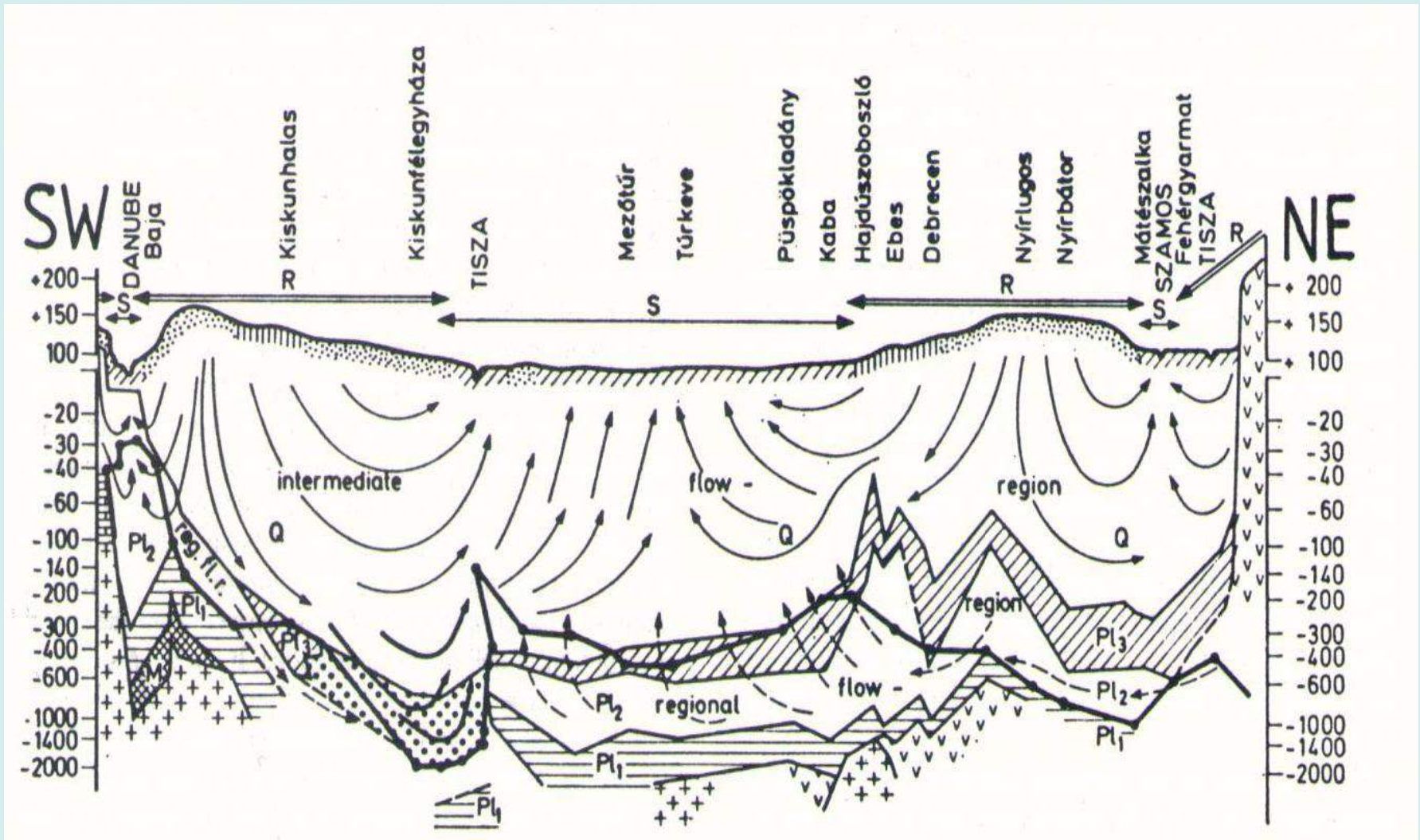
A regionális rétegvíz
áramlási
rendszerek
utánpótlási
és **meg-**
csapolási
területei



**Az Erdélyi
által
szerkesztett
vízföldtani
szelvény
nyomvonal**



Az Alföld regionális rétegvíz áramlási rendszerének koncepcionális modellje (Erdélyi M.)



Az Erdélyi féle modell verifikálása izotóp adatokkal

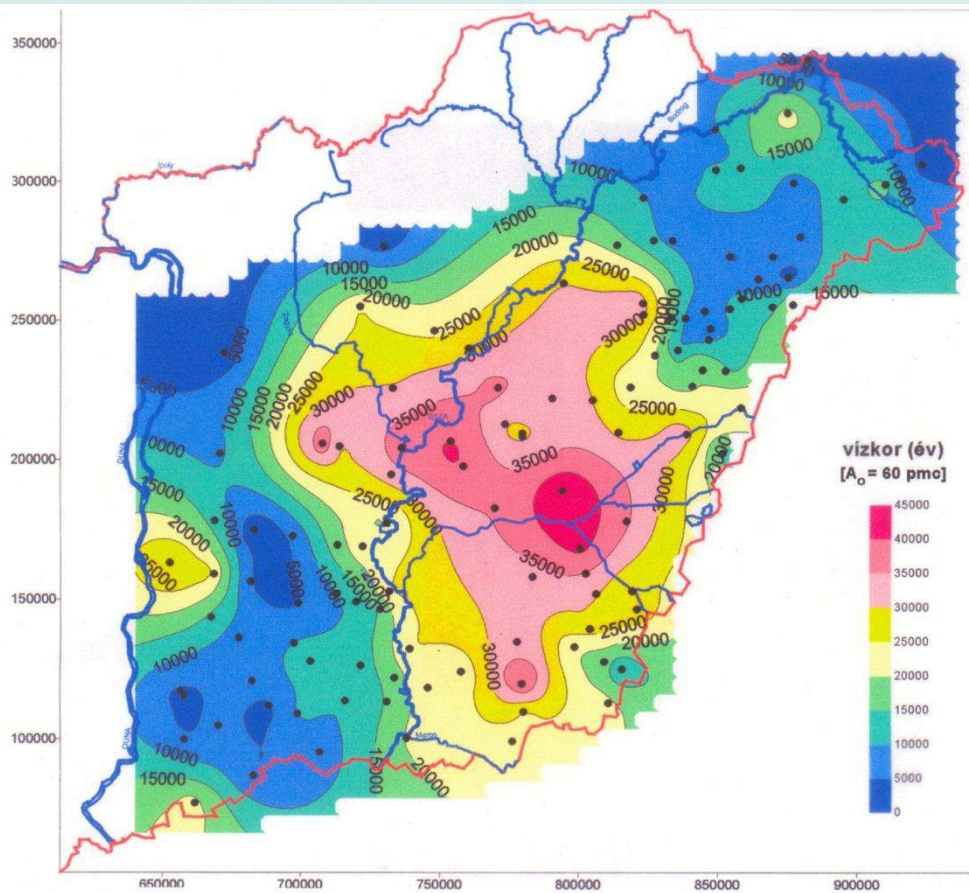
A rendelkezésre álló több mint ezer izotóphidrológiai adat bizonyítja a modell érvényességét.

Legfontosabb alapelv:

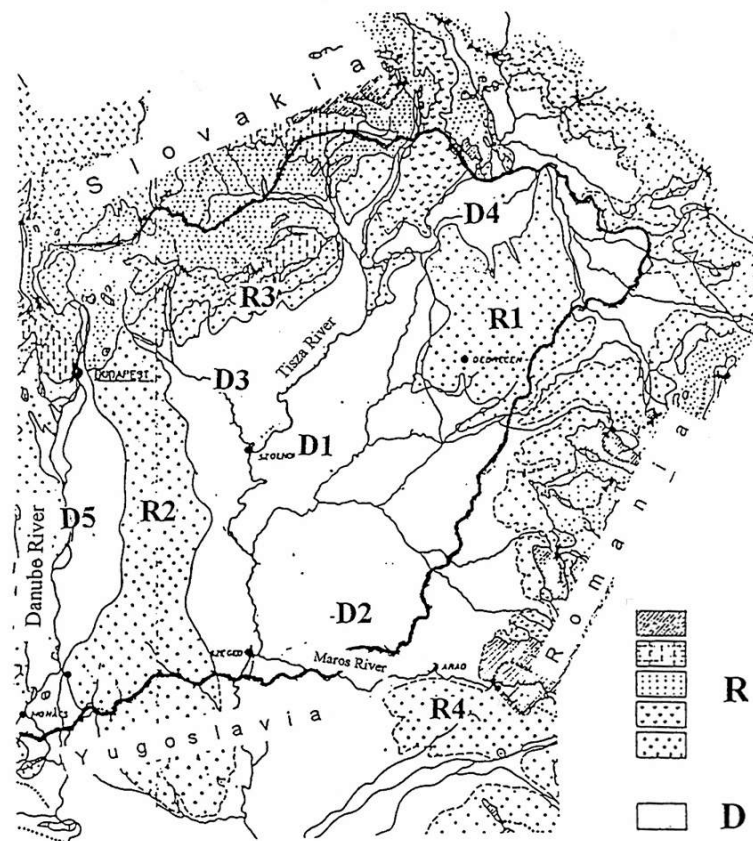
az izotóp (és vízkémiai) adatokból nem vonhatók le közvetlenül vízföldtani következtetések, csupán a koncepcionális és/vagy számítógépes modellek verifikálására alkalmasak.

A koncepcionális/matematikai modellekhez hozzárendelhető egy számított (elméleti) izotóp eloszlás, amelyet összevethetünk a mért izotóp adatokkal.

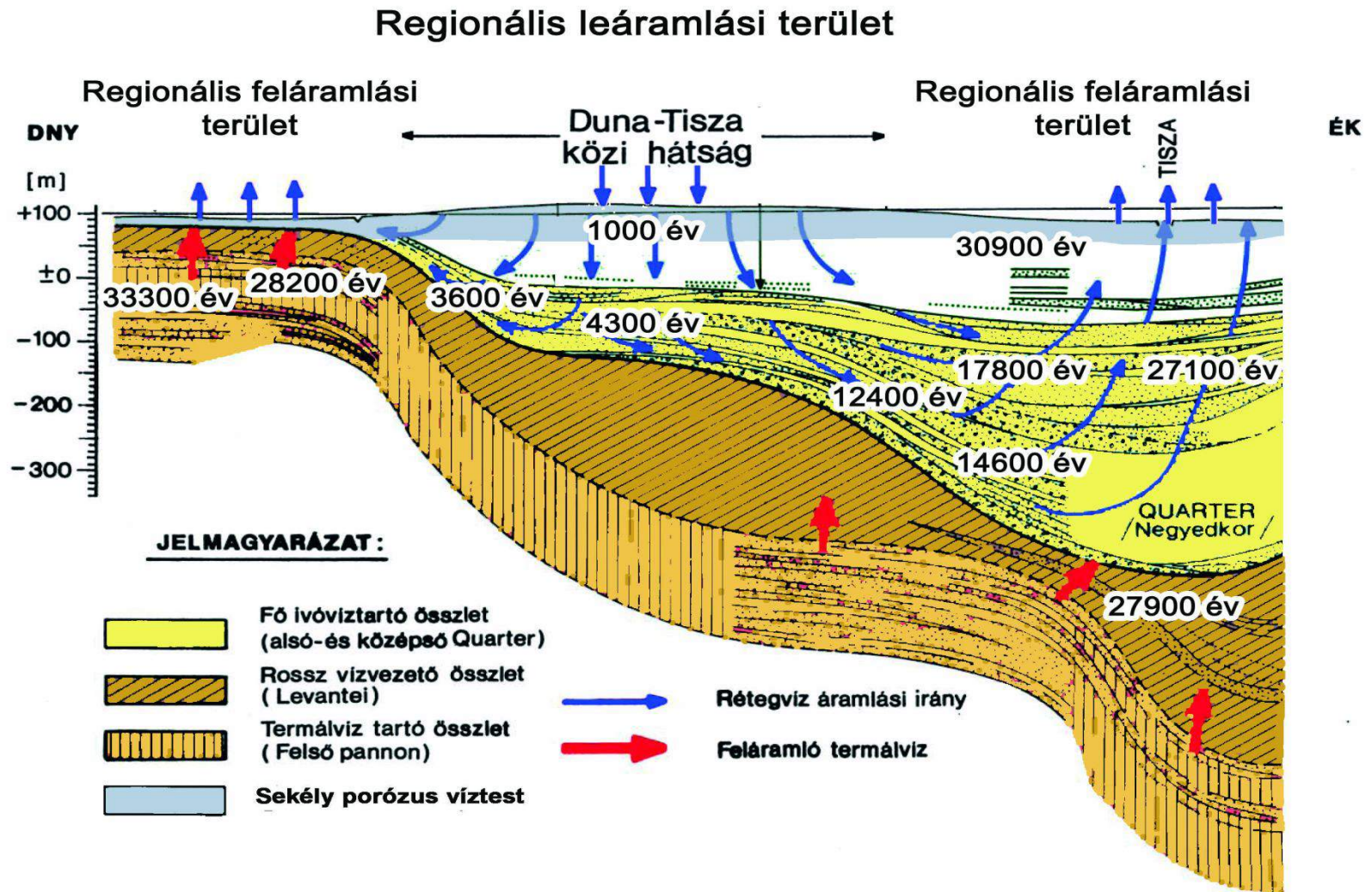
Cél: a számított és mért izotóp adatok eltérésének csökkentése a modell paraméterek és/vagy a határfeltételek változtatásával.

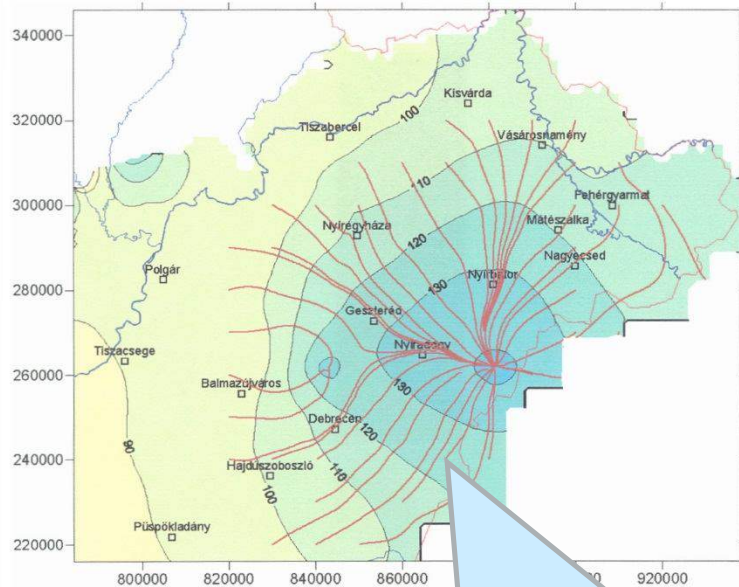


*Az alsó-pleisztocén
rétegvizek radiokarbon
kora*



^{14}C vízkorok változása egy regionális áramlási pálya mentén (Duna-Tisza köze)

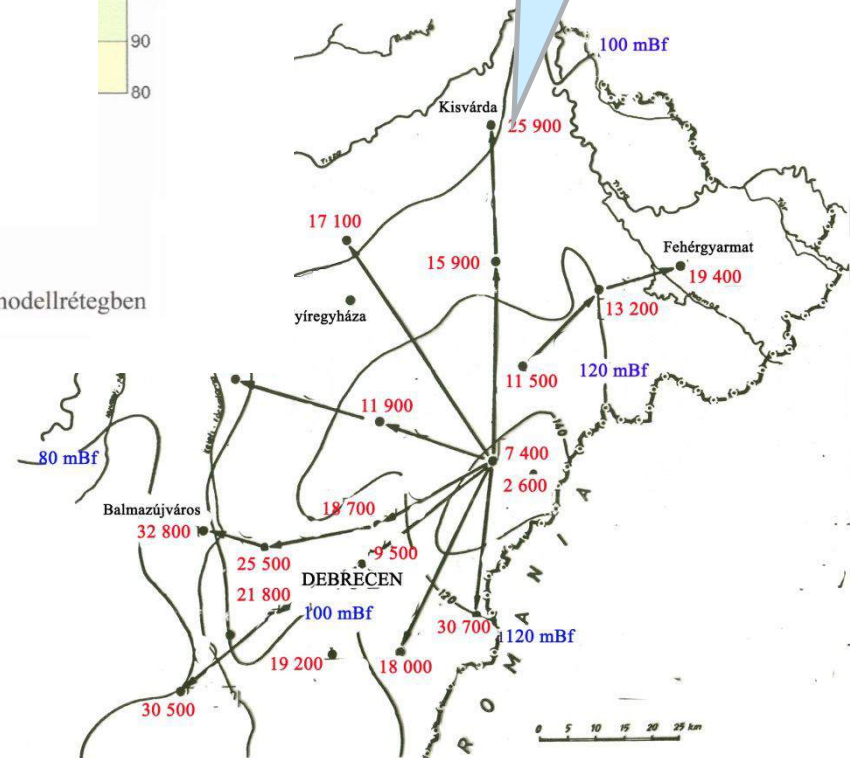




Rétegvíz áramlási irányok Székely F. modellezése (2004) szerint

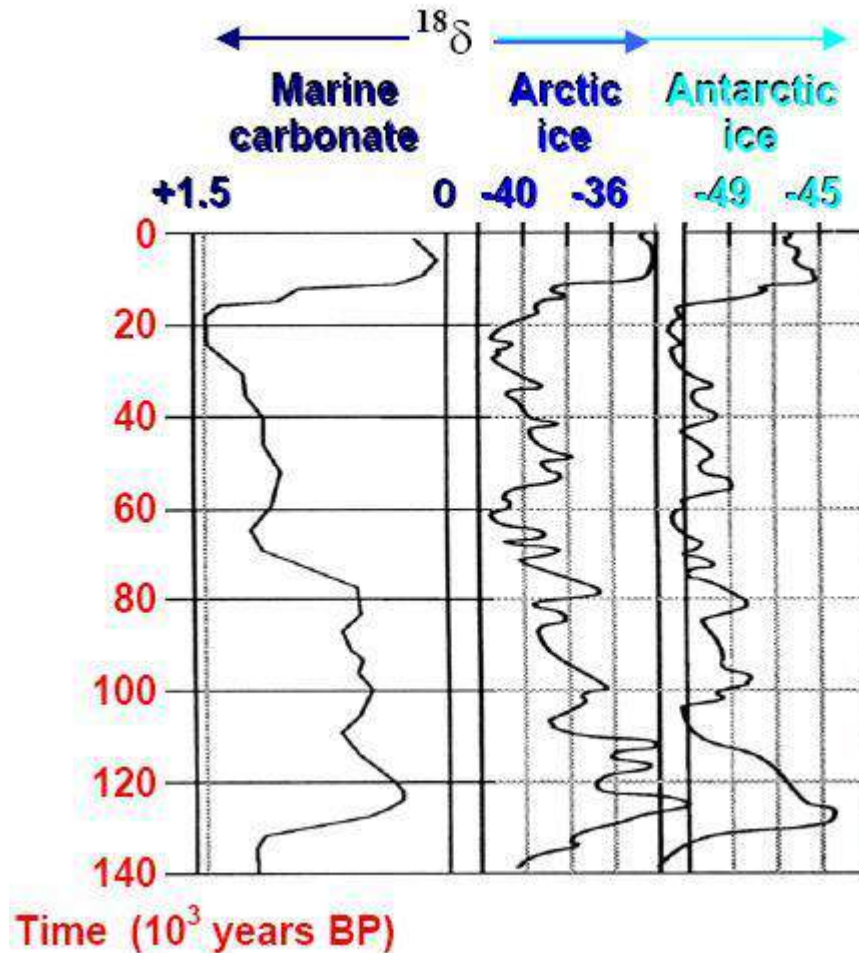
¹⁴C vízkörök

modellrétegben

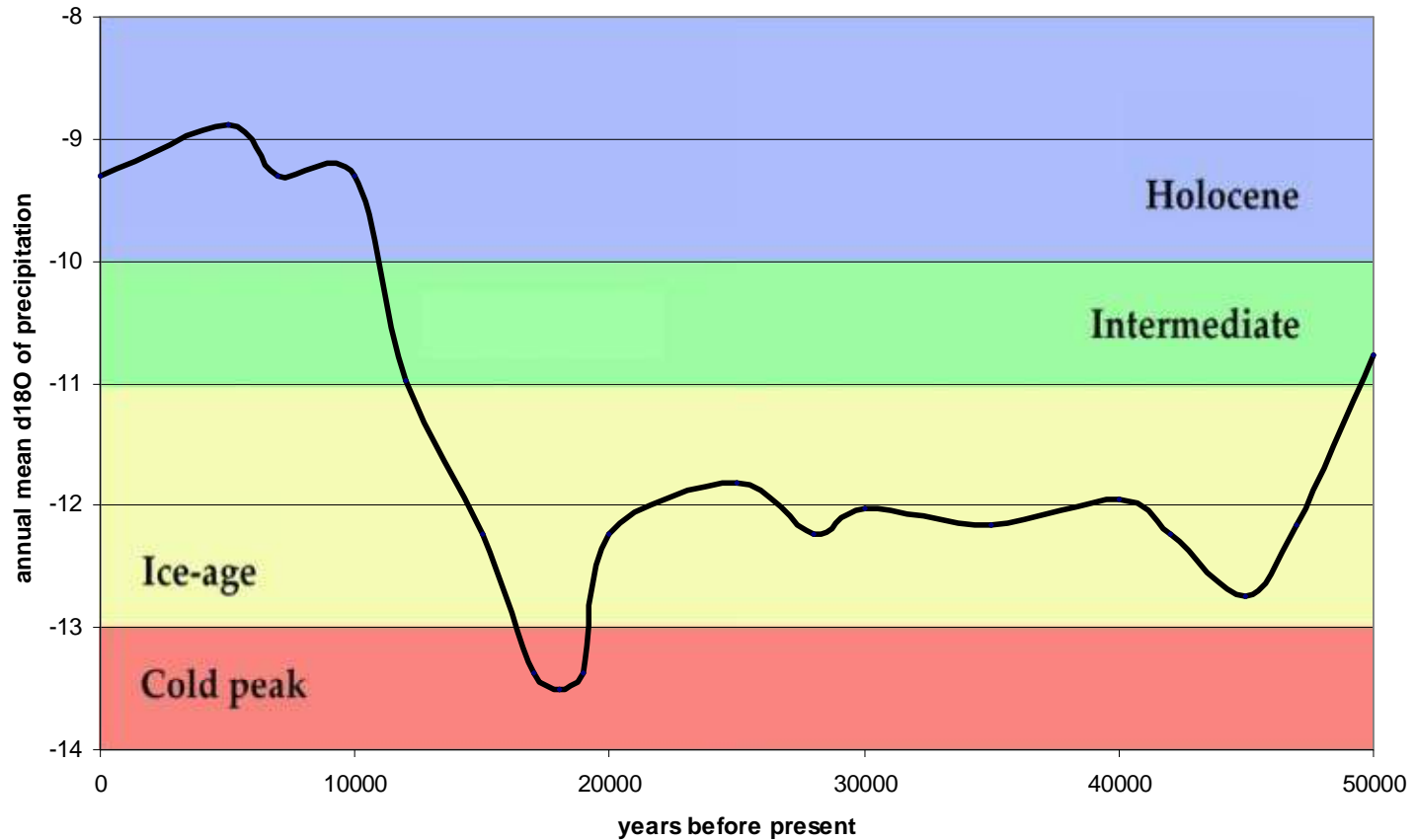


***Felszín alatti vizeink ^{14}C korának
verifikálása az Alföldön, stabil
izotóp arányok ($\delta^2\text{H}$ és $\delta^{18}\text{O}$)
alapján***

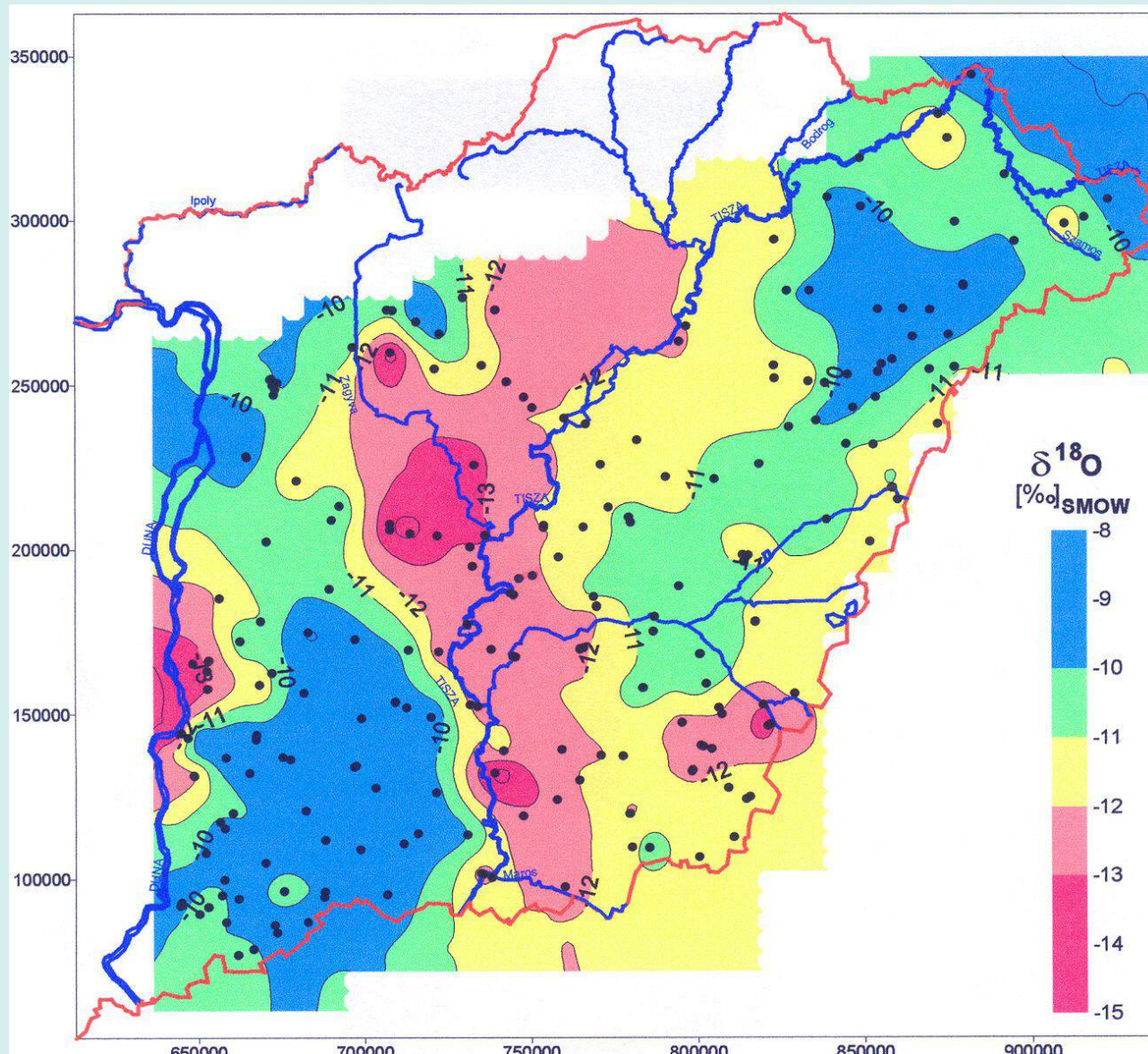
A paleoklíma változása a csapadék és a tengervíz $\delta^{18}\text{O}$ időszora alapján (IAEA 2008)



***A magyarországi csapadék hőmérsékletváltozás
alapján a
 $\delta^{18}\text{O} = 0,42 * T(^{\circ}\text{C}) - 13,5$ [‰] képlettel
becsült $\delta^{18}\text{O}$ időszora***



Az alsó-pleisztocén rétegvizek $\delta^{18}\text{O}$ izotóparánya



A modell adatainak számszerűsítése

A víz kormeghatározások alapján
becsülhető paraméterek:

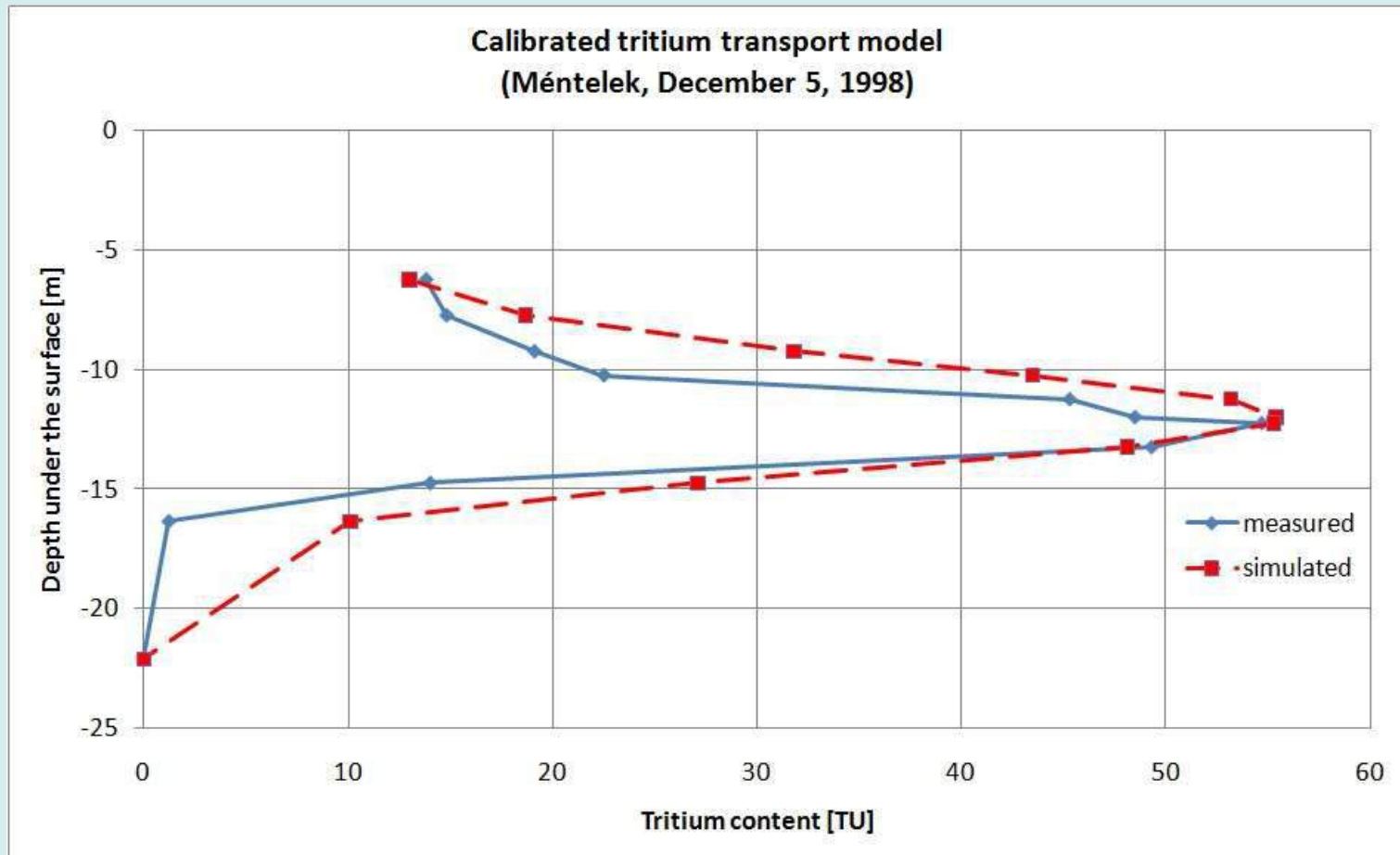
- ❖ beszivárgás
- ❖ le- és feláramlási sebesség
- ❖ rétegirányú áramlási sebesség

Beszivárgás

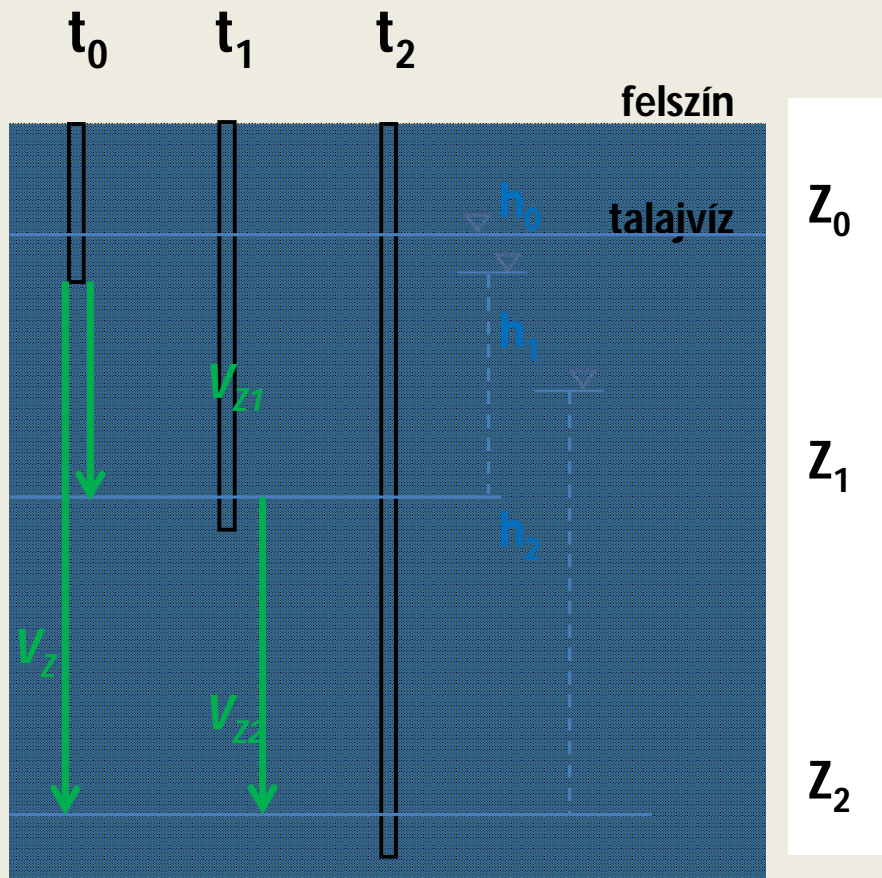
Miskolci Egyetem – ATOMKI – GWIS Kft
együttműködés. IAEA CRP és TÁMOP
program keretében.

Módszer: természetes nyomjelzők (trícium,
 ^3He , ^{36}Cl , CFC, SF_6 , vízkémia) vertikális
rétegződéséből leszivárgási sebessége
alapján kalibrált beszivárgási modellek.

Első eredmény: Méntelek (volt VITUKI, Komlósi telep) a beszivárgás **53 mm/év**



***Vertikális le- és feláramlási sebesség, és
szivárgási tényező becslése izotóp adatok
felhasználásával***



$$v_z = (z_2 - z_0) / (t_2 - t_0) = \Delta z / \Delta t$$

$$v_{z2} = (z_2 - z_1) / (t_2 - t_1)$$

Darcy: $q = k \cdot I$ ahol $q = v \cdot n$

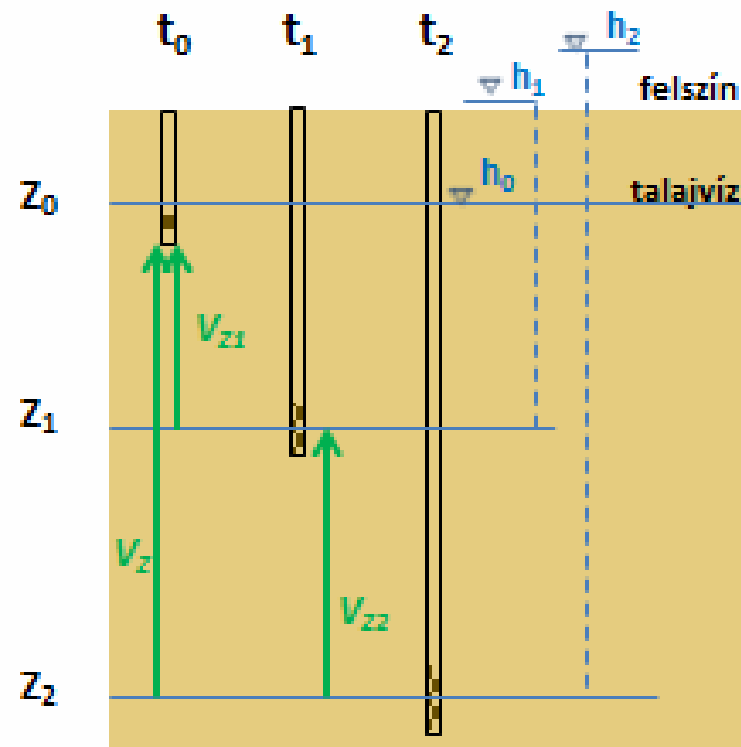
$$k = v \cdot n / I$$

$$k_z = n \cdot v_z / I_z \quad I_z = \Delta h / \Delta z$$

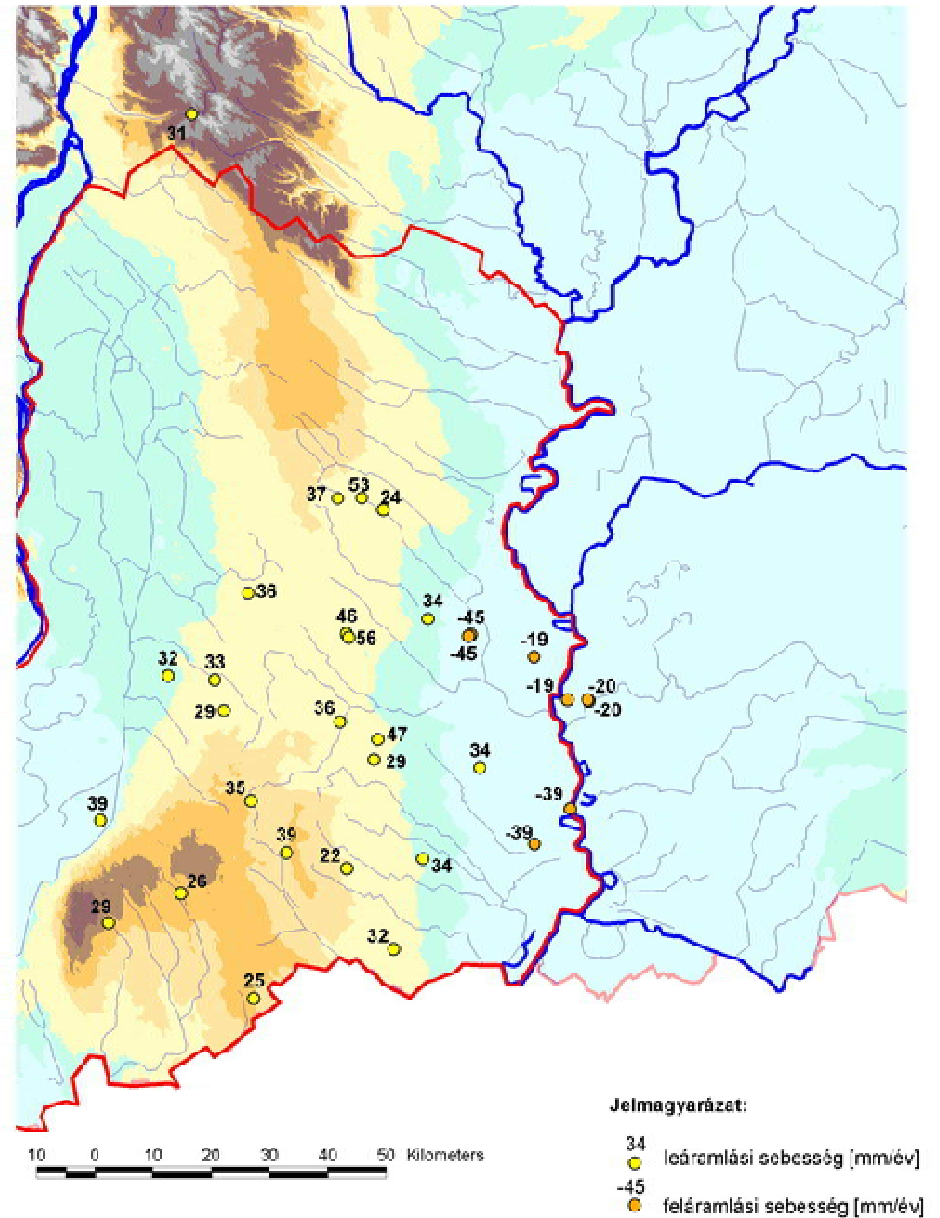
$$k_z = n \cdot (\Delta z / \Delta t) / (\Delta h / \Delta z)$$

$$\mathbf{k_z = n \cdot (\Delta z)^2 / (\Delta h \cdot \Delta t)}$$

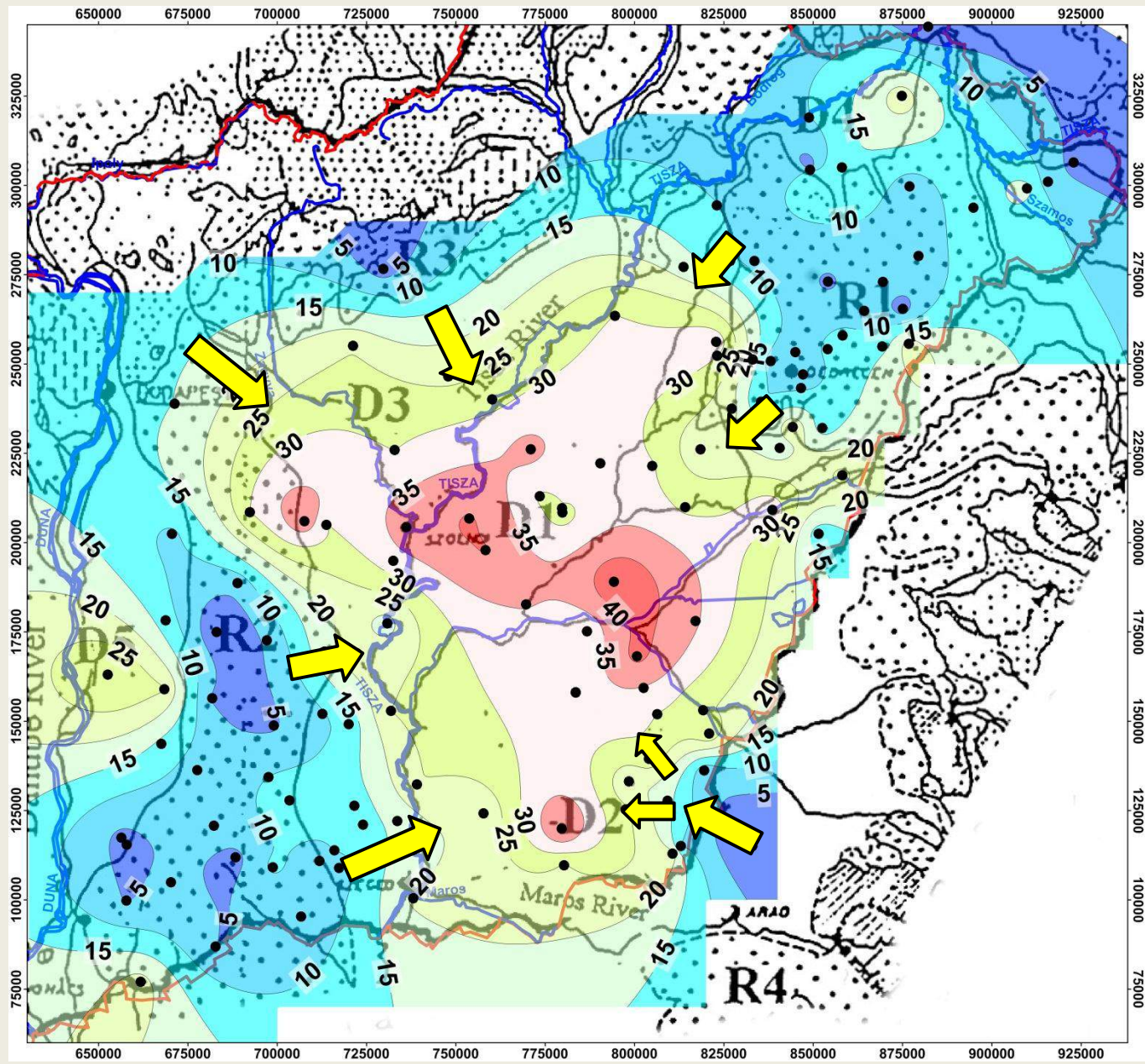
***Regionális
feláramlási
területeken***



*A vertikális
rétegvíz áramlás
sebessége a
pleisztocén
rétegösszletben
 ^{14}C vízkorok
alapján*



***Rétegirányú áramlás
az alsó-pleisztocén
rétegekben***



Alsó-Quarter rétegvíz

¹⁴C kor (A₀=60pmC)

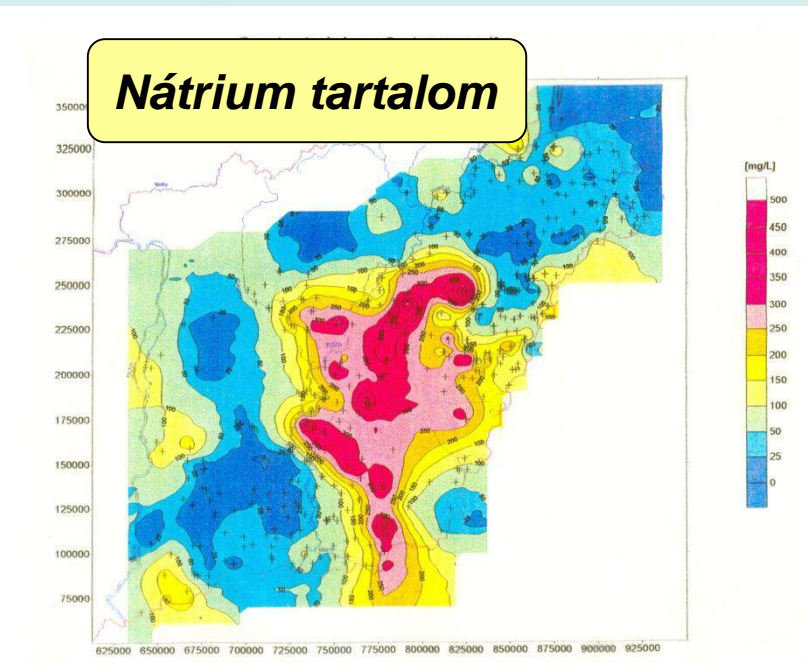
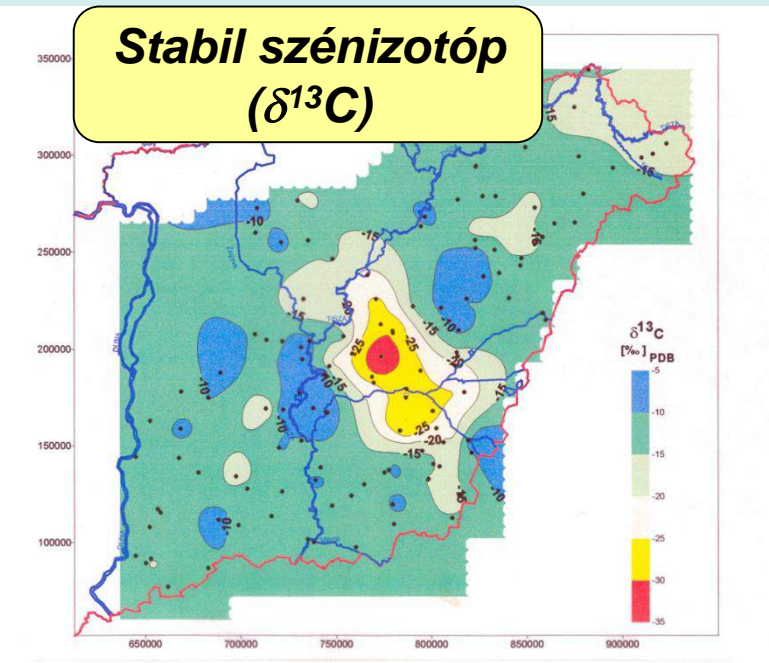
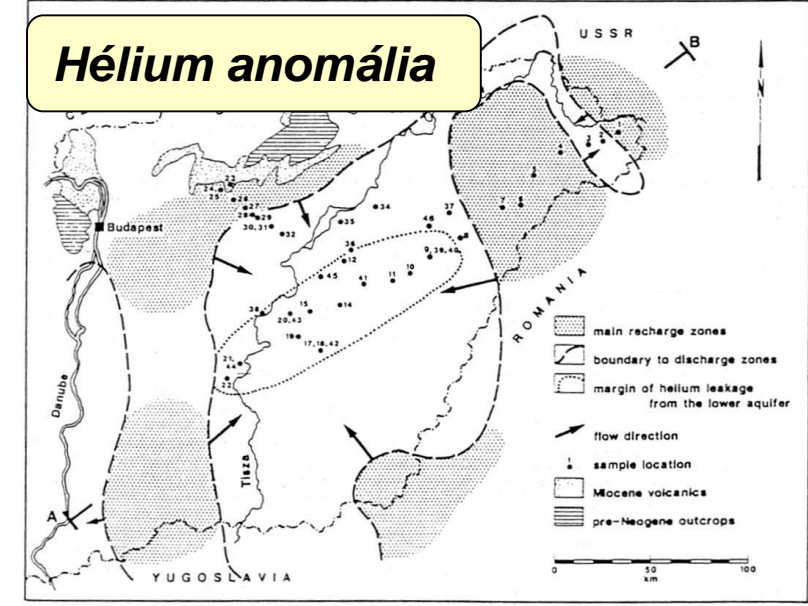
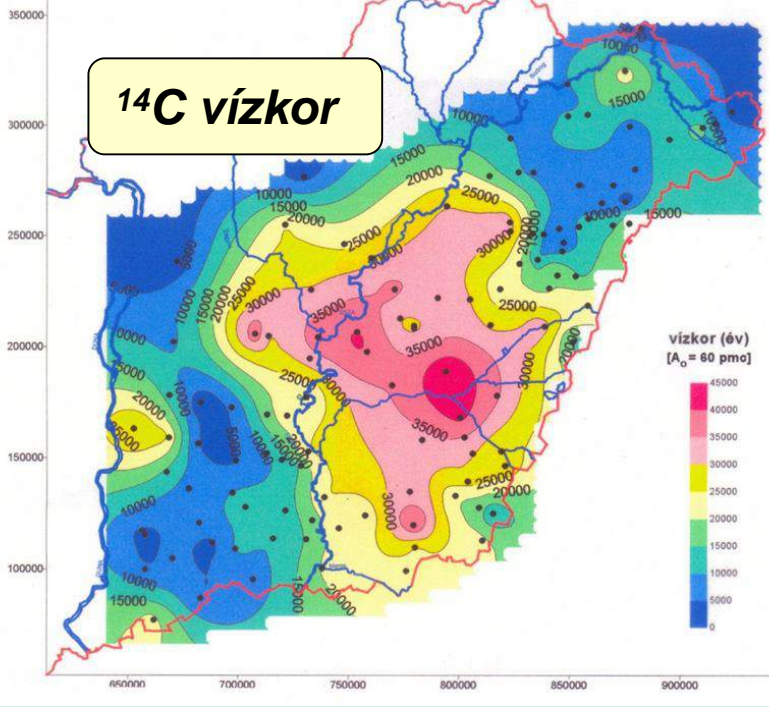


A vízkorok alapján becsült átlagos regionális áramlási sebességek és szivárgási tényezők az Alföld pleisztocén rétegösszletében

V_z	k_z	k_z	V_h	k_h	k_h	λ
[m/év]	[m/nap]	[m/s]	[m/év]	[m/nap]	[m/s]	
0.035	$6 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-9}$	2,5	4	$4,6 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^3$

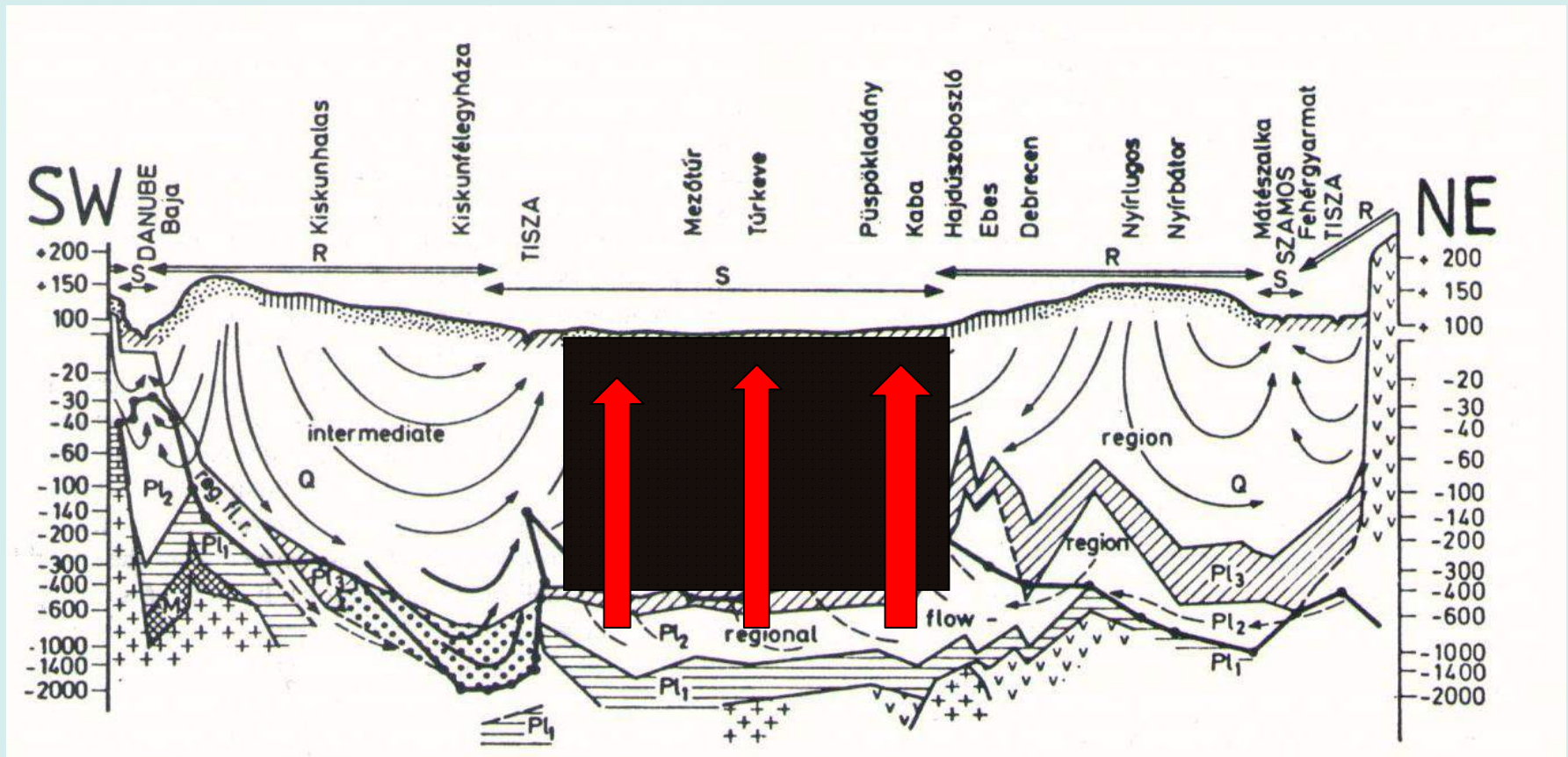
Probléma

Az Alföld legmélyebb területein (Nagykunság, Békési-süllyedék) található, több mint 30 ezer éves rétegvizek (a pleisztocén rétegekben is) anomálishan nagy hélium tartalma rendkívül idős vízkorra utal.



Ezen a területen a kiugróan negatív stabil szénizotóp összetétel (szerves eredetű CO_2), valamint a kémiai anomáliák miatt ***valószínűsíthető a nagy mélységből feláramló rétegvíz uralkodó jellege.***

*Az Alföld regionális rétegvíz áramlási
rendszerének koncepcionális modellje
(Erdélyi M.)*

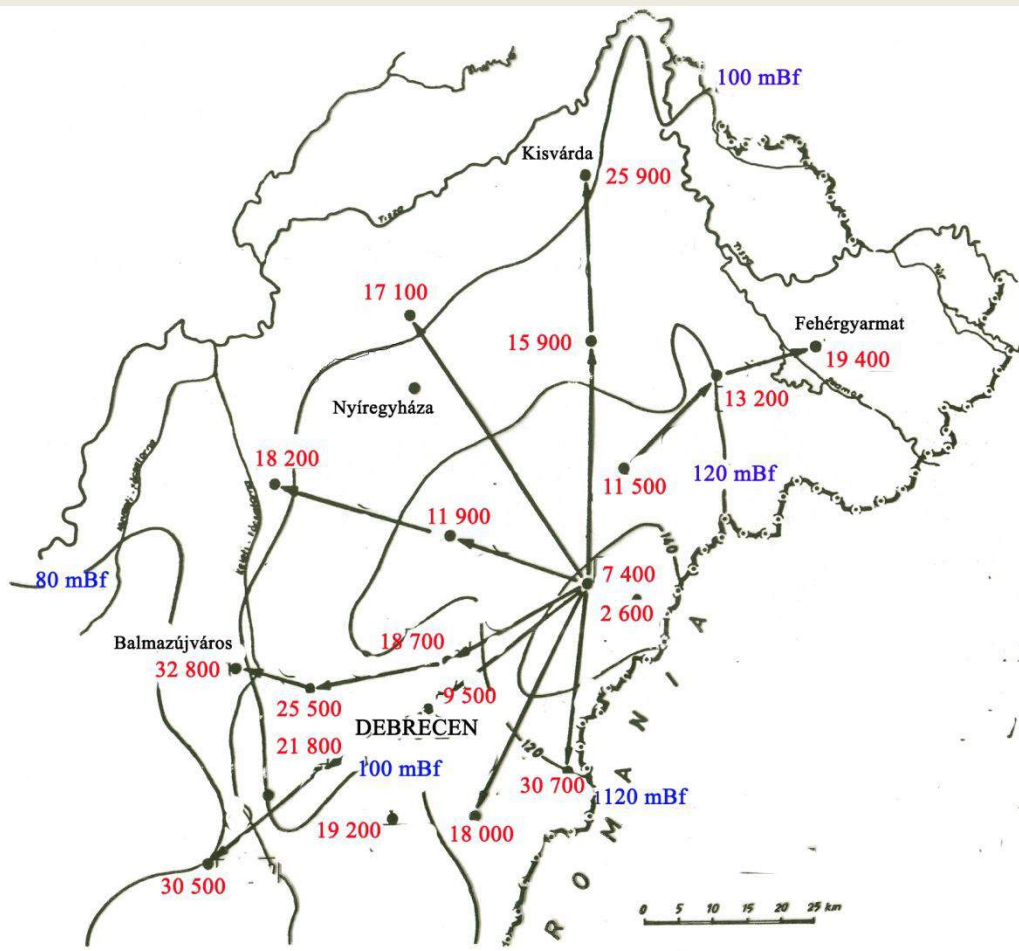


Összefoglalás

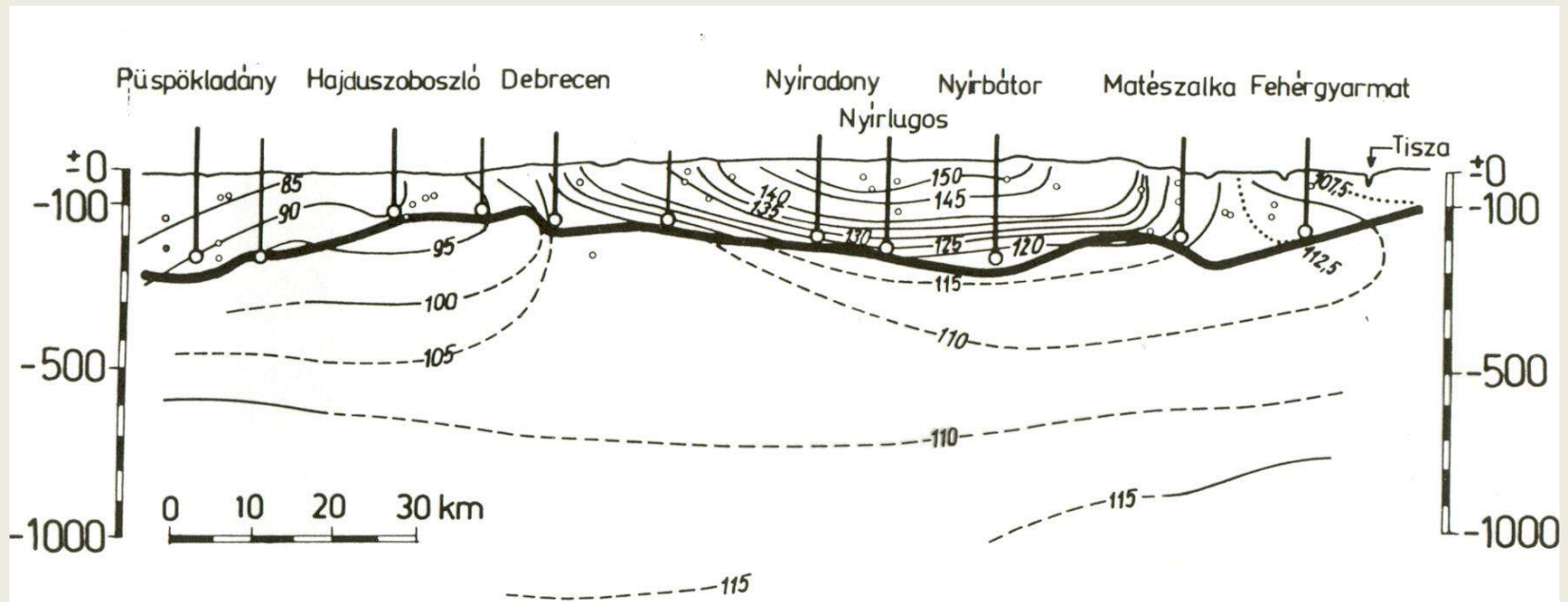
- ❖ Az izotóphidrológiai vizsgálatok igazolták az Alföldön a gravitációs vezérlésű regionális rétegvíz áramlási rendszerek működését
- ❖ A vízkor adatok alapján becsült áramlási sebesség és szivárgási tényező adatok hasznos információkat adnak az áramlási modellek kalibrálásához

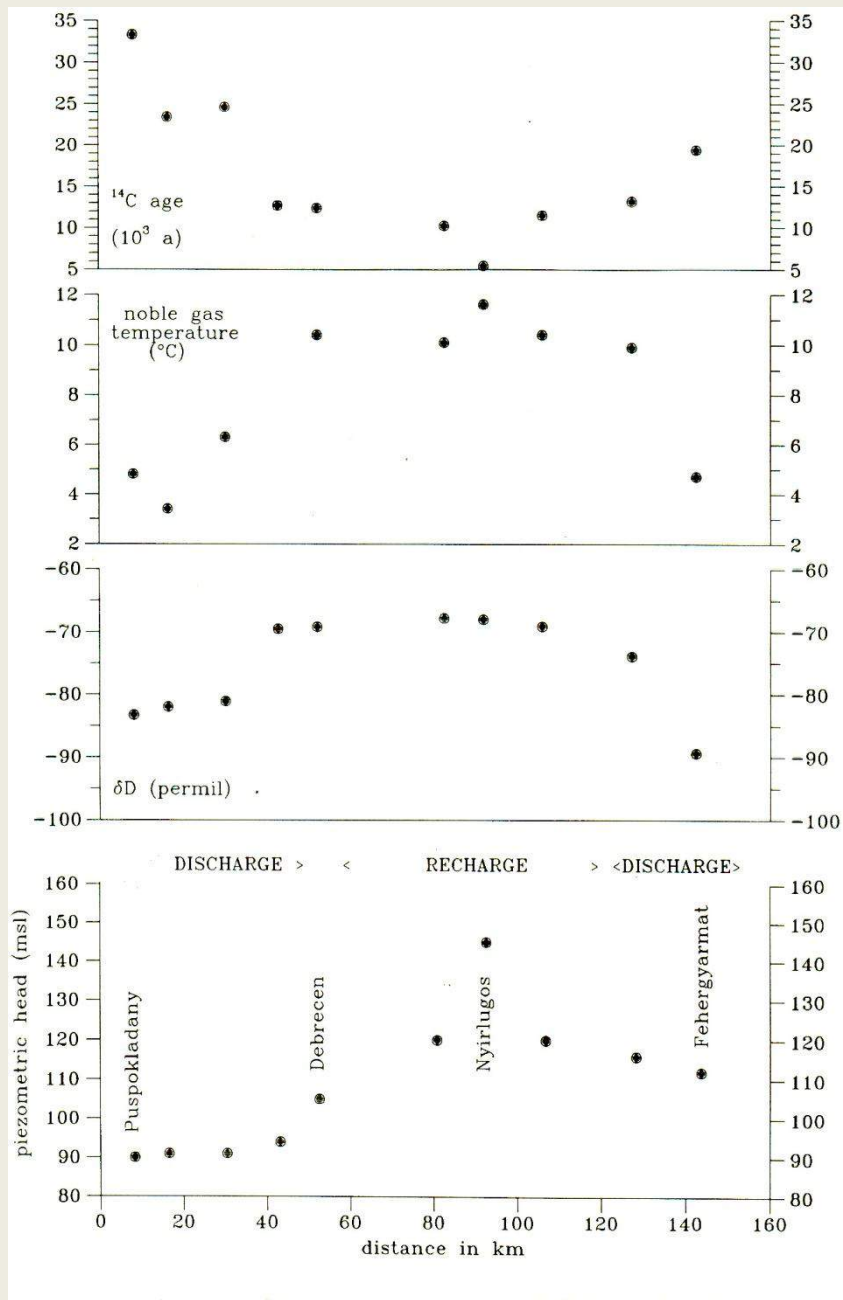
Köszönöm a figyelmet!



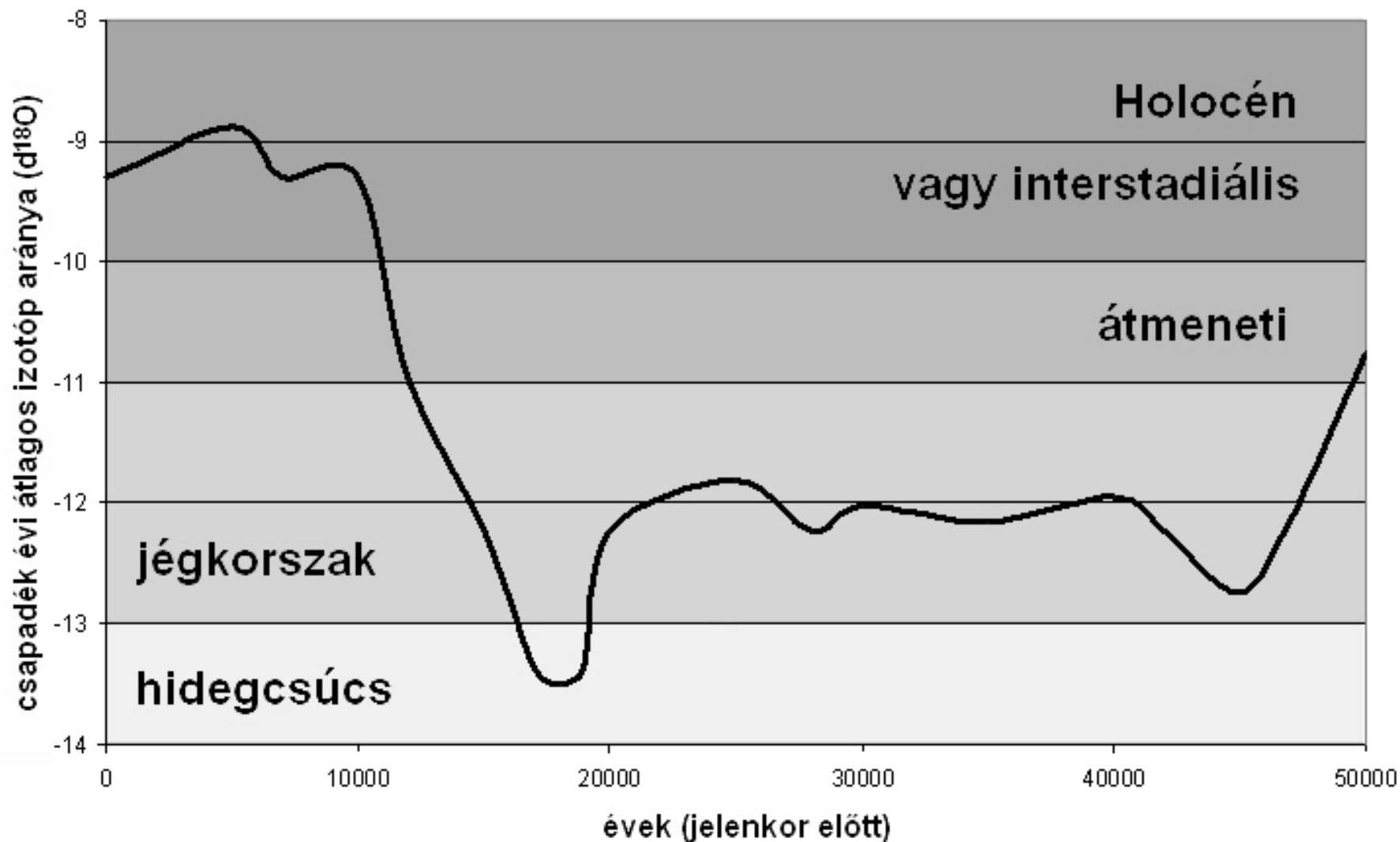


A környezeti izotóp adatok eloszlása a Fehérgyarmat-Debrecen-Kisújszállás szelvény mentén

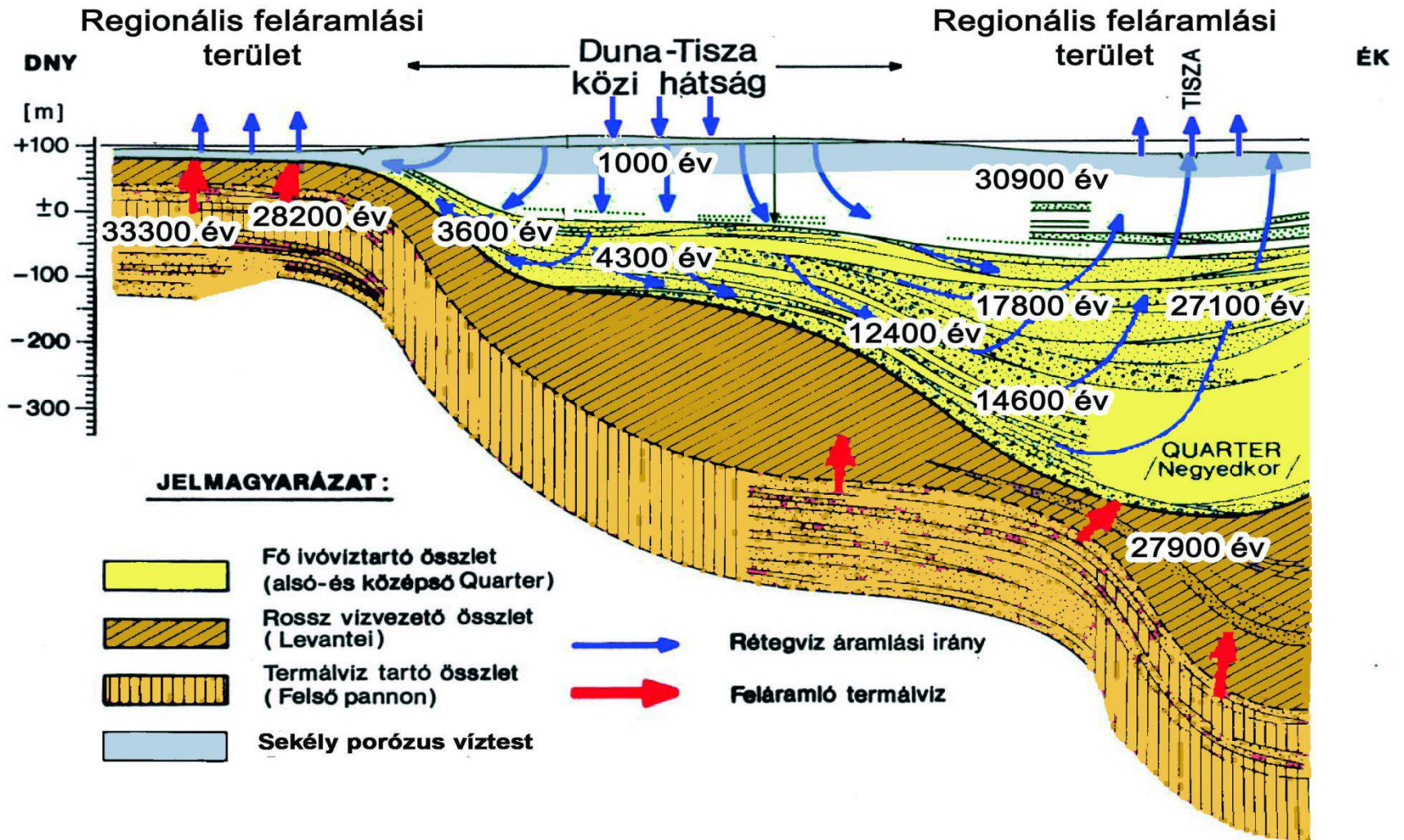


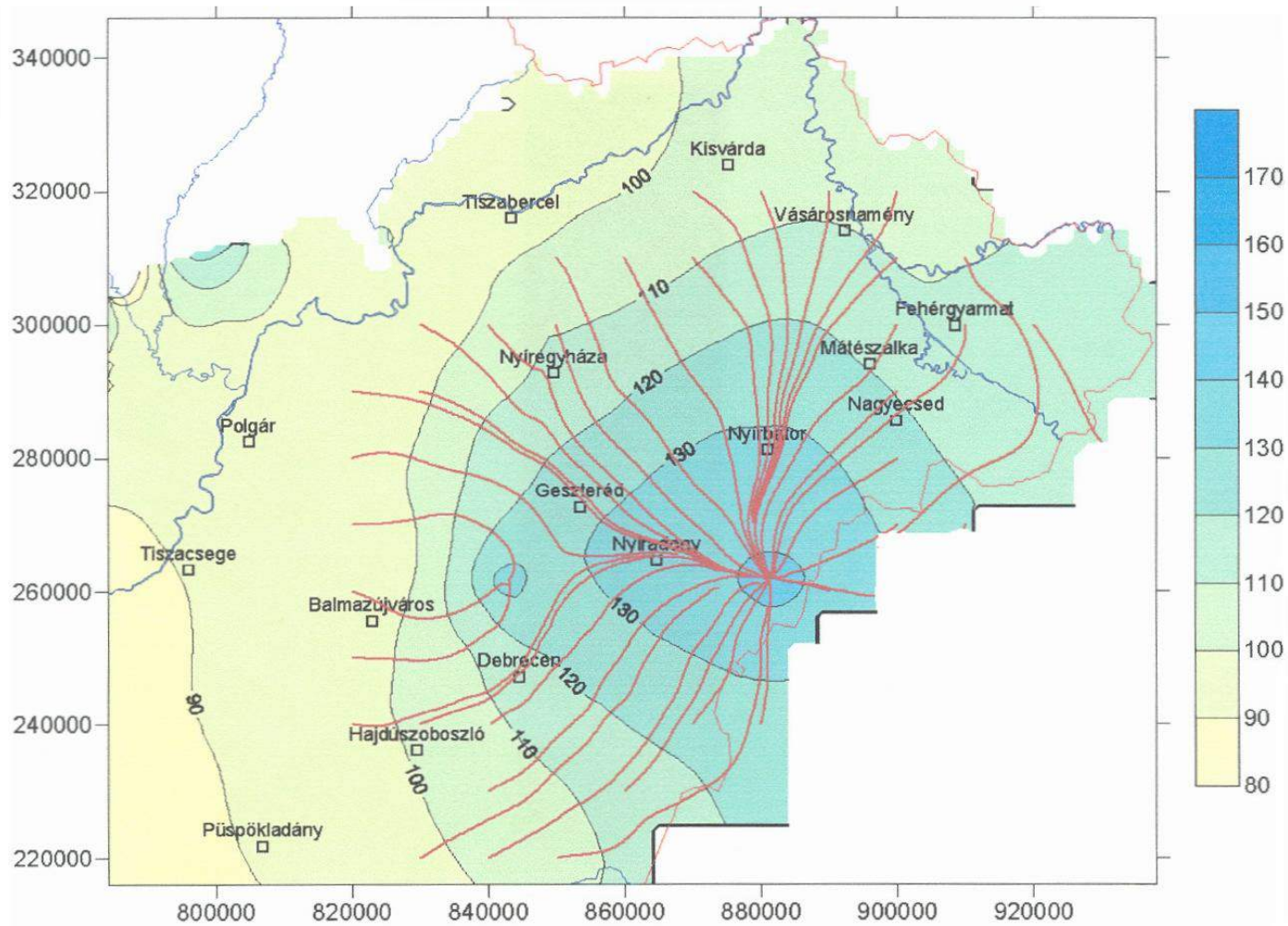


Várható vízkor- $\delta^{18}O$ összefüggés a hazai felszín alatti vizekre

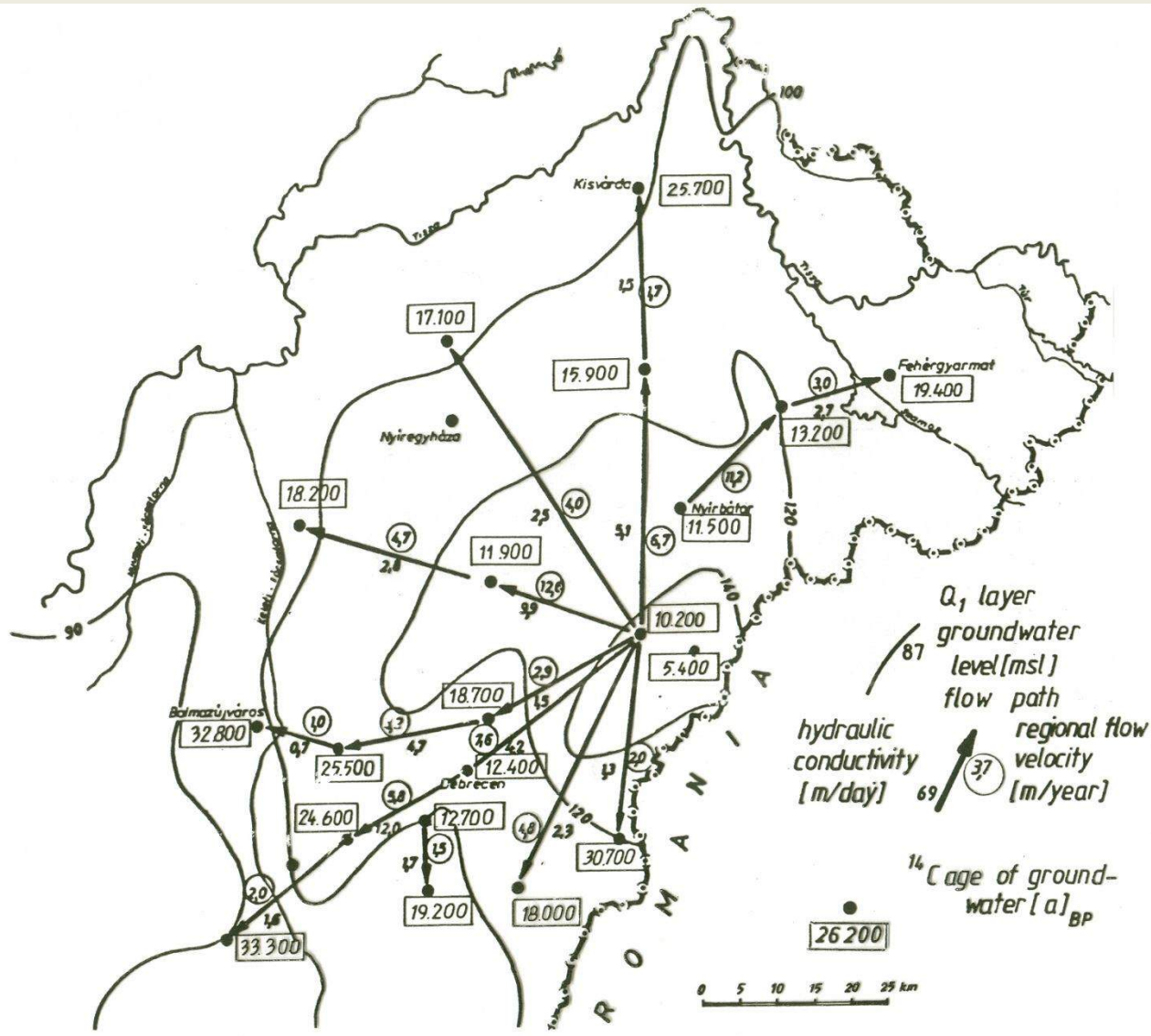


Regionális leáramlási terület





20. ábra. Számított nyomáeloszlás m B.f. és szivárgási nyomvonalak a Q3 modellrétegben



Friss víz hozzákeveredés

A verifikált modell szerint az alföldi rétegvizek védettek, ezért 10 – 15 méternél mélyebb kutak vizében nem szabadna mérhető (>0,5 TU) tríciumot találni. Ennek ellenére több, 100 – 200 m mély kútban is mértünk háttér feletti trícium tartalmat. Ebből nagyon fontos vízföldtani következtetések vonhatók le, elsősorban a rétegvizek védettségére vonatkozóan.

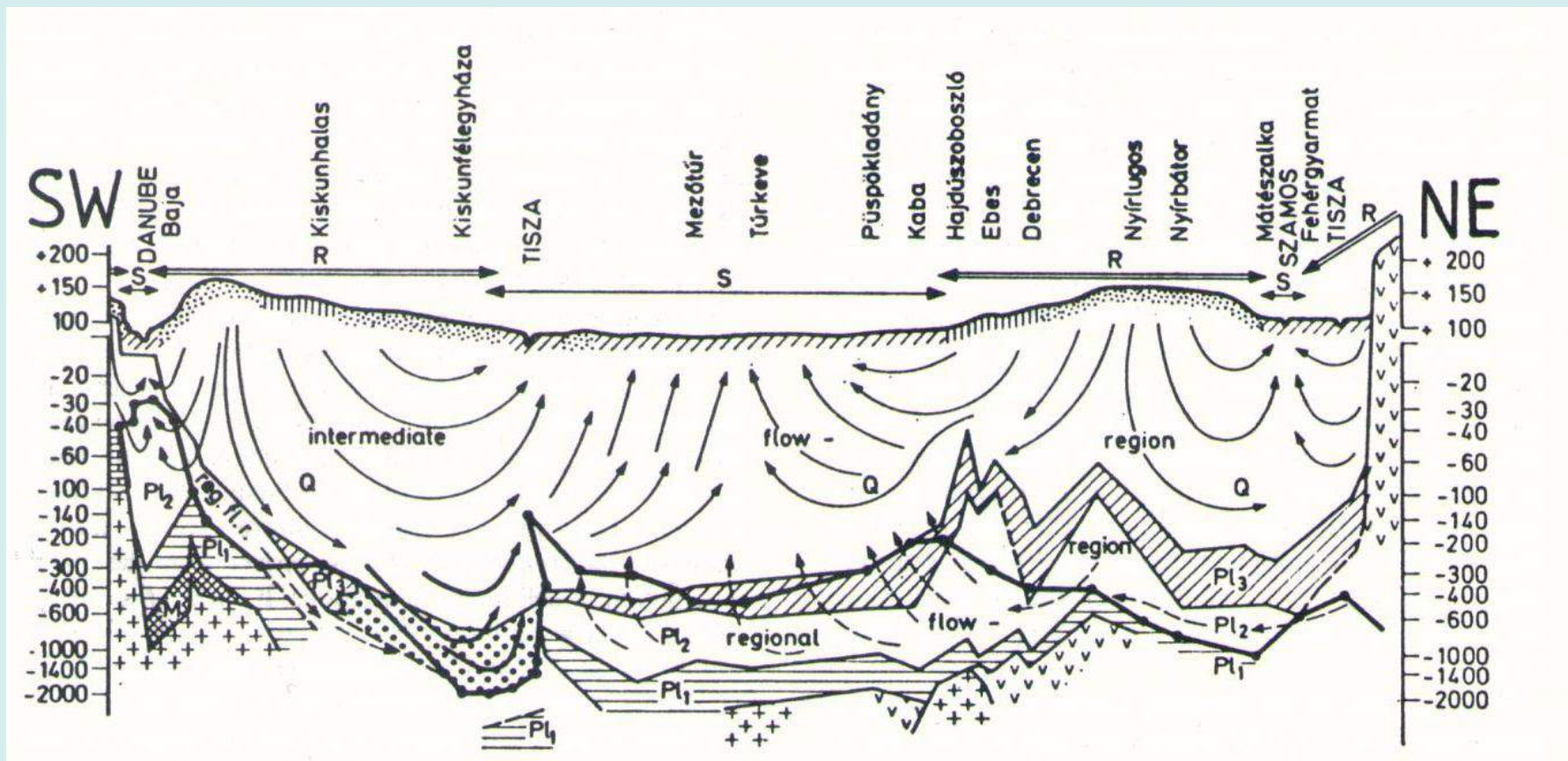
A messzemenő következtetések levonása előtt azonban meg kell vizsgálni a mintavétel/mérés megbízhatóságát, illetve a kút műszaki állapotát.

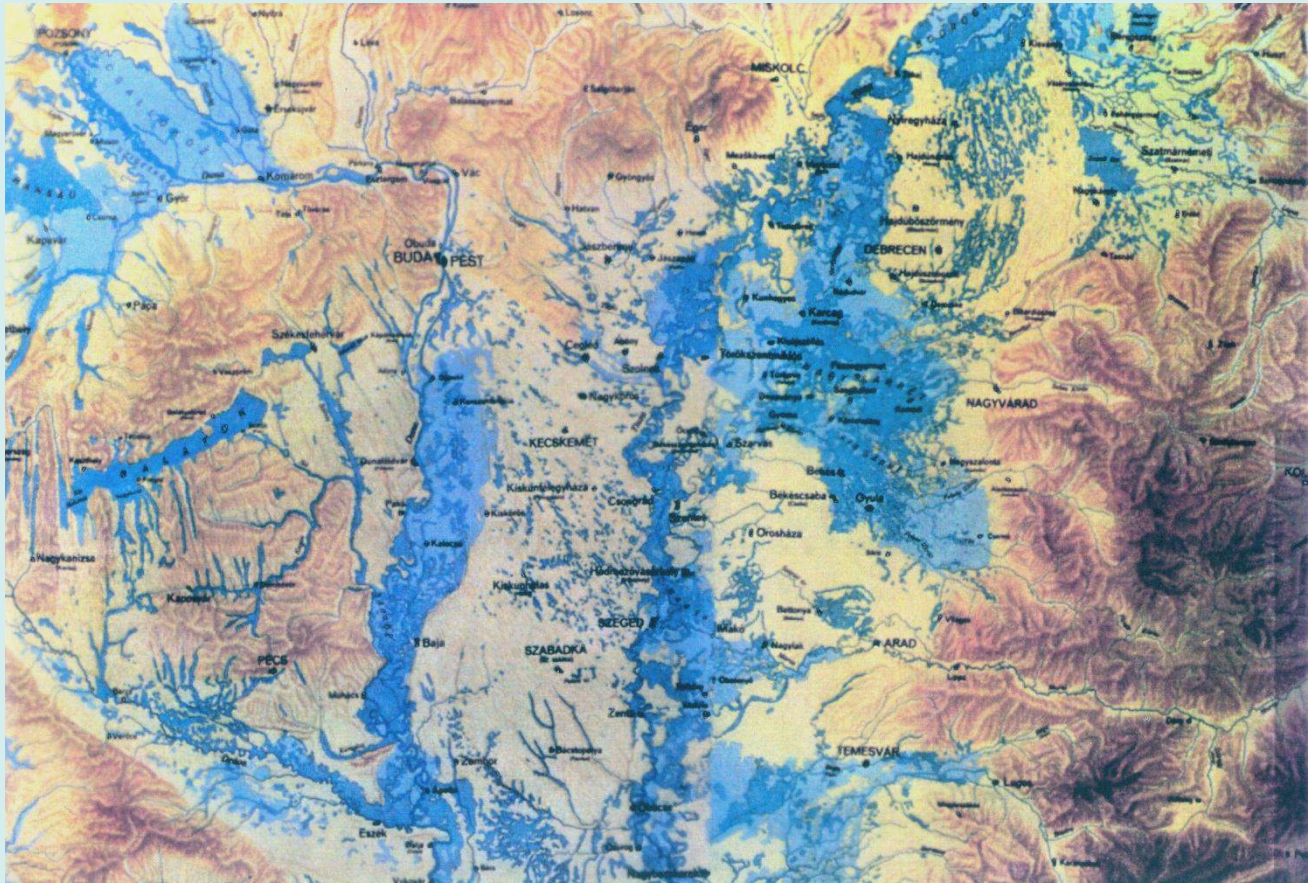
A rendelkezésre álló több ezer izotóphidrológiai adat összegyűjtése és feldolgozása folyamatban van. Újabb adatokkal történő kiegészítését és együttes értékelését – esetleg matematikai modell verifikálását – OTKA pályázat keretében tervezzük elvégezni.

Az Alföld hidrogeológia felépítése

- Az Alföld egy nagy üledékes medence, amely a harmad- és negyedkorban alakult ki.
- A pannóniai rétegösszletben található „termálvizes víztartót” egy gyakorlatilag vízzáró réteg választja el a felette lévő negyedkori rétegekben kialakult hidegvizes rétegvíz áramlási rendszerektől
- Az intenzív ivóvíz termelés fő forrása az alsó quarter rétegekben tárolt rétegvíz

Az Alföld regionális rétegvíz áramlási rendszerének koncepcionális modellje (Erdélyi M.)





***A vízföldtani kutatások során
leggyakrabban vizsgált környezeti
izotópok:***

Trícium (^3H)

- 50 évnél fiatalabb felszín alatti víz (ill. ilyen komponens) kimutatása, vízbázisok védettsége
- Felszín közeli vízáramlási sebességek számítása
- Beszivárgás becslése

Stabil szénizotóp arány ($\delta^{13}\text{C}$)

- ^{14}C vízkorok korrekciója
- Mélységi széndioxid eredete
- Édesvízi mészkő eredete, kiválási hőmérséklete

$^3\text{He}/^4\text{He}$ izotóp arány

- Földköpeny eredetű komponens
- Mélyreható törésvonalak
- 1945 után beszivárgott vizek korának meghatározása ($^3\text{H}/^3\text{He}$)

Stabil nitrogén izotóp arány *($\delta^{15}N$)*

- A vízben oldott nitrát eredete (szerves vagy szervetlen)
- Ammónium eredete (természetes vagy mezőgazdasági szennyezés)

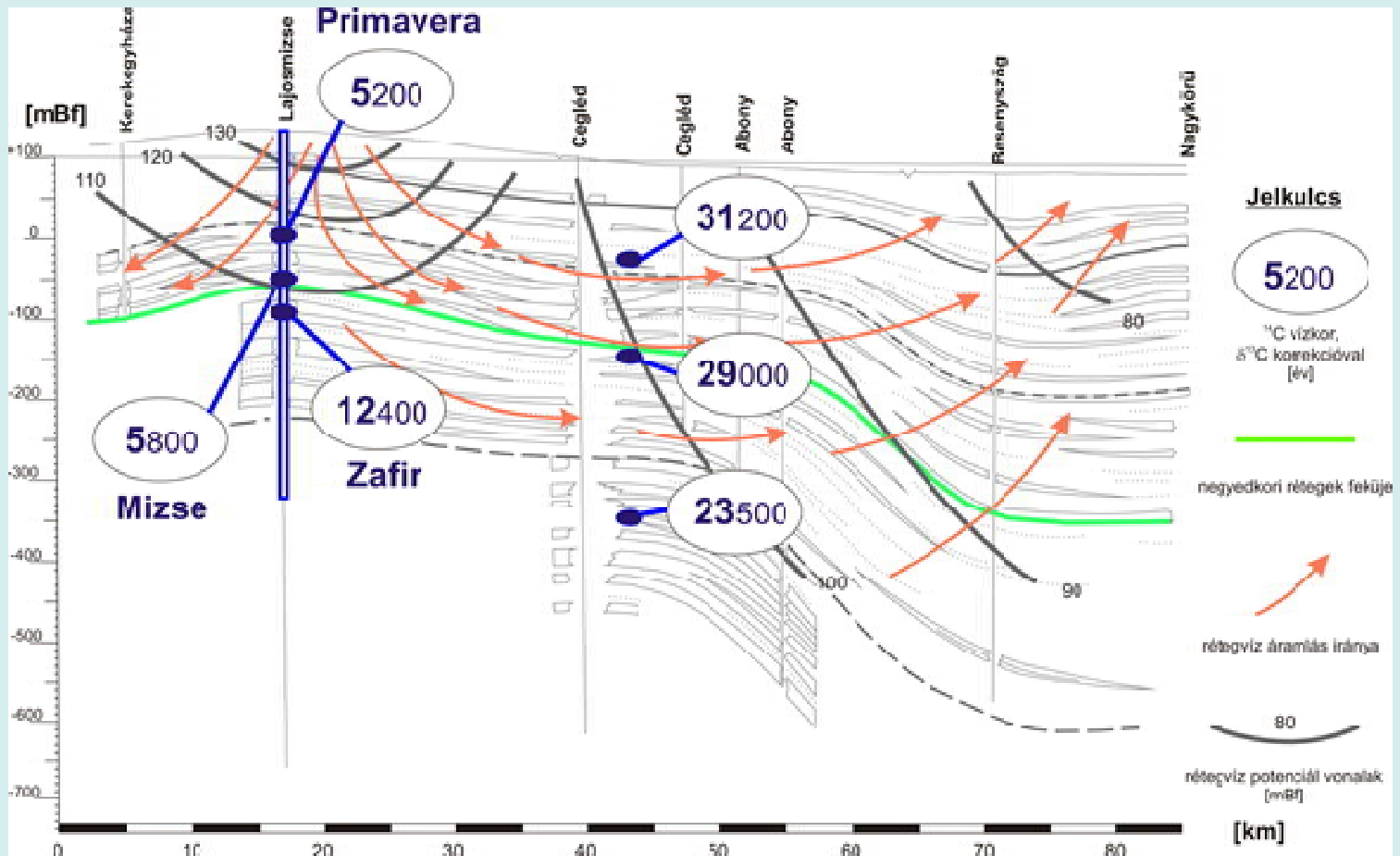
³⁶Cl

- Nagyon idős vizek korának becslése
- 1945 után beszivárgott víz kimutatása

egyéb nyomjelzők

- **Nemesgázok**
 - (Ne, Ar, Kr, He, Xe) beszivárgáskori hőmérséklet
 - Rn: mély törésvonalak, vízkeveredés
 - Hélium: vízkor becslése
- **Freonok (CFC-k)**
 - Vízkor becslése
 - Friss komponens kimutatása

Lajosmizsei rétegvizek



A Primavera és a Mizse kutakhoz a rétegvíz átlagosan **30 mm/év** vertikális sebességgel áramlik a talajvíz irányából. Ennél lényegesen kisebb (mindössze **6 mm/év**) a Zafir kúthoz továbbáramló rétegvíz sebessége. Ez arra utal, hogy a 150-200 m mélységbe leszivárgott rétegvíz nagyobb része – a Zafir és a Mizse kutak között lévő, rossz vízvezető réteg miatt - nem lefelé folytatja útját, hanem oldalirányban eláramlik a területről.

Látszólagos ellentmondás

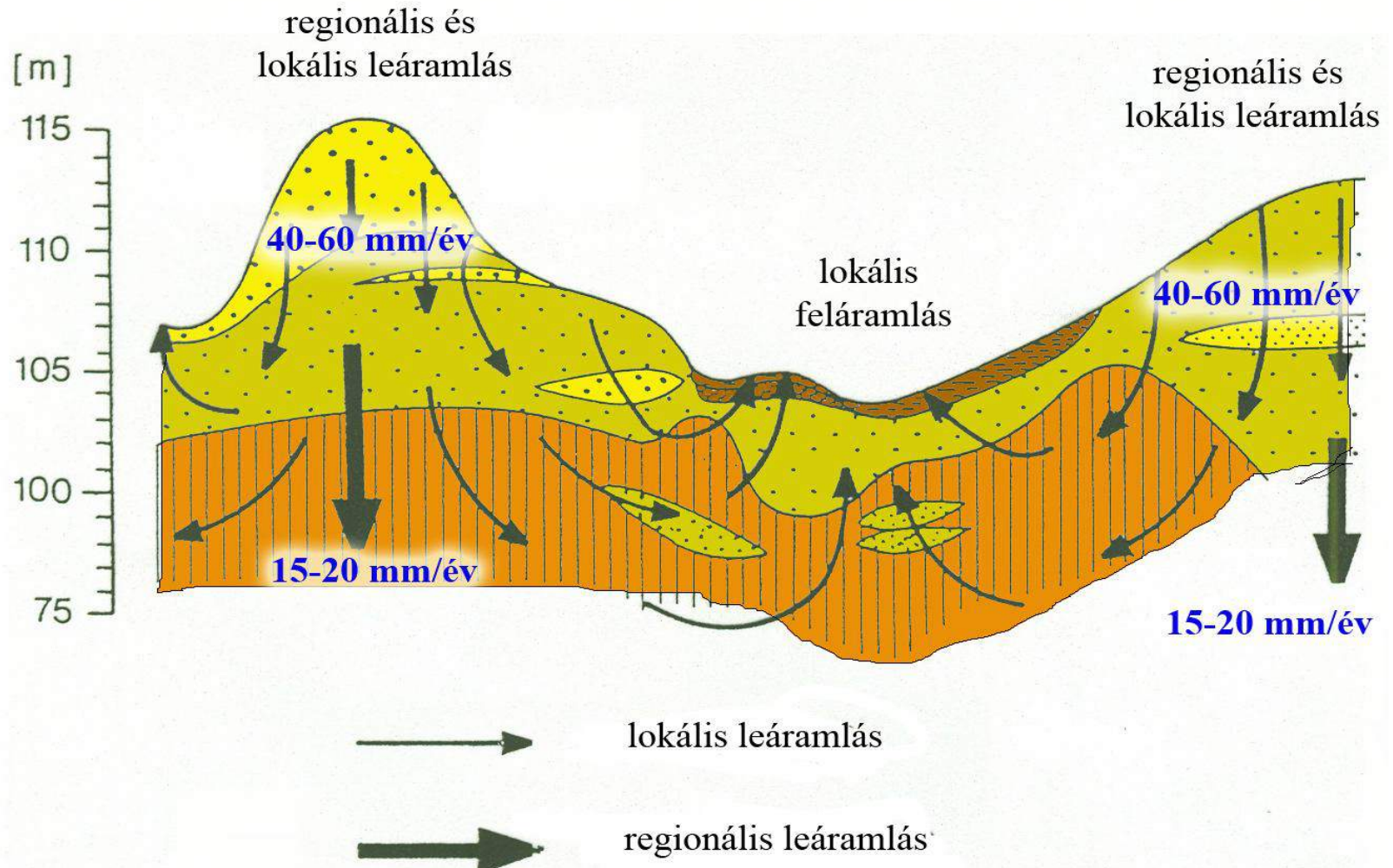
A beszivárgás becslése trícium profil alapján (Duna-Tisza közti hátság):

40 – 60 mm/év

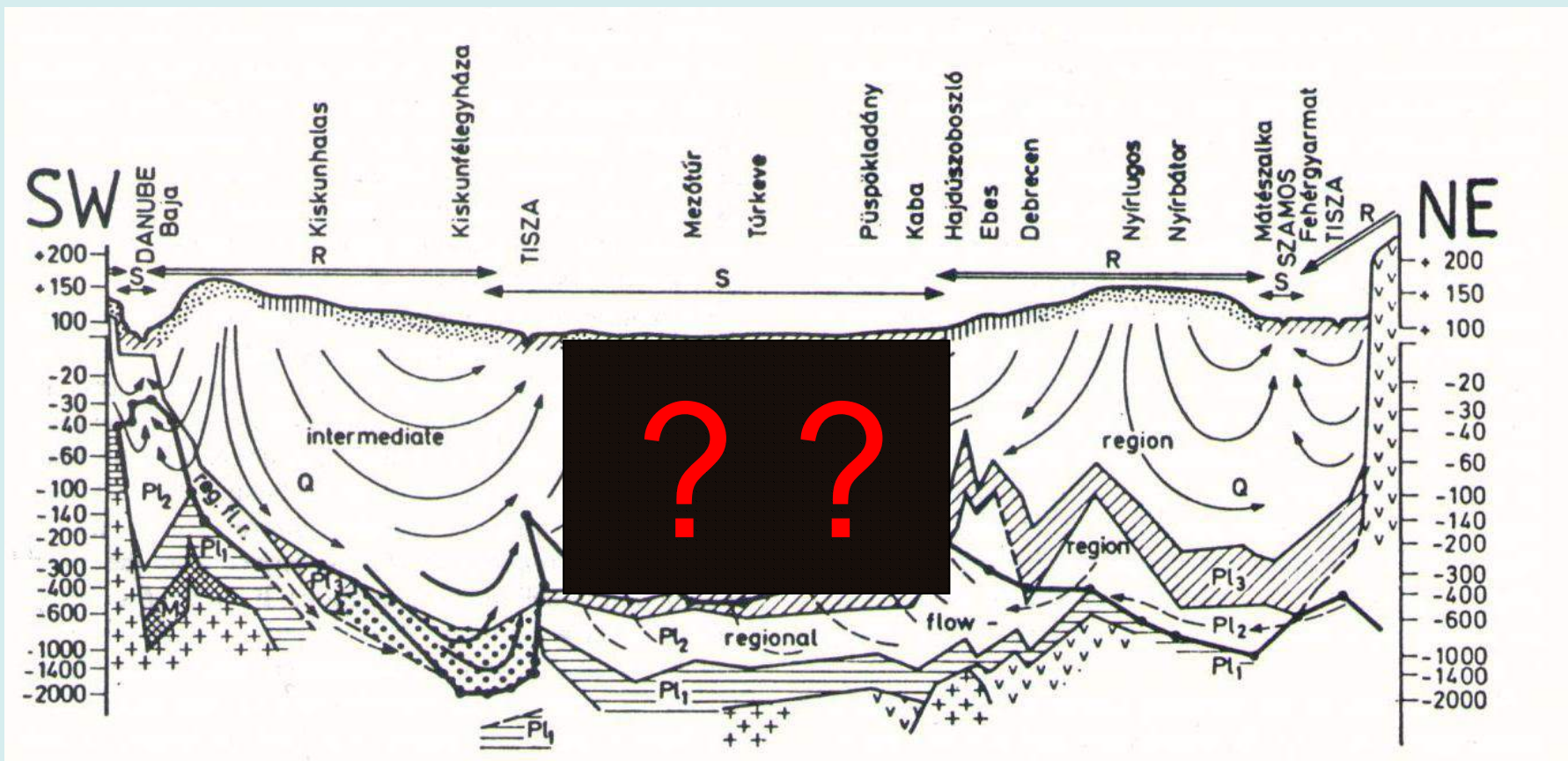
A vertikális rétegvíz áramlás a pleisztocén rétegösszletben (^{14}C vízkorok alapján):

15 - 20 mm/év

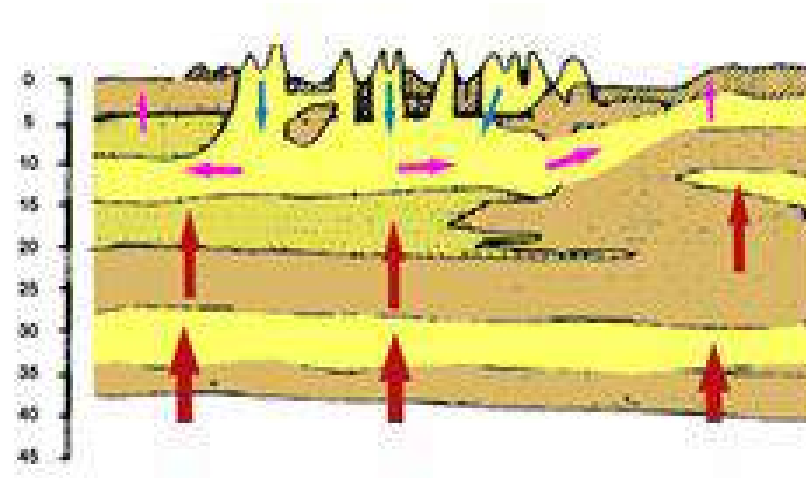
A lokális áramlások szerepe a Duna-Tisza közti hátságon

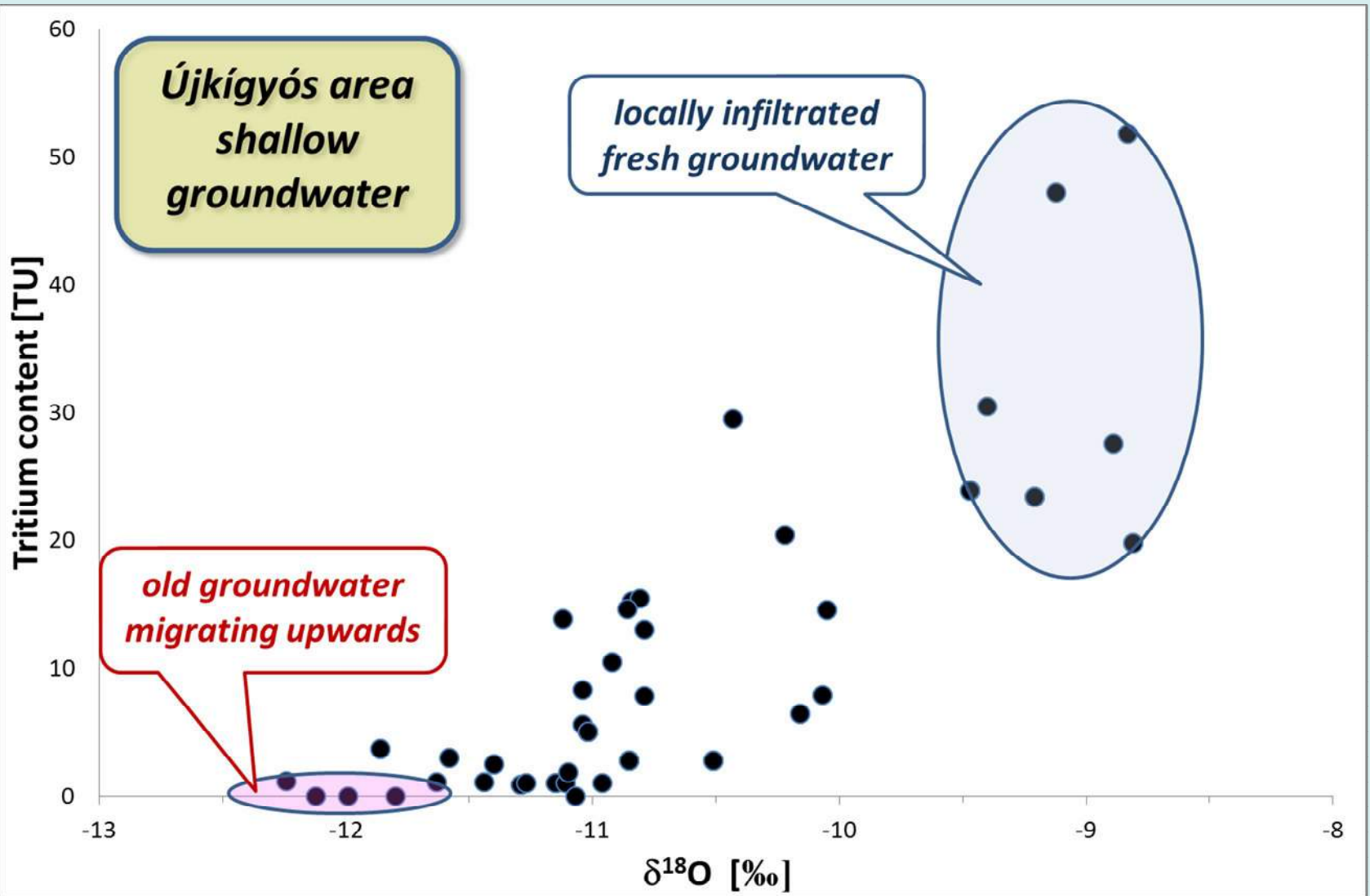


Az Alföld regionális rétegvíz áramlási rendszereinek koncepcionális modellje (Erdélyi M.)

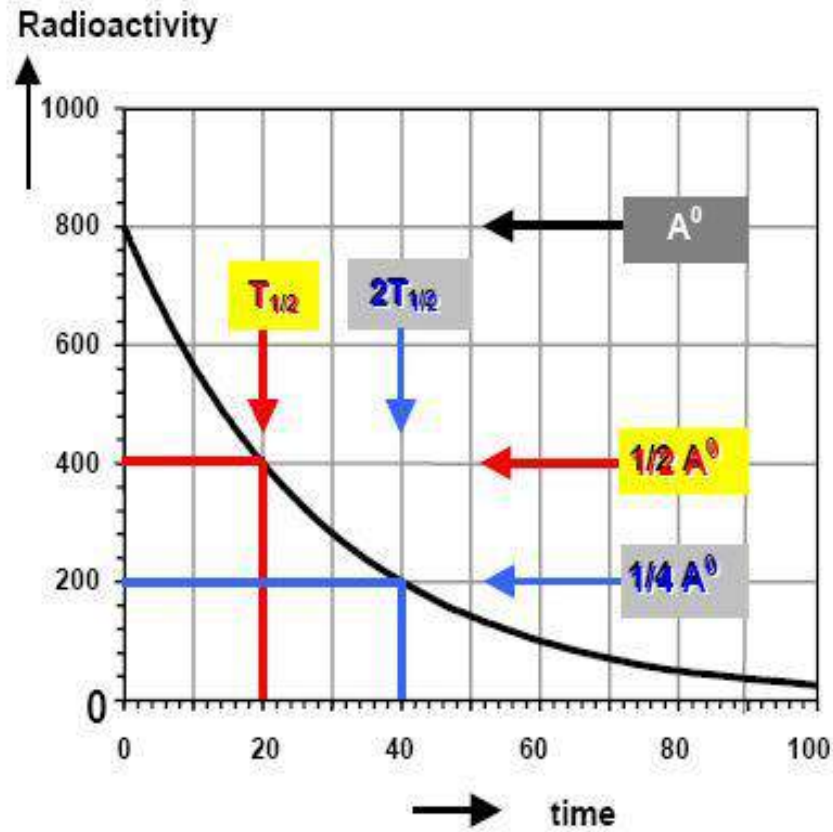


A talajvíz-rétegvíz keveredés elvi modellje





A radioaktív bomlás folyamata



A $\delta^{18}\text{O}$ térkép bizonyítja a vízkor adatok megbízhatóságát;

- a holocénben beszivárgott rétegvizek ($\delta^{18}\text{O} > -10,5 \text{ ‰}$) az utánpótlódási területeken található, ahol a vízkorok a legfiatalabbak (<tízezer év)
- ugyanakkor a jégkorszakban beszivárgott rétegvizek ($\delta^{18}\text{O} = -11 \text{ to } -14 \text{ ‰}$) az idős vízkorral jellemezhető megcsapolási területeken található

***Köszönöm
a figyelmet!***