

Hidrogeológia VIII.

**Papp Márton – Szanyi János – Kovács
Balázs**

szanyi@iif.u-szeged.hu

www.gama-geo.hu/kb/

A felszín alatti vízkészletek típusai és a
kitermelhető készlet számításának alapelvei

(parti szűrősű rendszerek, talajvíz, rétegvíz,
karsztos és repedezett rendszerek, hévizek)

A Kárpát-medence hidrológiai sajátosságai I.

- Időjárási és vízjárási szélsőségek
- Átlagos árvizek 2-3 évente
- Nagy árvizek 5-6 évente
- Egyenetlen csapadékeloszlás
- Átlagos aszályok 2-3 évente
- Súlyos aszályok 5-6 évente
- Árvíz-belvíz rendszeresen együttesen
- Nem ritka az aszály és árvízvédekezés egyidejűsége

A Kárpát-medence hidrológiai sajátosságai II.

- **Felszíni vizek vonatkozásában**

- „tranzit” jelleg, azaz az országot elhagyó vízfolyások vízkészlete 95%-ban határon túlról érkezik
- a vízhálózat az ország területének mintegy felét kitevő síkvidéki, alföldi részén ritka és egyenetlen
- az ország 42%-a védművek nélkül ártér
- vízfolyásaink döntően alsó szakasz jellegűek
- nagy vízfolyásainkra jellemzővé vált a medersüllyedés
- ország területének mintegy felét kitevő síkvidéki, alföldi részének csaknem harmada lefolyástalan, belvíz veszélyeztetett
- állóvizeink sekélyek, átlagmélységük 90%-ban még a 3m-t sem éri el (mennyiségi és minőségi érzékenység)

A Kárpát-medence hidrológiai sajátosságai III.

- **Felszín alatti vizek vonatkozásában**

- „medence-ország” jellegből fakadó vízbőség
- 95%-ban az ivóvízellátás bázisa
- az ivóvízbázisok 65 %-a sérülékeny és szennyeződés érzékeny
- jelentős a rétegvíztartók genetikus eredetű, ivóvíz szabvány határértéke fölötti komponens tartalma
- karsztvíz készletek kivételével kiegyenlített, évszak független a hozam
- termálvíz „nagyhatalom”

Felszín alatti vízkészletek osztályozása I.

Természetes vízkészlet: a természetes vízkörforgalomban résztvevő vízmennyiség.

- A természetes vízkészlet hasznosítás szempontjából két csoportra osztható:

A, hasznosítható készlet

B, nem hasznosítható készlet

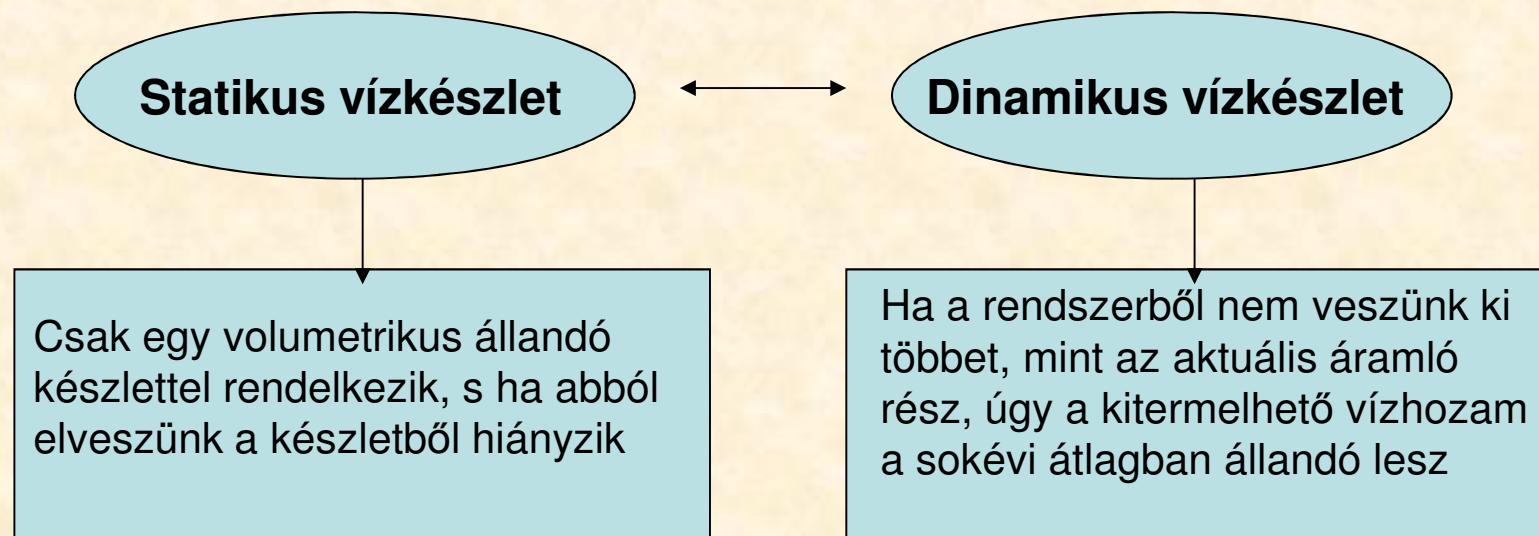
A természetes **statikus vízkészlet**:

az a térfogatilag meghatározható vízmennyiség, amely természetes körülmények között utánpótlódással nem rendelkezik → ez a készlet csak rétegek közé zárt, ennek megfelelően nyomás alatti lehet és egy állandó véges tömeggel rendelkezik.

- Az ilyen rendszerből történő víztermelés során a vízhozam a következő komponensekből tevődik össze:
 - a víz rugalmas tágulása révén felszabaduló vízhozam
 - gáz rugalmas tágulása révén felszabaduló vízhozam
 - kompakció révén felszabaduló vízhozam.

Felszín alatti vízkészletek osztályozása II.

- A természetes **dinamikus vízkészlet**: az a volumetrikus és áramló vízmennyiség amely természetes körülmények között utánpótlódással rendelkezik. Az utánpótlódási hozam a természetes vízforgalom hozama. A dinamikus készlet abban különbözik a statikus készlettől, hogy ha kitermeljük, a termelés során átalakult tároló a termelés megszűnése után újratöltődik.
- **Gazdaságosan kitermelhető dinamikus vízkészlet**: a természetes dinamikus vízkészletnek az a hányada, amelyet kitermelhetünk anélkül, hogy valamely terület természetes vízforgalmát vagy más hidrológiai vízbányászati jellemzőit károsan megváltoztatnánk.



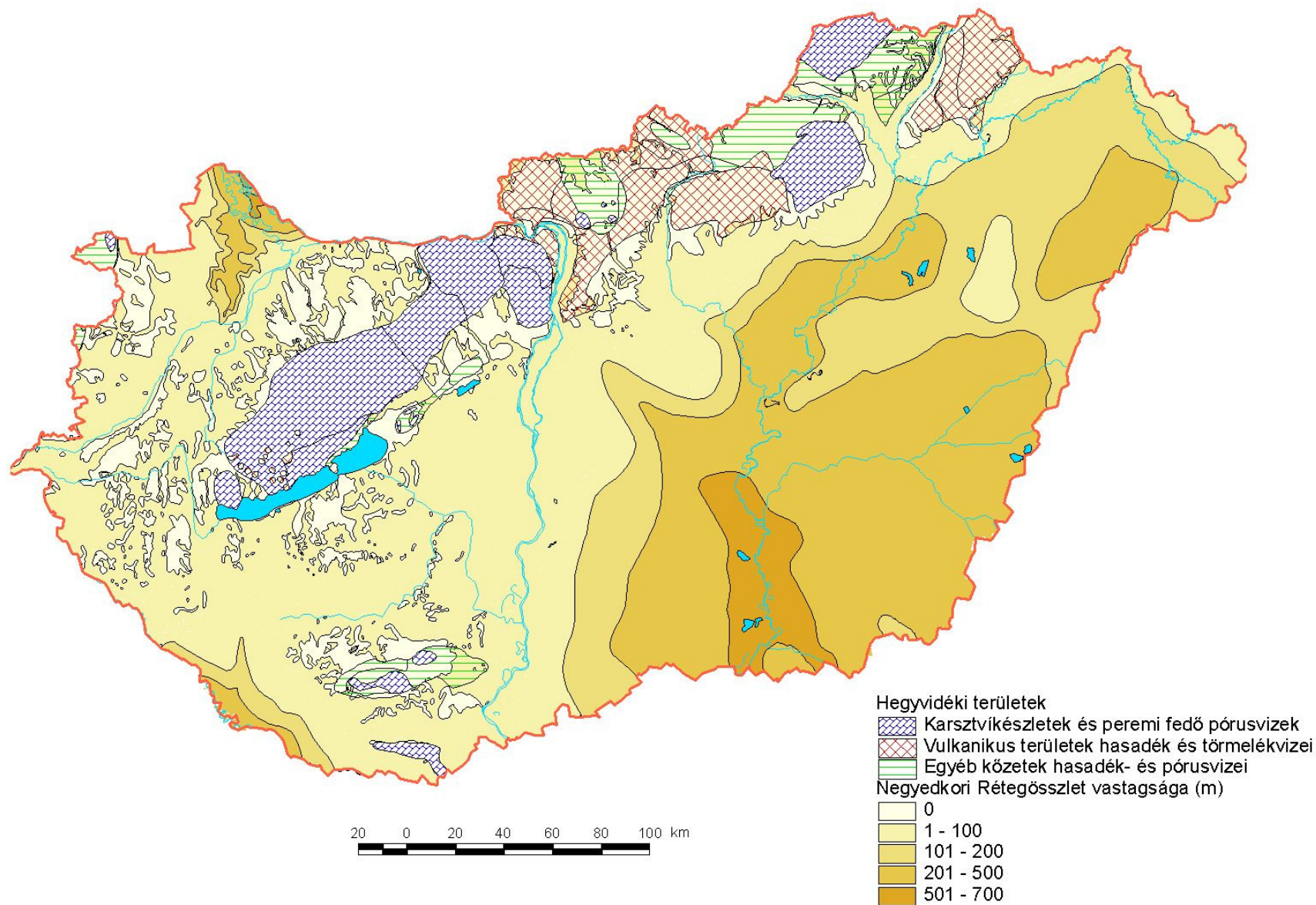
Felszín alatti vízkészletek osztályozása II.

- **Biztonságos hozam**: (safe yield) eredetileg a felszín alatti víztermelés és az éves utánpótlódás hosszú időtartamú egyensúlya.
- Később: egy vízadó formáció biztonságos hozama az, amelyet a víz mennyiségi és minőségi károsodása nélkül igénybe lehet venni.
- A „biztonságos hozam” koncepció alkalmazásának idején nem vették figyelembe a más vízadókkal való kapcsolatot és kölcsönhatást, valamint a környezeti hatásokat. Ez több váratlan következménnyel járt, úgymint folyók, források, vizes élőhelyek kiszáradása, ökoszisztémák károsodása és a felszín alatti vizek szennyeződése.
- **Gyakorlatilag tartós hozam**: (practical sustained yield) az a hozam, amely évenként kivehető anélkül, hogy nemkívánatos hatások lépnének fel, ezért nem haladhatja meg a sokévi utánpótlódás átlagát. Előfordulhat, hogy egyik évben többet termelnek ki, mint az utánpótlódás, de átlagosan ki kell egyenlítődnie a táplálásnak és a megcsapolásnak.
- **Fenntartható hozam**: (sustainable yield) A vízkészletek fenntartható használata nem csak a készletek túlhasználatának elkerülését, hanem a természeti környezet védelmének feladatát is jelenti.

Vízkivételi források

- **Üzemelő** vízbázisok:
közüemi ivóvízellátás
jelenleg is folyik
 - Parti szűrésű
 - Talajvizes
 - Rétegvizes
 - Karsztvizes
 - Egyéb
- **Távlati** vízbázisok:
stratégiai tartaléknak
kijelölt vízbázisok
 - Parti szűrésű
 - Talajvizes
 - Talaj- és rétegvizes
 - Rétegvizes
- **Felszíni** ivóvízbázisok:
 - Vízfolyásból
 - Völgyzárógátas tározóból
 - Balatonból

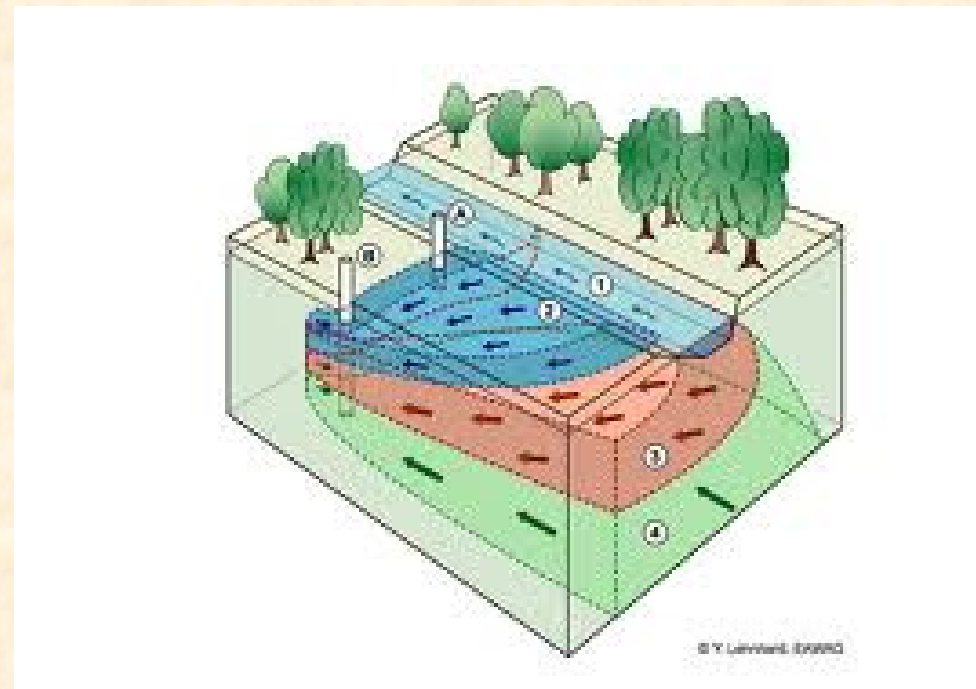
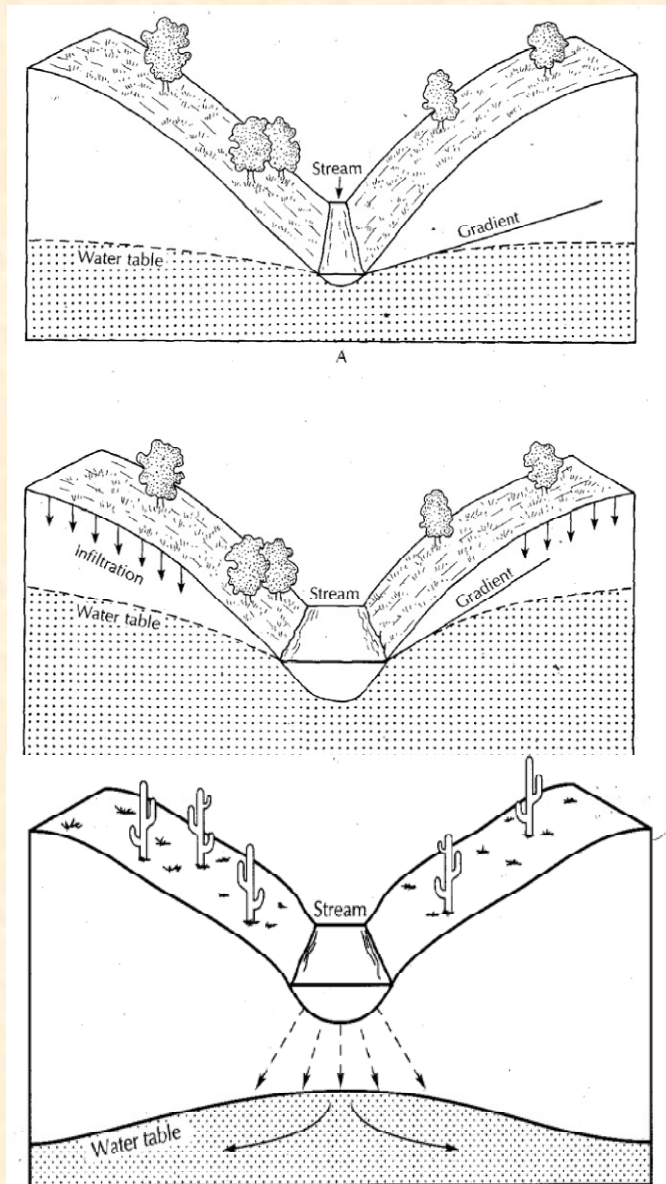
Vízbeszerzési lehetőségek képződmények szerint



Parti szűrészű vízkészletek



Parti szűrészű vízkészletek I.

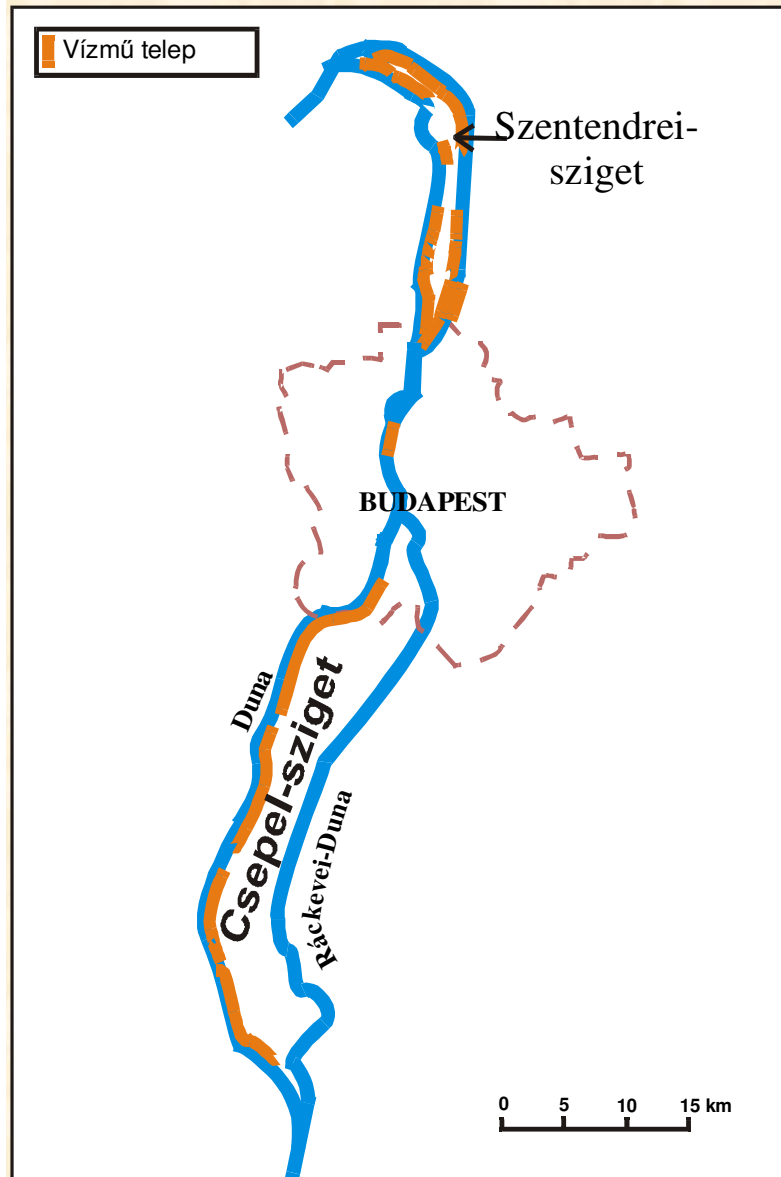


Parti szűrésű vízkészletek II.

- Utánpótlódásának nagy részét valamelyik felszíni vízből (folyó vagy állóvíz) kapja.
- A mederrel folyamatos hidraulikai kapcsolatban áll (megcsapol vagy visszatáplál)
- Tekinthető a felszíni vízkészlet részének is
- Kitermelési módja és a kitermelt víz minősége azonos a felszín alatti vizekével
- A vízbázisok telepítése:
 - jó vízvezető, vastag pleisztocén réteg
 - mosott partszakasz
 - adott terület készletét értelmesen megválasztott depresszió mellett $\text{m}^3/\text{s}/\text{fkm}$ -ben adhatjuk meg
- Parti szűrésre alkalmas területek
 - Duna-part:(Szigetköz, Duna Bp. környéki szakasza)
 - hordalékkúpok (Sajó, Hernád, Bódva), parti szűrésű vízkészletek 80%-a a Duna mentén található
- A vízkészlet mennyisége az országban:
 - $76 \text{ m}^3/\text{s}$ korlátlan utánpótlódást feltételezve
 - $51 \text{ m}^3/\text{s}$ valós helyzetet feltételezve (mértékadó vízkészlet)

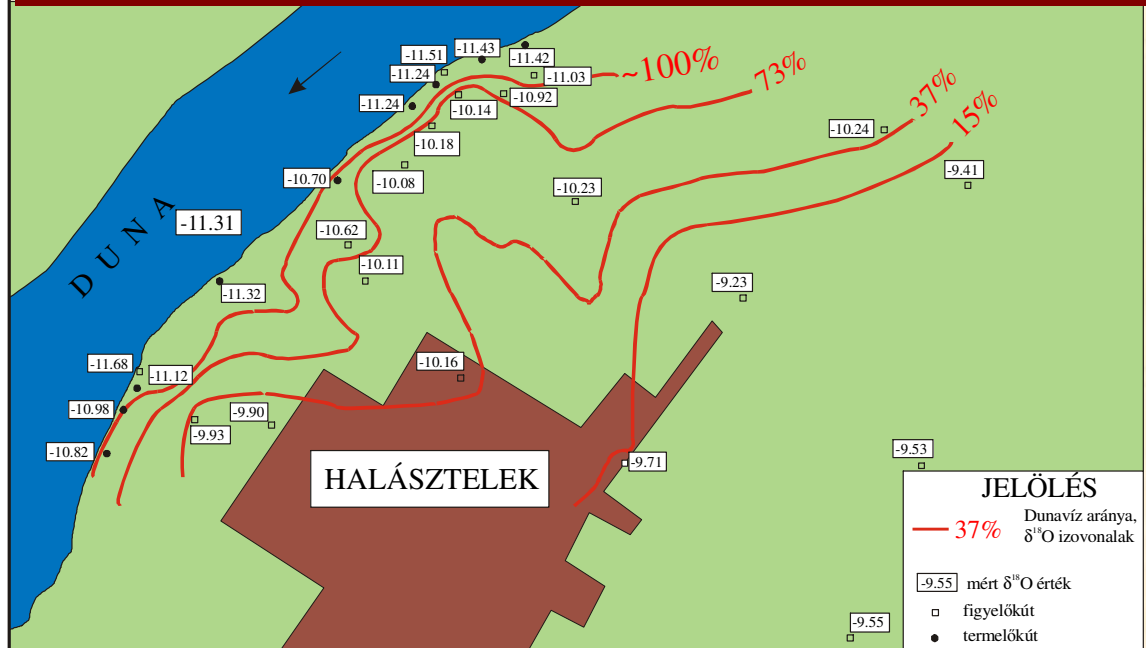
Parti szűrészű vízkészletek III.

Budapest (Fővárosi Vízművek) parti szűrészű vízművei és a reménybeli területek

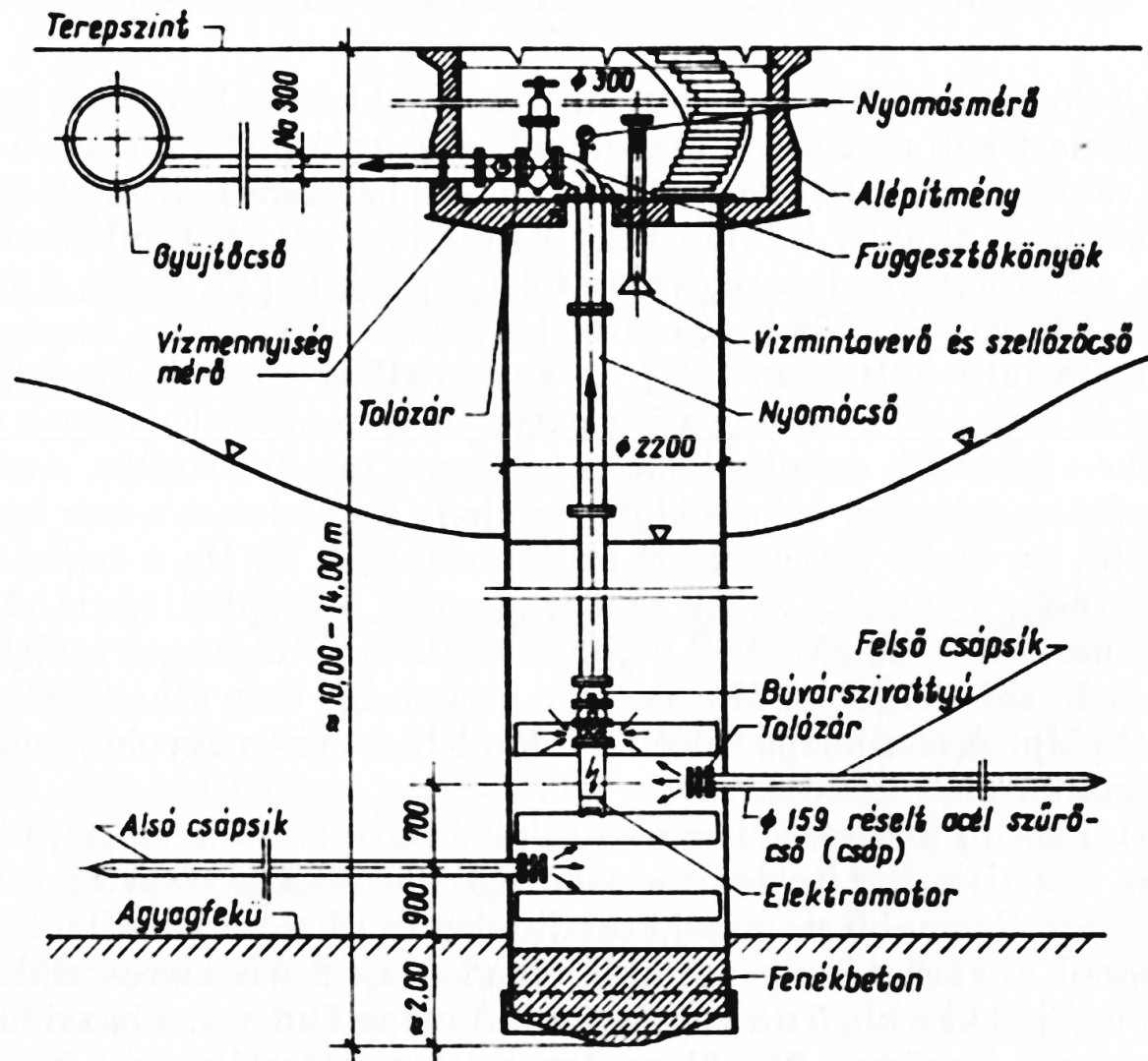


Vízháztartás egyenleg alacsony és magas vízállásnál, Csepel-sziget északi része

A víz eredete	A Duna vízszintje	
	Alacsony	Magas
Duna	87,80 %	91,00 %
Csapadék	10,82 %	7,83 %
Kavicsos-tó	1,37 %	1,16 %
Fömláramló idős rétegvíz	0,01 %	0,01 %



Csápos kút



Parti szűrészű vízkészletek IV.

Felszíni vízből

- depresszió a kútban, galériában
- a kút, galéria kiképzése, ellenállása
- a szűrőzött szakasz hossza, a csápok működő részeinek hossza
- a másodlagos szűrőváz vízvezető-képessége
- vízadó réteg vastagsága és vízvezető-képessége
- a meder körüli kolmatált zóna vastagsága és vízvezető-képessége
- a meder távolsága a kútsortól, galériától stb.

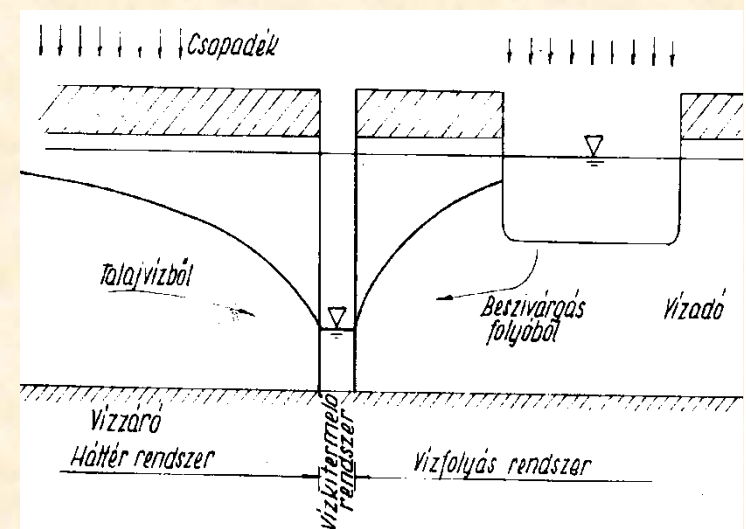
Háttér felől:

- depresszió a kútban, galériában
- a kút, galéria kiképzése, ellenállása
- a szűrőzött szakasz hossza, a csápok működő részeinek hossza
- a másodlagos szűrőváz vízvezető-képessége
- vízadó réteg vastagsága és vízvezető-képessége
- a folyó vízszintje (alacsony vízszint esetén nagyobb)
- a teraszréteg kiékelődési határának távolsága

Csapadék

- a hatásterület nagysága
- a csapadék eloszlása, intenzitása
- a maradó beszivárgás nagysága
- felületi lefolyás nagysága
- evapotranszspiráció

Utánpótlódás forrásai



Parti szűrősű vízkészletek VI.

Készlet számítása(galériaként)
feltételezve a háttértáplálás alárendeltségét)

nyílttükrű rendszerben:

$$q = k \frac{H^2 - h_0^2}{2R}, \quad Q = qL$$

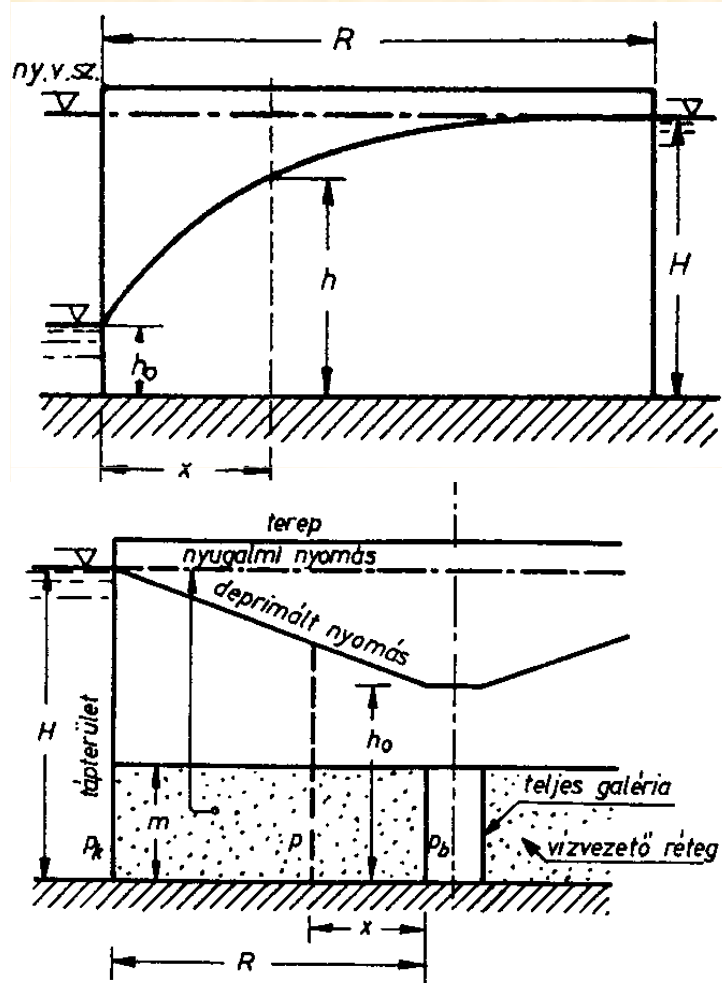
A maximálisan kitermelhető készletet $h_0=0$ feltételezéssel a KÖV -nek megfelelő H nyomásszinttel számítjuk ki.
A valóságosan kitermelhető készletet a földtani képződmények geometriájának megfelelően megadott $s_0=H-h_0$ maximális depresszió mellett számítjuk ki.

zárttükrű rendszerben:

$$q = km \frac{H - h_0}{R}, \quad Q = qL$$

A maximálisan kitermelhető készletet $h_0=H-m$ feltételezéssel a KÖV -nek megfelelő H nyomásszinttel számítjuk ki.

A valóságosan kitermelhető készletet a földtani képződmények geometriájának megfelelően megadott s_0 maximális depresszió mellett számítjuk ki.



Parti szűrősű készletek védelme I.

Vízfolyás felőli védelem:

- megfelelően telepített vízmű, még szennyezett felszíni víz esetén is jó minőségű vizet szolgáltat.
- lassú szűrés jelensége
- ammónia: anaerob közeg, ezért ammónia nem bomlik le
- baktériumok (egyes szerzők szerint vírusok): lassú szűrés esetén kiszűrődnek, illetve a biológiai hártva kialakulása esetén megkötődnek
- nehézfémek: csak a pH függő mobilitás határozza meg a fémek kutakba jutását

Védekezés módjai:

- a meder fenéken történő beszivárgás sebességének korlátozása, csökkentése
- a vízfolyástól való kúttelepítési távolság megtartásával
- a teraszbeli tartózkodási idő növelésével
- a galériák vízhozamának csökkentésével

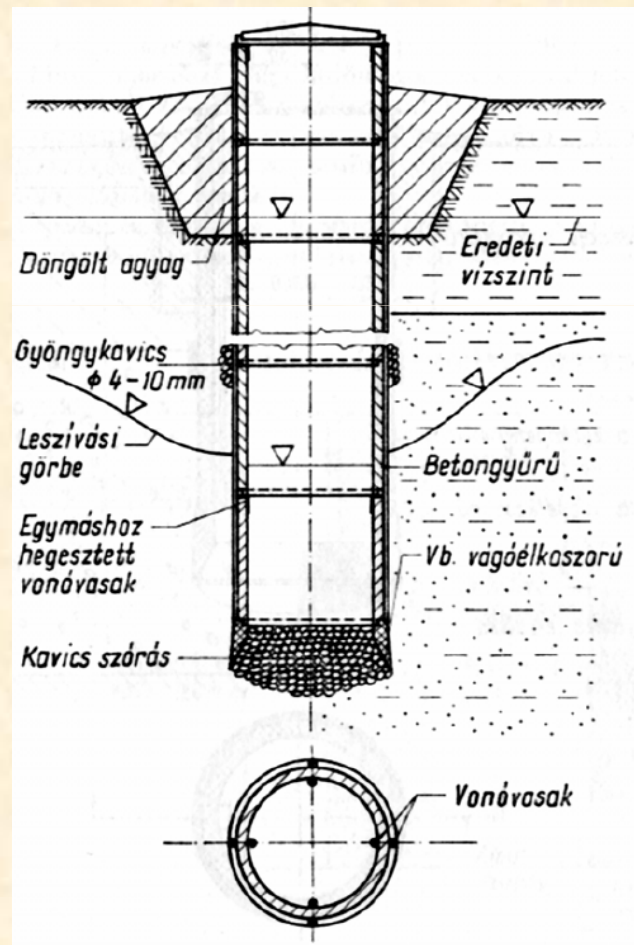
Ajánlások:

- A mederfenéki beszivárgás maximális sebessége: 0,25 m/nap
- A teraszbeli tartózkodási idő szükséges minimális értéke: 30 nap

Parti szűrősű készletek védelme II.

- **Háttér felőli védelem:**
- A szennyeződés eredete:
 - lakóterület szikkasztott szennyvizei
 - mezőgazdasági művelés szennyező hatása (agrokémia)
 - hatásterület ipari létesítményeinek szennyezése
 - a vízadó rétegben fellelhető szennyező anyagokból
- A szennyezés akkor jelentős, ha a galéria utánpótlásában a nagyobb szerepet a háttér veszi át, jelei:
 - a felszíni víz vízszintje alacsony, a galéria hozama lecsökken
 - egyes komponensek nagyobb koncentrációban jelennek meg, mint a felszíni vízben
 - talajvízkomponensek jelennek meg (nitrát, foszfát)
 - víz keménysége erősen megnövekszik
- A háttér-szennyezések ellen védett terület jellemzői, a védekezés módjai
 - 1, passzív:
 - a teraszréteg lehetőleg ne legyen széles
 - a víztermelő létesítményeket a folyóhoz a lehető legközelebb kell telepíteni
 - mosott part kedvező, mert kisvíz esetén sem távolodik el a partél a kutaktól
 - 2, aktív:
 - a háttér felőli vízbeáramlás kizárása műszaki létesítménnyel (résfal, függönyfal)
 - a védőterület lehatárolása, azon a szennyező-források felszámolása, óvó intézkedések fogantatosítása
 - védő kútsor telepítése
 - időszakosan üzemelő kútsor beindítás előtti tisztítószivattyúzása

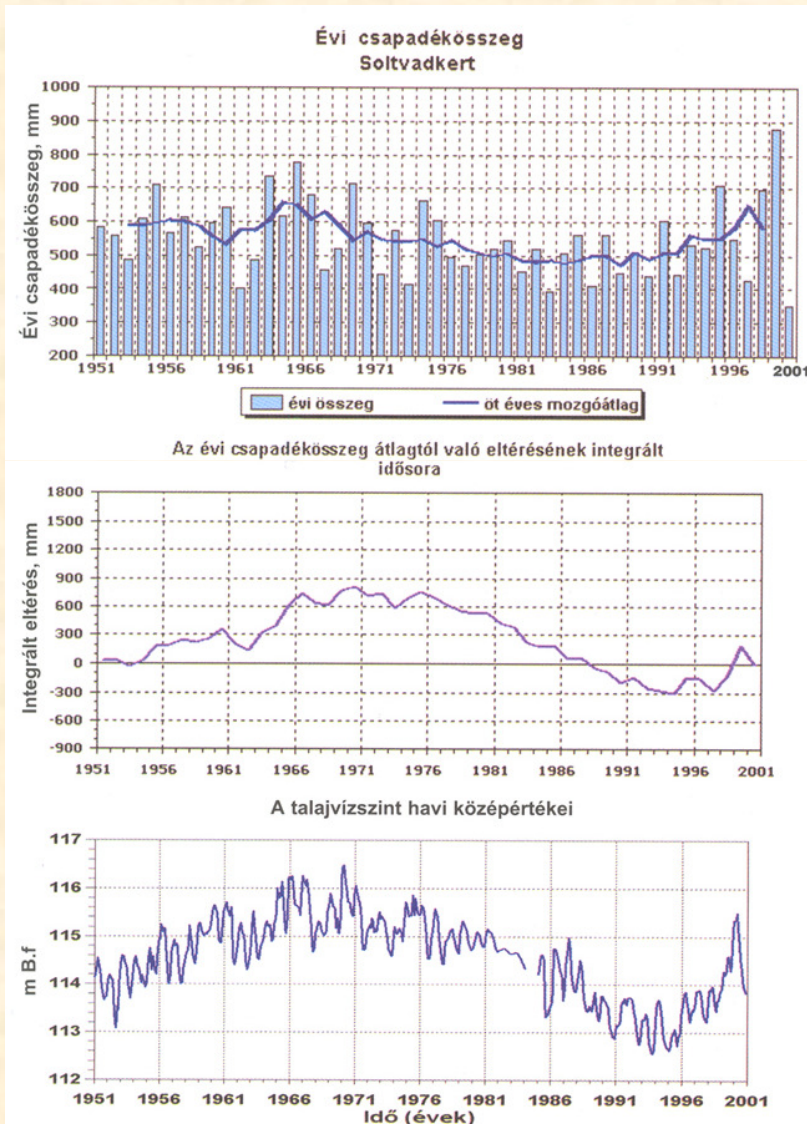
Talajvízkészletek



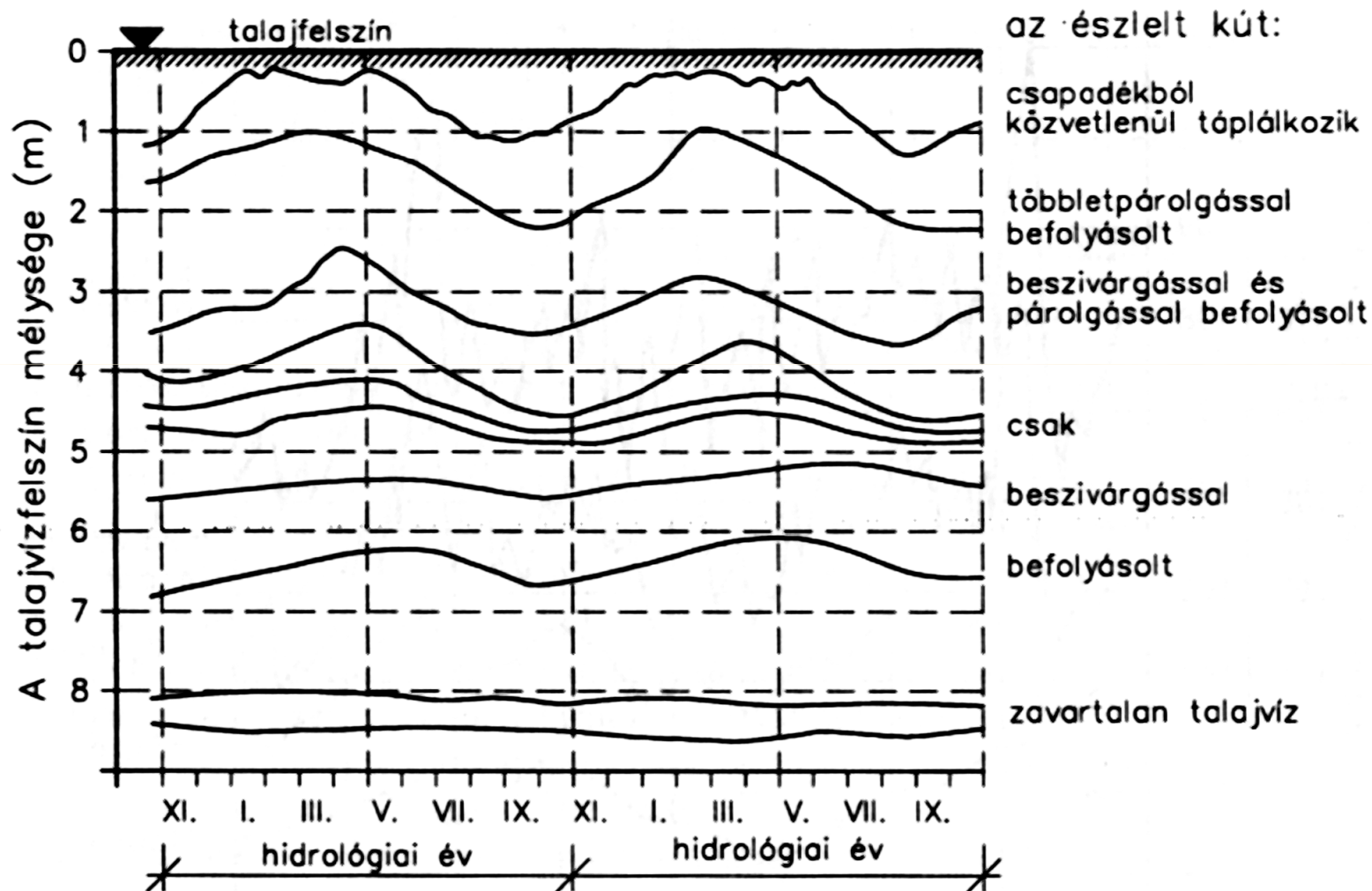
Talajvízjárás

Talajvíz jellemzői:

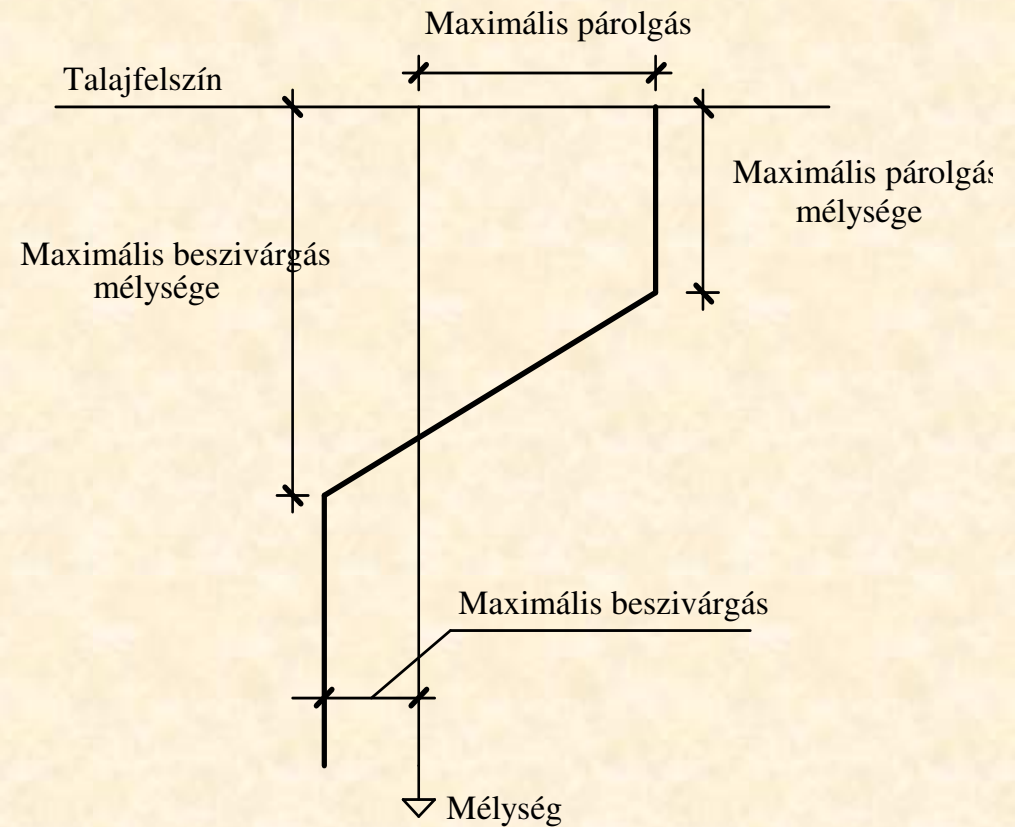
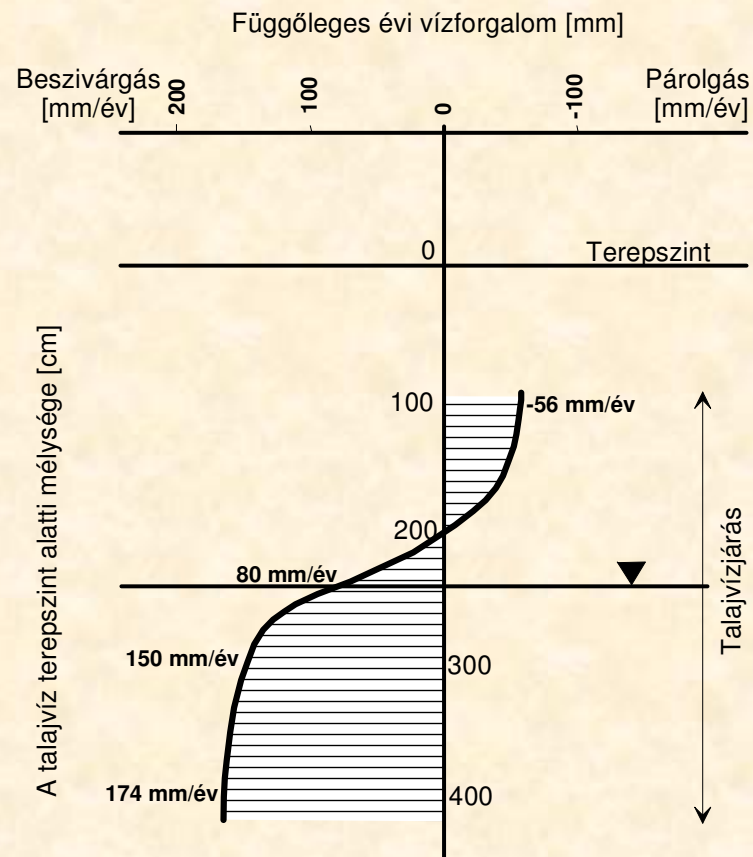
- felszín közeli rétegekben található
- készletét a felszíni tényezők befolyásolják
- az első vízrekesztő rétegig tart, alsó lehatárolása nem egyértelmű
- általában nyílt tükrű, ritkábban enyhén nyomás alatti a rendszer
- évi járása: téli hullámhegy, nyári hullámvölgy



A talajvízjárás a mélység függvényében



A talajvíz-háztartási jelleggörbe



Talajvízkészlet meghatározása I.

Talajvízháztartás elemei:

- csapadékból való beszivárgás
- párolgás
- oldalirányú vízforgalom
- függőleges irányú vízforgalom

Csapadékból történő beszivárgás folyamata:

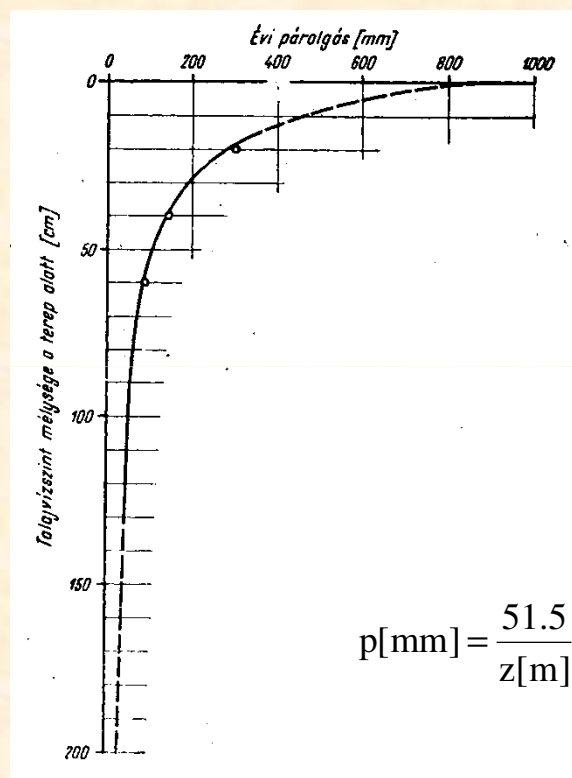
1. a felszínre hullott csapadék egy része elpárolog (evaporáció)
2. a csapadék egy része a domborzat miatt elfolyik, vagy adott területre gyülekezik össze
3. a ténylegesen beszivárgó csapadék egy részét a növények elpárologtatják, felhasználják (transzspiráció)
4. a csapadék a vízkapacitásig telíti a talajt, és csak ekkor indul meg a függőleges beszivárgás
5. a csapadék függőlegesen leszivárog a talajvízig, ami táplálja a talajvízkészletet.

Talajvízjárás mértéke függ:

- a szabad hézagterefogattól (n0 kicsi, ingadozás nagy)
- a talajvízszint közepes mélységétől (tv.szint magad, ingadozás nagy)

A talajvízfelszín párolgása függ:

- tv.szint mélységétől
- a fedő képződményektől
- a felszín közeli rétegek víztelítettségétől



A talajvíz maximális párolgásának mértéke a talajvízszint függvényében

Talajvízkészlet meghatározása II.

Álló talajvíz esetén:

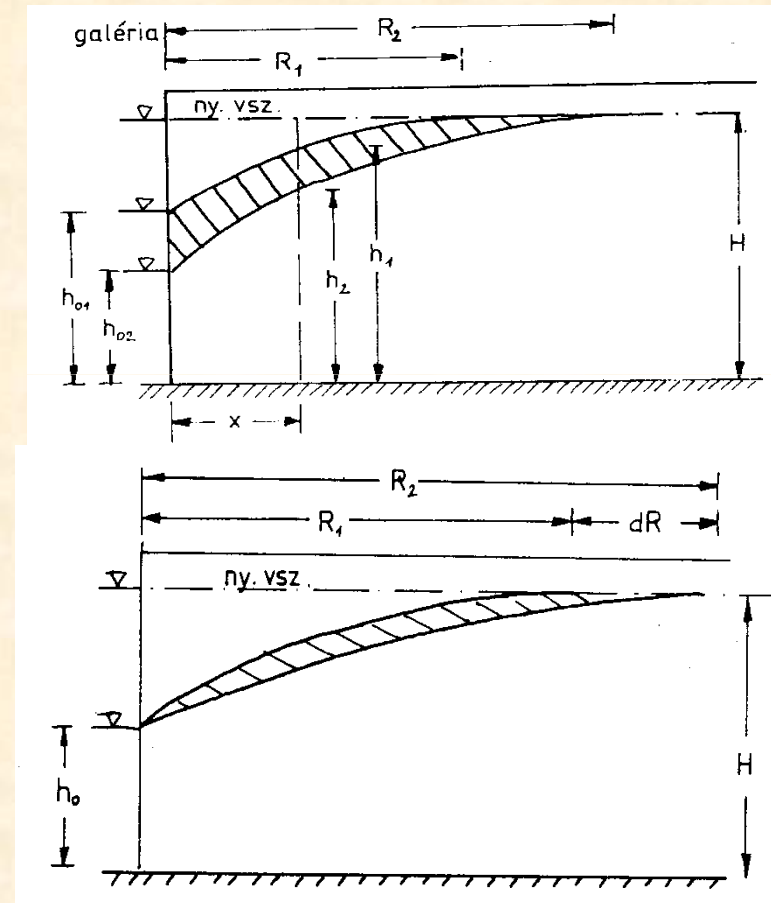
Alapelv:

- A vízszint süllyesztése során kitermelt statikus készleten túl a párolgás csökkenésével további dinamikus vízkészlet nyerhető.

Problémák:

- A területen nem süllyeszthető egyenletesen a talajvízszint
- A területen a talajvízszint csak kis mértékben, a vízadó vastagságának függvényében csökkenthető
- A párolgáscsökkenés által csak évi átlagban kis vízhozamok biztosíthatók.
- Altovszkij szerint egy teljes galéria párolgáscsökkenés miatti hozama:

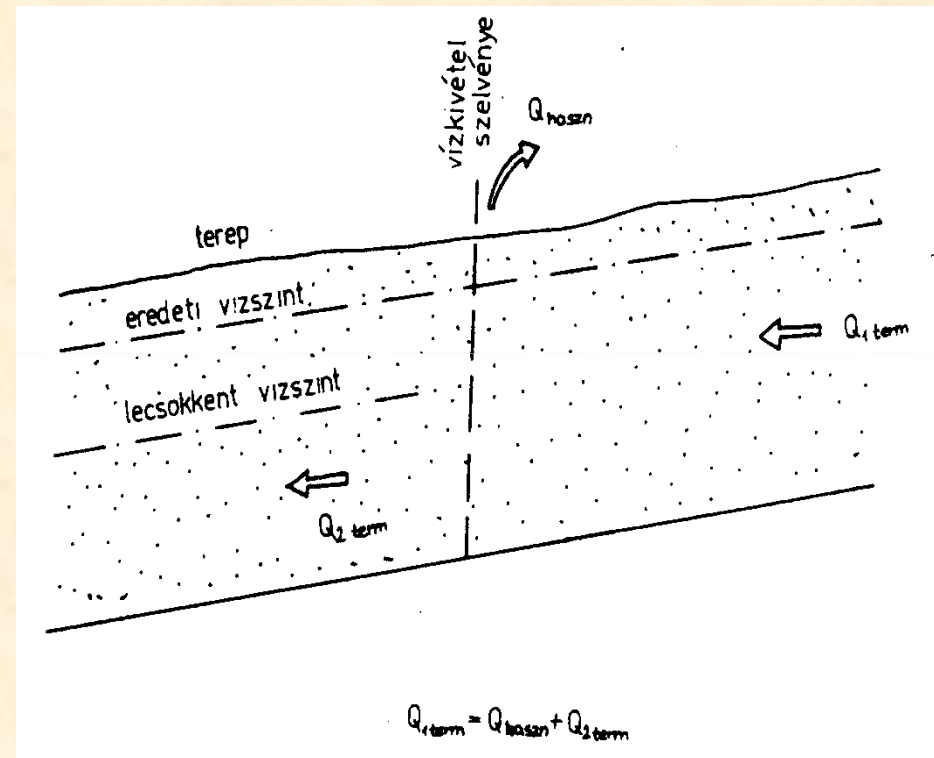
$$Q = \sqrt{ak \frac{2}{3} \left[y_0^3 - Hy_0^2 + \frac{H^3}{3} \right]}$$



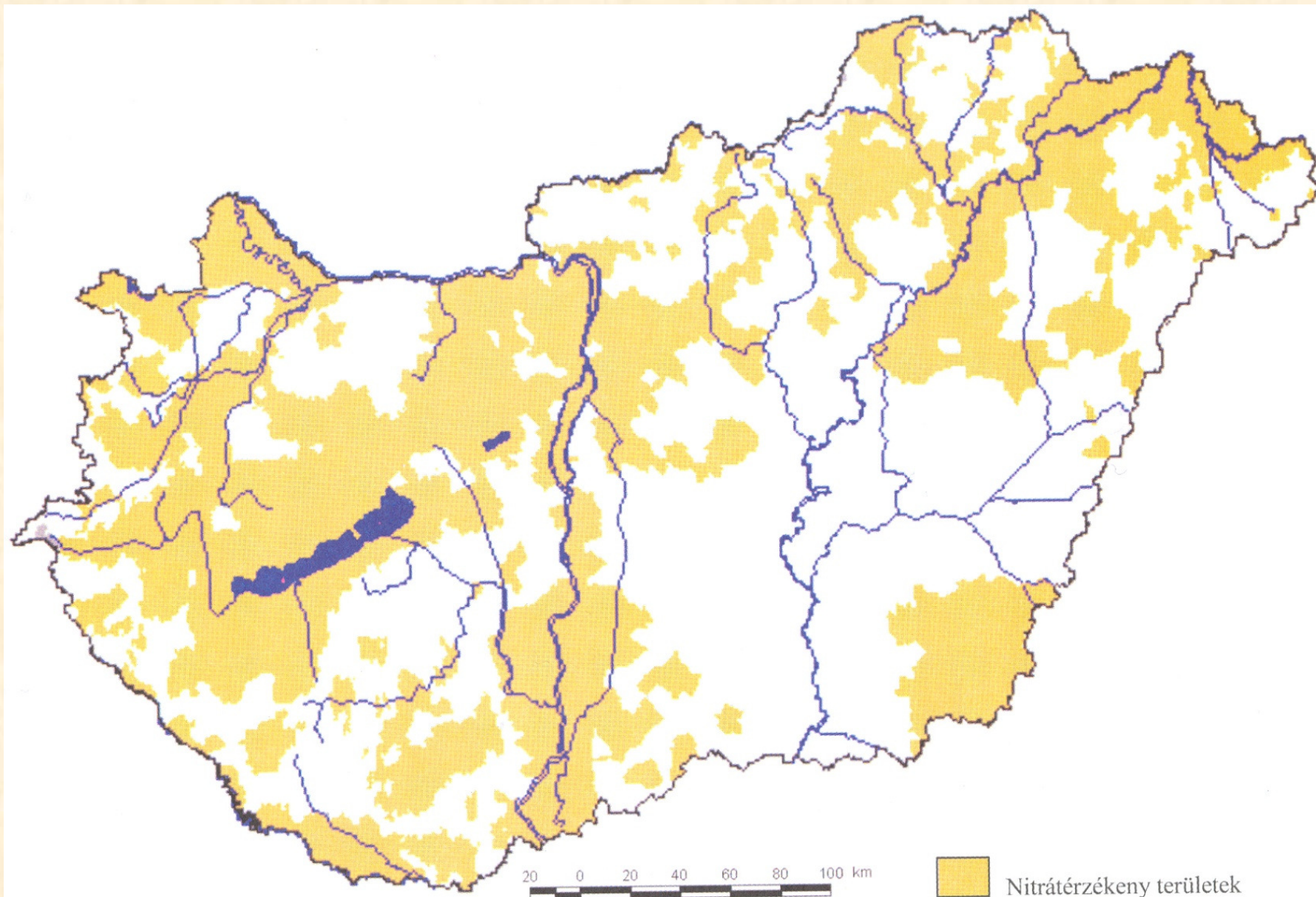
Talajvízkészlet meghatározása III.

- **Áramló talajvíz készlete:**

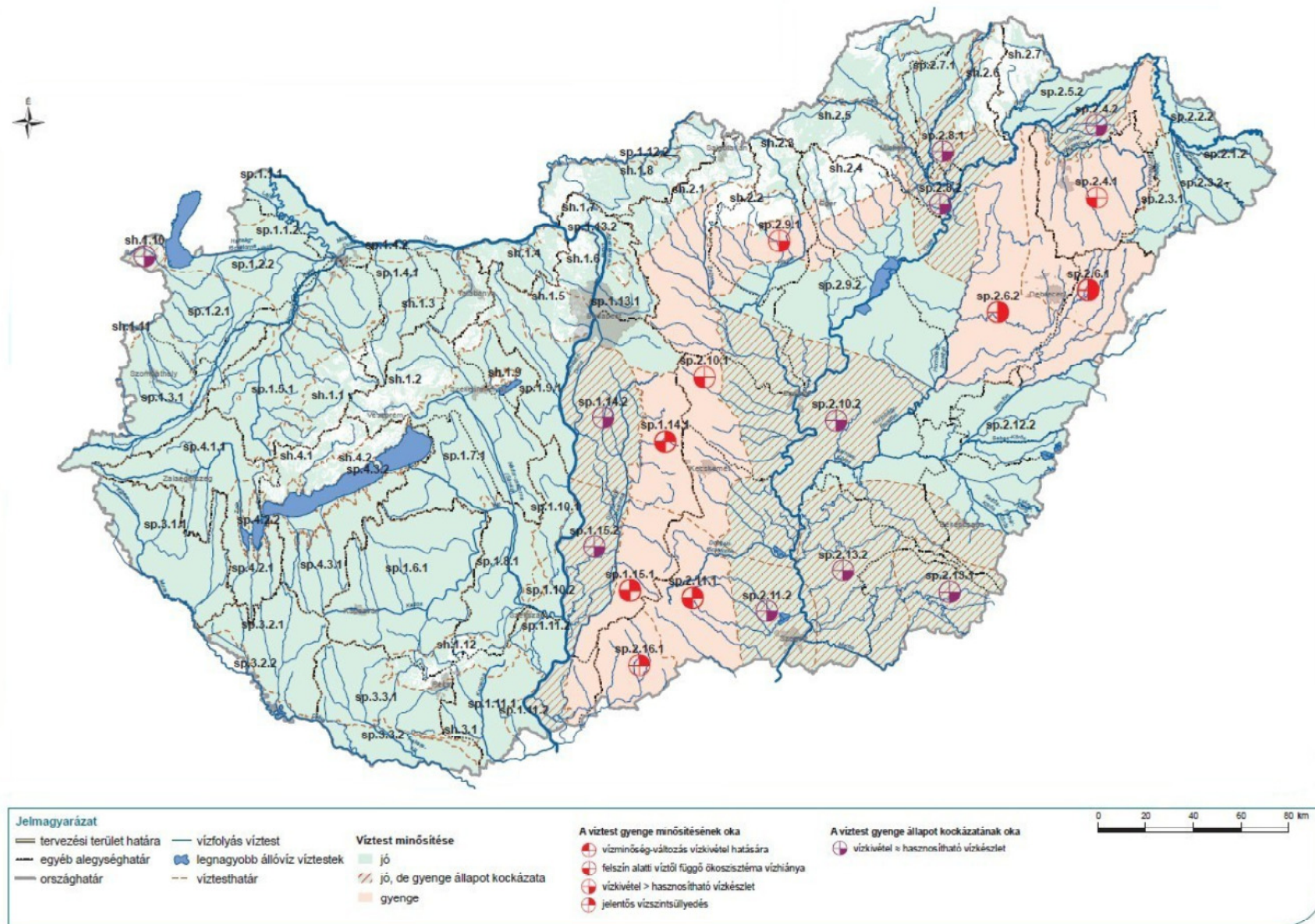
1. hidraulikus gradiens ismert dH/dx
2. átlagos szivárgási tényezőt meghatározzuk, $k_{\text{átl}}$
3. a szivárgás átlagsebessége
 $v = k_{\text{átl}} \cdot dH/dx$
4. meghatározzuk az áramlásra merőleges keresztmetszetet, F
5. $Q = F \cdot v$ a maximális dinamikus vízhozam



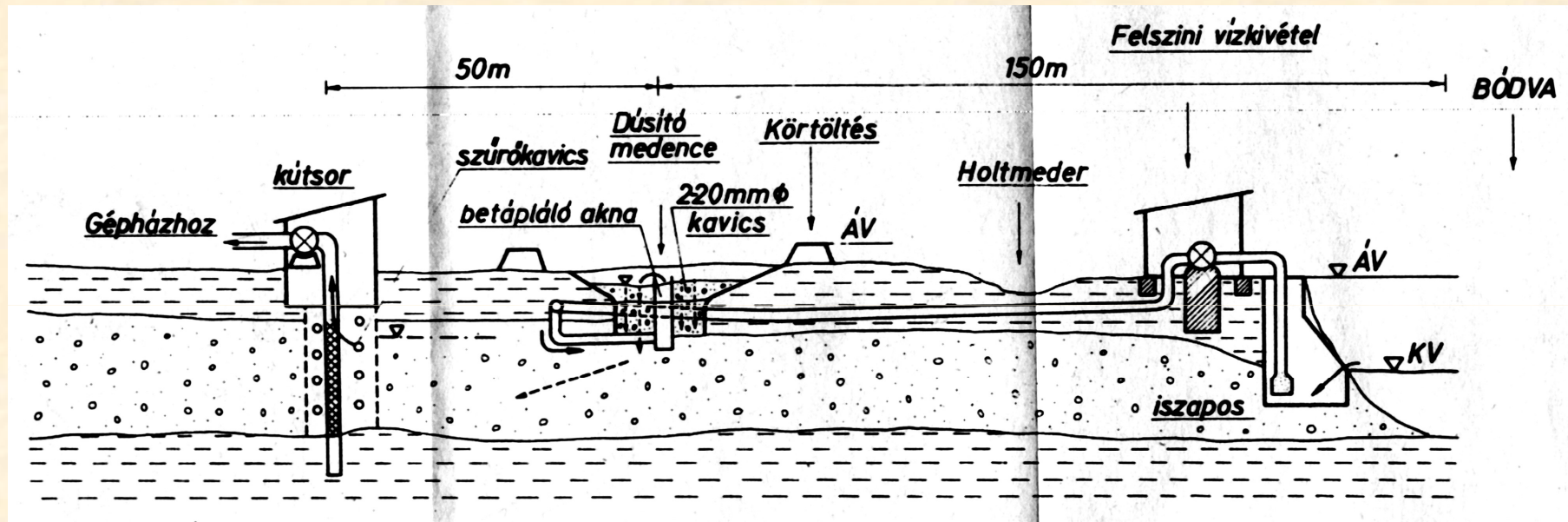
Nitrátos talajvizeink



Talajvízszint süllyedés



Talajvízdúsítás



Talajvízdúsító rendszer vázlata – Borsodsziráki vízmű

Borsodsziráki vízmű - talajvízdúsítás



Rétegvíz készletek



Rétegvíz készletek

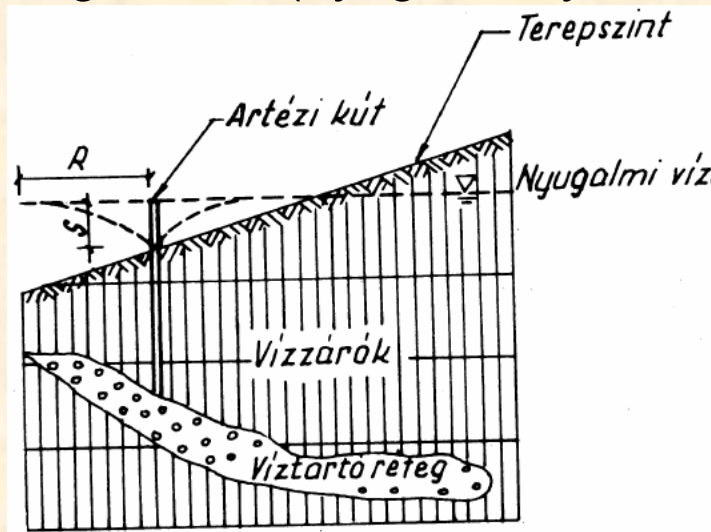
Rétegvíz-kutak típusai nyomásviszonyok alapján:

a, hidrosztatikai kút

b, rétegnyomásos kút

c, gáznyomásos kút

- pozitív kút (nyugalmi nyomásszint $>$ terepszint)
 - túlfolyó kút
 - nem túlfolyó kút
- negatív kút (nyugalmi nyomásszint $<$ terepszint)



A hideg rétegvíz-készletek jellemzői

Hideg rétegvizek vízádói:

- 50-500 m-es mélységközből
 - felső határfelület: talajvízadó zóna alsó határa
 - alsó határfelület: izoterm felület
- Legmegfelelőbb vízádók kor szerint:
 - pleisztocén vízadó rétegek
 - felsőpannon rétegek
- Az ország területének 2/3-án megtalálhatók:
 - átlagos összvastagság 100 m
 - átlagos szivárgási tényező: 100 m/nap
 - szabad hézagterfogat: 0,2
 - teljes vízad ótérfogat 6100 km³
 - statikus készlet 1200 km³
- Beszivárgás:
 1. pannon rétegek táplálása:
 - pliocén rétegfejekén keresztül
 - medenceperemeken
 - mértéke 0 - 2/300 mm/év
 2. pleisztocén rétegek táplálása:
 - csak a talajvízadón keresztül, medence-területeken, ahol a hidraulikus gradiens lefele mutató
 - 6 m nyomáskülönbség esetén 30 e km² területen 1.7 M m³

A hideg rétegvíz-készletek jellemzői

Rétegvízádók megcsapolódása:

- talajvízádón keresztül
- mérték nagyságrendileg megegyezik a beszivárgással
- a talajvízádóban oldalirányú vízmozgás az erózióbázis felé
- völgyekben rétegvíz-források lehetnek, de ezek kis jelentőségűek

Karsztvíz-tárolókból átadott készletek:

- Bakony ÉNy-i peremén 43 000 m³/d
- Bakony-Várpalotai medence 3 000 m³/d
- Vértes-Váli víz 9 000 m³/d
- Bükk hegység, Bükkalja területe 57 000 m³/d

Rétegvíztermelés: 1,6 M m³/d

Rétegvízadó területek osztályozása

A kitermelhető készlet mennyiségét meghatározza:

- T - transzmisszibilitás
 - k - szivárgási tényező
 - m - rétegvastagság
- S - tárolási tényező
- b - vertikális vízforgalom átszivárgási tényezője

Megengedhető fajlagos terhelés számítása:

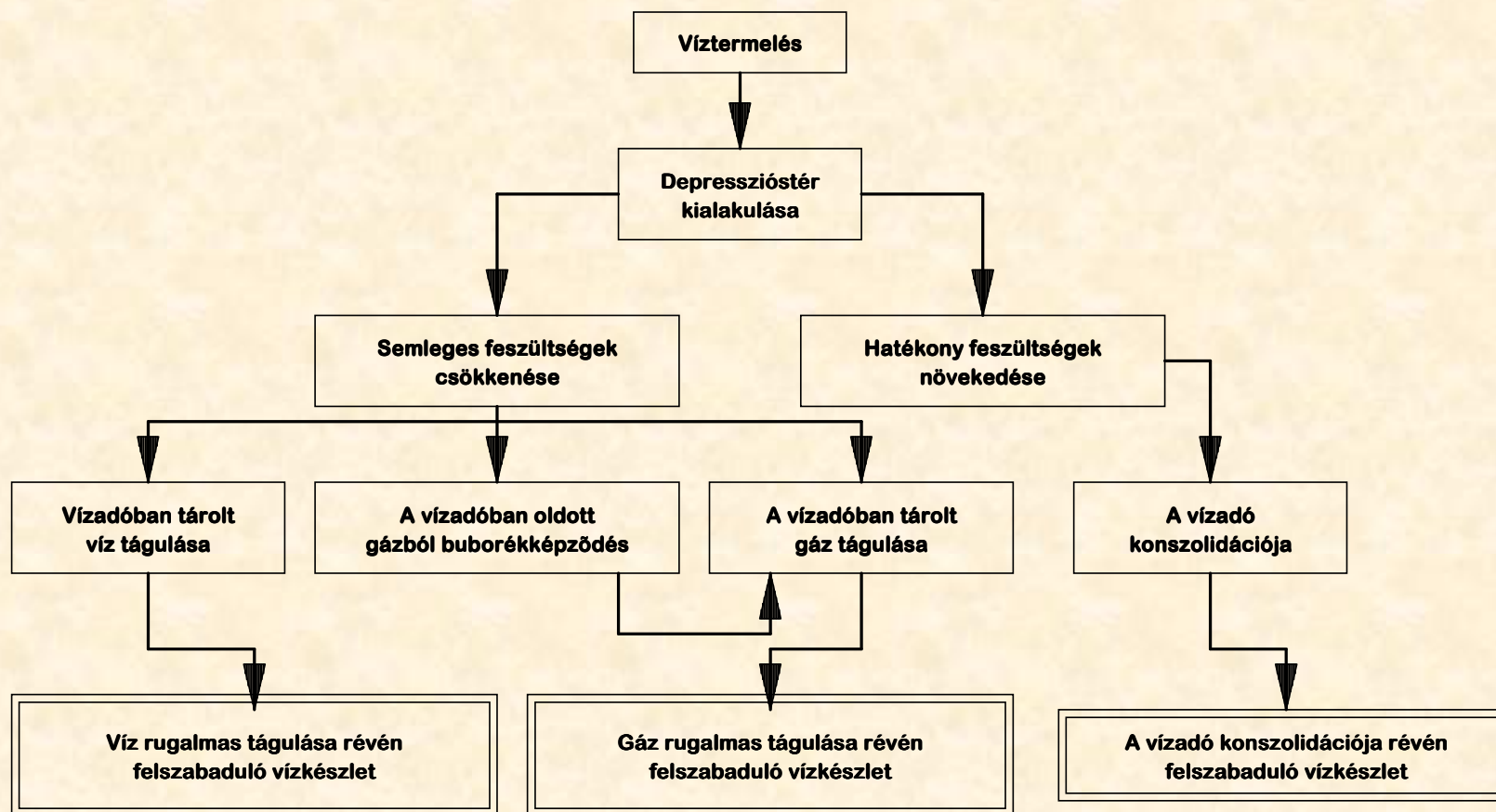
- max. 100 m depresszió
- vertikális hidraulikus gradinens max, 0,5
- 0,5 mm/nap vertikális szivárgási tényező
- csak jó transzmisszibilitású területeket vesznek figyelembe

90 mm/év = 250 m³/d/km² átlagos beszivárgás

A vízszint csökkenése miatt - nyílttükű rendszer esetén - a pórusok egy része gravitációsan leürül, ezek térfogata. Kutas megcsapolásnál a depresszióstőlcsér térfogatának és a szabad hézagtérfogatnak a szorzata, sík megcsapolásnál, rétegzett rendszer esetén:

$$V_{\max} = \sum_{i=1}^n m_i n_{0i}$$

A víztermelés-okozta feszültségátrendeződés és a készlet-nemek kapcsolata



A víz rugalmas tágulása révén felszabaduló vízmennyiség

A folyadék rugalmasságát a rugalmas térfogat-kiterjedés tényezője (a térbeli rugalmassági modulus reciproka) határozza meg:

$$E_v = \frac{1}{B_v} = \rho \frac{dp}{d\rho}$$

A folyadék rugalmas térfogat-kiterjedés tényezője azt fejezi ki, hogy a víz térfogata egységnyi nyomásváltozás hatására térfogata hányadrészával változik.

A folyadék rugalmas térfogat-kiterjedés tényezője függ:

- a víz nyomásától
- a víz hőmérsékletétől
- a víz sótartalmától
- a víz gáztartalmától

A gáz rugalmas tágulása révén felszabaduló vízmennyiség

Felszín alatti vizek gáztartamának eredete:

- szénhidrogének (harmadlagos) migrációja
 - kőzetekben lévő szerves anyagok bomlása
 - posztvulkáni működés eredményeképpen keletkezett gázok migrációja
- (CO₂, H₂S)

A gáz a rétegben lehet: oldott formában (elnyelt forma) és külön gázfázisban (buborékos forma)

A gáz állapota függ: a gáz oldhatóságától és a gáz vízhez viszonyított mennyiségi arányától

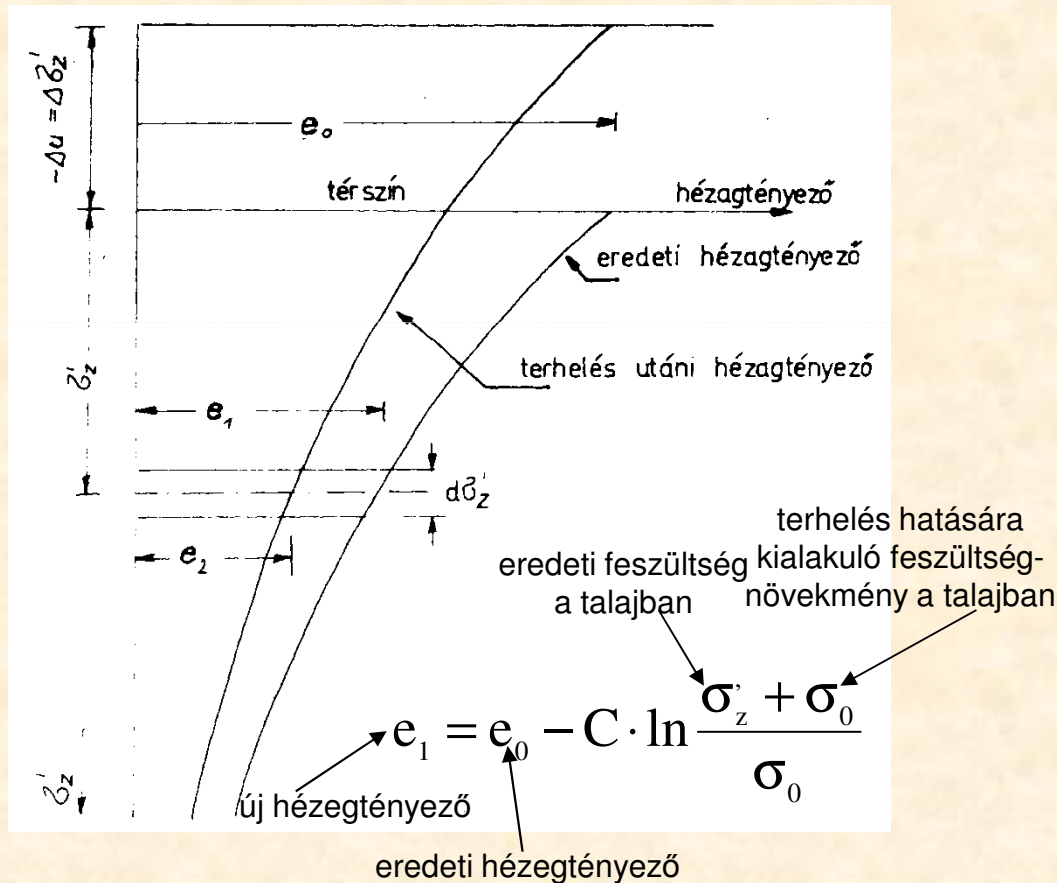
A gáz elnyelő-képesség függ:

- hőmérséklet
- a gáz nyomása

nem ideális gázok esetén:

- kémiai változásoktól (disszociáció, asszociáció, kémiai reakció)
- atomos vagy molekuláris formában való oldódás (N vagy N₂)

A konszolidáció révén felszabaduló készlet



A képződmények összenyomódásának, a konszolidációnak hatására az eredeti hézagtenyező, mélység összefüggés megváltozik, a hézagtenyezők lecsökkennek. Az eredeti és a megváltozott hézagtenyező-mélység függvény közötti terület mélység szerinti integrálja a konszolidáció során „nyert” vízkészlet.

Repedezett tárolók, karszt és hasadékvizek



Repedezett tárolók, karsztvíz

A jellemzőbb hasadékos és karszttároló kőzetek

- Mészkövek és dolomitok vizei, karsztvizek
- Homokkövek, konglomerátumok, breccsák vizei
- Görgetegekben található vizek
- Vulkáni kőzetekben található vizek
- Egyéb repedezett kőzetekben található vizek

- A diszkontinuitások típusai

- tektonikai eredetű repedések
- oldási eredetű üregek
- kőzetszövet, illetve genetika eredetű repedések (dolomit)
- mikrorepedés-rendszer

- A repedésrendszer tulajdonságai

- párolgás kis mértékű
- a csapadék lefolyáson kívüli része azonnal és nagy mennyiségben beszivárog
- a kőzeteket gyakorlatilag összenyomhatatlannak tekinthetjük, konszolidációs készlet kicsi
- az egymásra települt képződmények között hidrodinamikai kapcsolat lehetséges (főkarsztvíz, permi vörös homokkő)
- a kitermelhető készlet a depresszióval nem növekszik (párolgás nem csökken)

Fedett és nyílt karszttározók

Terület	Becsült hidegvíz-készlet
- Nyugati-középhegység (Dunántúli-kh.)	8,69 km ³
- Északi-középhegység	2,33 km ³
- Déli karsztvidék (Mecsek, Villány)	2,67 km ³
- kisebb felszín alatti rögök	

Hőmérsékleti nomenklatúra:

Építésügyi szabályzat szerint

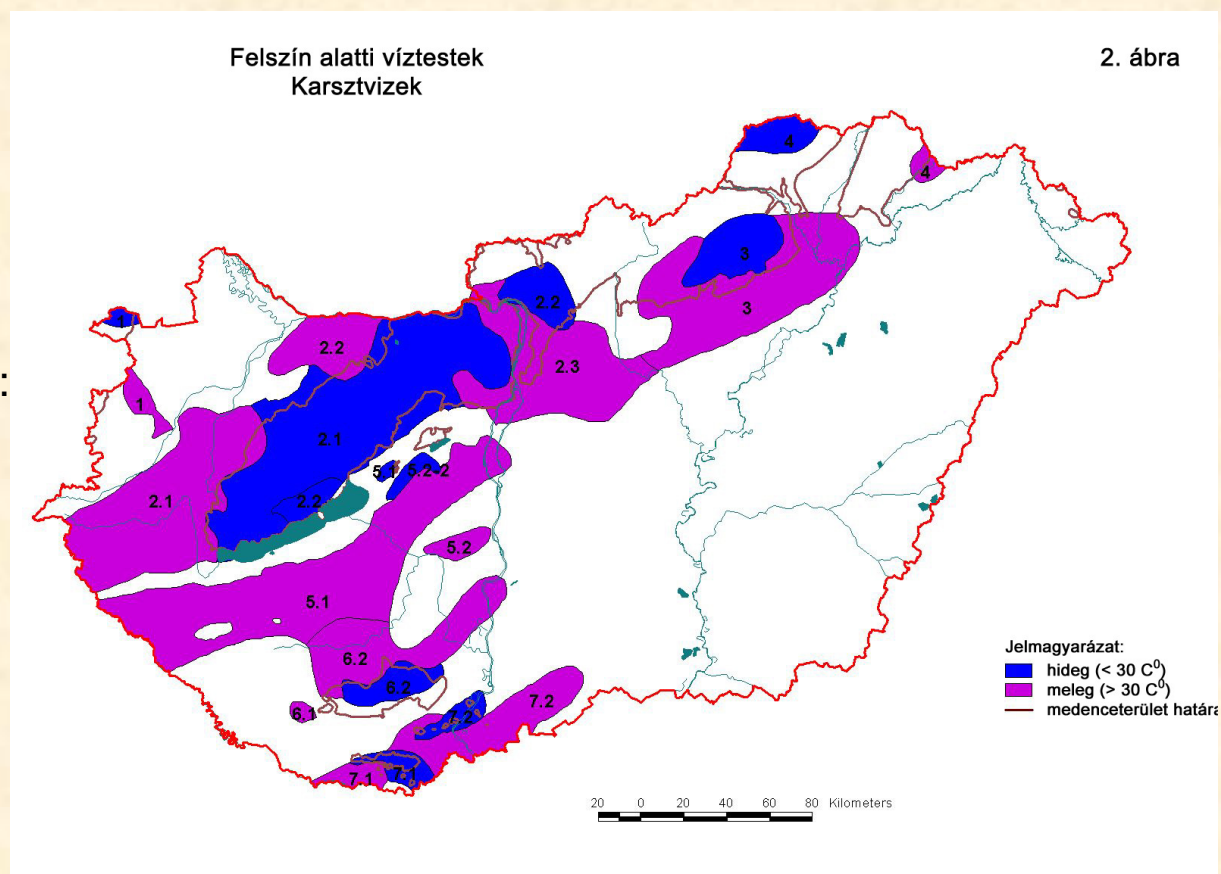
0-35 °C	hideg víz
35-60 °C	langyos víz
60-90 °C	meleg víz
90-100 °C	forró víz

Régi hidrogeológiai osztályozás:

0-18 °C	hideg víz
18-25 °C	langyos víz
25-37 °C	meleg víz
37 °C -	hévíz
37-60 °C	kevésbé forró víz
60-90 °C	forró víz
90 °C -	igen forró víz

Jelenleg hatályos osztályozás:

0-30 °C	hideg víz
30 °C -	hévíz



Karsztvíz-mérleg elemei

Beszivárgás

- Dunántúli khgys. 1 026 ezer m³/nap
Mecsek-Villány 31 ezer m³/nap

- Észak-Borsodi karsztvidék 55 ezer m³/nap

- Bükk 288 ezer m³/nap

Teljes Magyarország:

1400 e m³/nap = 511 M m³/nap =
= 197 mm/év/ 2600 km² nyílt+20-50
m vast. fedett karszt

Átadott karsztvíz készletek:

Dunába

Budai hegység (Árpád-híd és Szabadság-híd
közötti szökevényforrások) 10 ezer m³/nap
Esztergom-Dunaalmás térségében
természetes megcsapolás 34 ezer m³/nap

Talajvízbe:

Rómaifürdő térsége 4 ezer m³/nap

Rétegvízbe:

Bicske térsége 9 ezer m³/nap
Bakony nyugati pereme 43 ezer m³/nap
Várpalota (miocén kavicsba) 3 ezer m³/nap

Felszíni vizekbe:

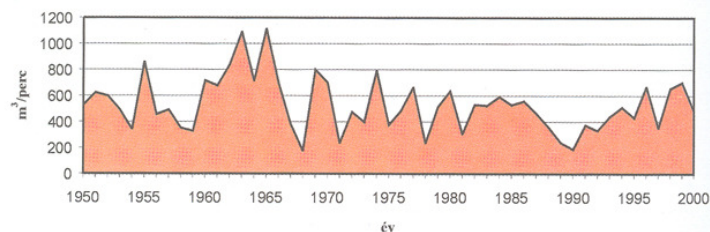
Mecseki források: 29 ezer m³/nap

Bükk térség (források, Sajó teraszba lépő hozam,

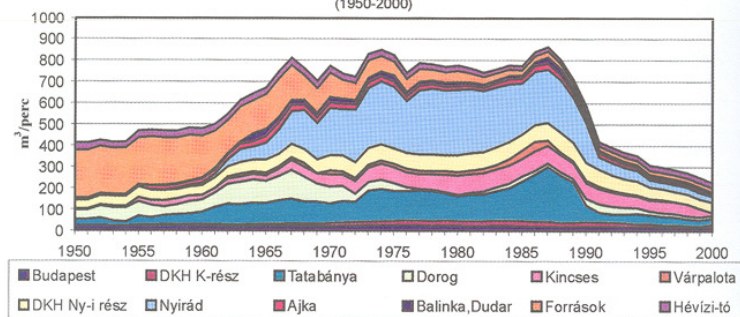
Rétegvíz betáplálás Darnó vonal és bogácsi
rög) 57 ezer m³/nap

Dunántúli-középhegységi tározó

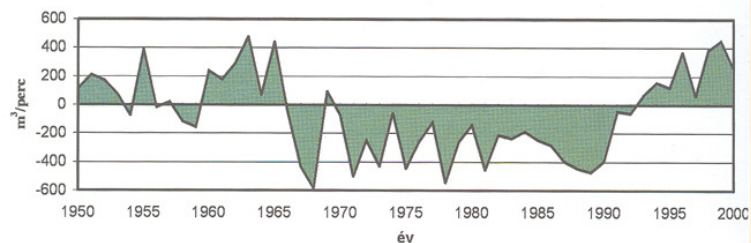
Számított beszivárgás a DKH-ban
(1950-2000)



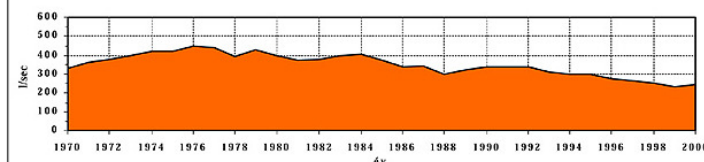
Összes vízkivétel a Dunántúli-khg.-ben
(1950-2000)



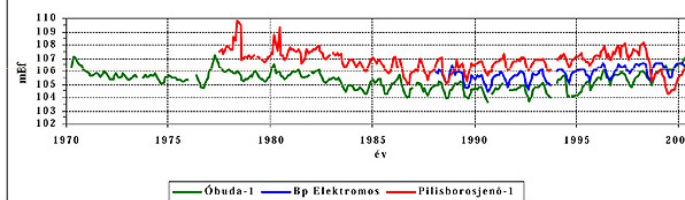
A vízkivétel és beszivárgás egyenlege
(1950-2000)



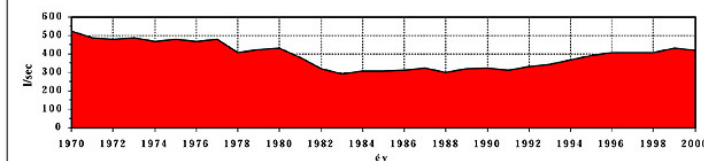
A budapesti termálkarszt vízhozam időszora
(1970-2000 éves átlagok)



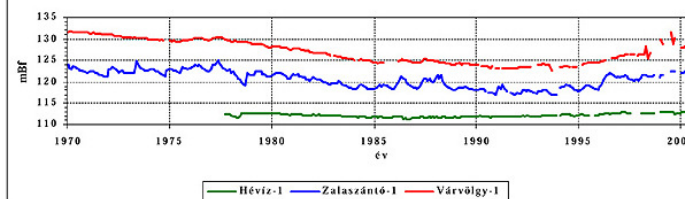
Budapest környéki karsztvízszint idősorok



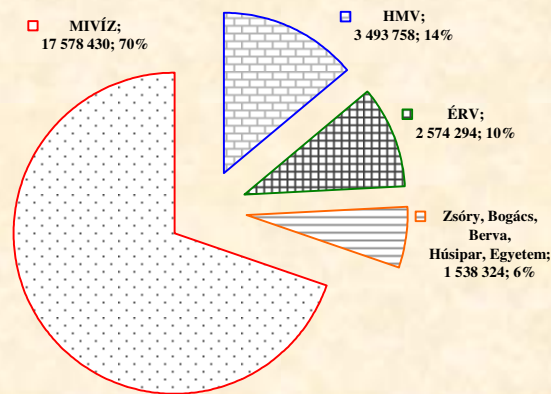
A Hévízi-tó mért vízhozam időszora
(1970-2000 éves átlagok)



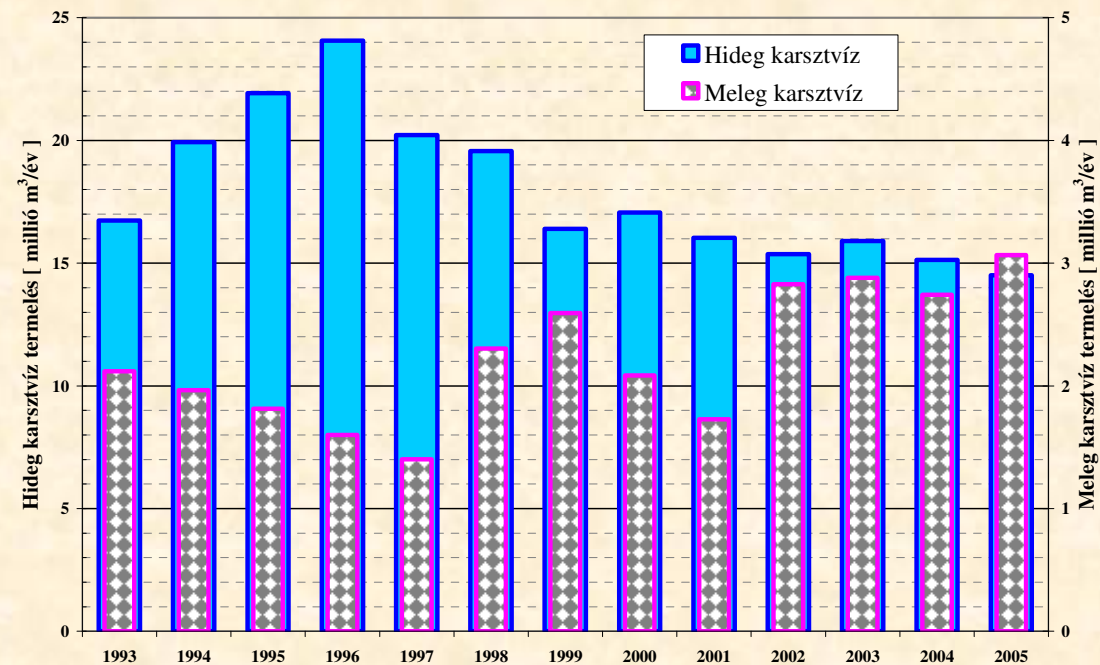
Hévíz környéki karsztvízszint idősorok



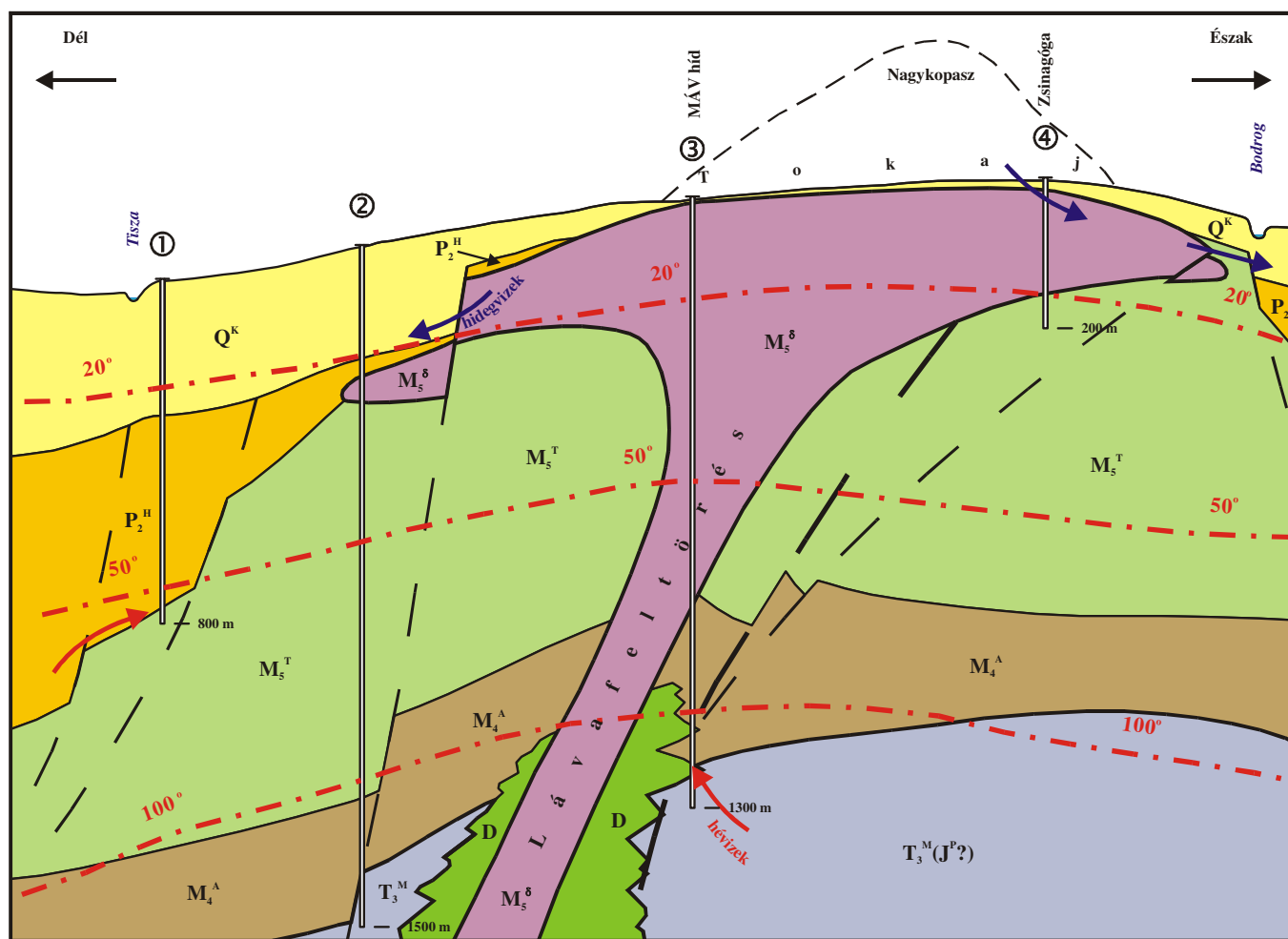
A Bükk-térség ismert karsztvíztermelésének megoszlása (2005)



Miskolc hideg és meleg karsztvíztermelésének változása



Alföld-peremi vulkanikus (fél) szigethegy alatti mélyszerkezet elvi vázlata



A vizsgálódás célja termálkút fúrópont elvi alternatívák, valamint egy gyógyvíz-ivókút telepítésének elvi lehetősége volt.

Hévízkészletek



Hévízkészletek

Földi hőáram Magyarországon 0,08-0,11 W/m², világátlag 0,06 W/m²

okok:

- elvékonyodott kontinentális lemez 15-17 km
- üledékes medence rossz hővezető képességű képződményekkel

eredete:

- radioaktív folyamatok a Föld magjában
- magma-dinamikai folyamatok a lemeztektonika miatt

Fogalmak:

- Geotermikus gradiens [°C/m]
- Geotermikus lépcső [m/°C]
- Geotermikus lépcső
 - világátlag 30-45 m/°C
 - Magyarország 15-22 m/°C (pozitív geotermikus anomália)

100 °C réteghőmérséklet

- világátlag 3-4000 m
- Magyarország 1800-2000 m
- Magyarországon 1800 m alatt jó vízvezető, nagy porozitású képződmények is vannak

Hévízek csoportosítása

Hasznosítás:

- mezőgazdaságban fűtés, szárítás, üvegházi temperálás
- távfűtés és lakossági melegvízszolgáltatás
- fürdő és gyógyfürdő-szolgáltatás
- elektromos energia-előállítás

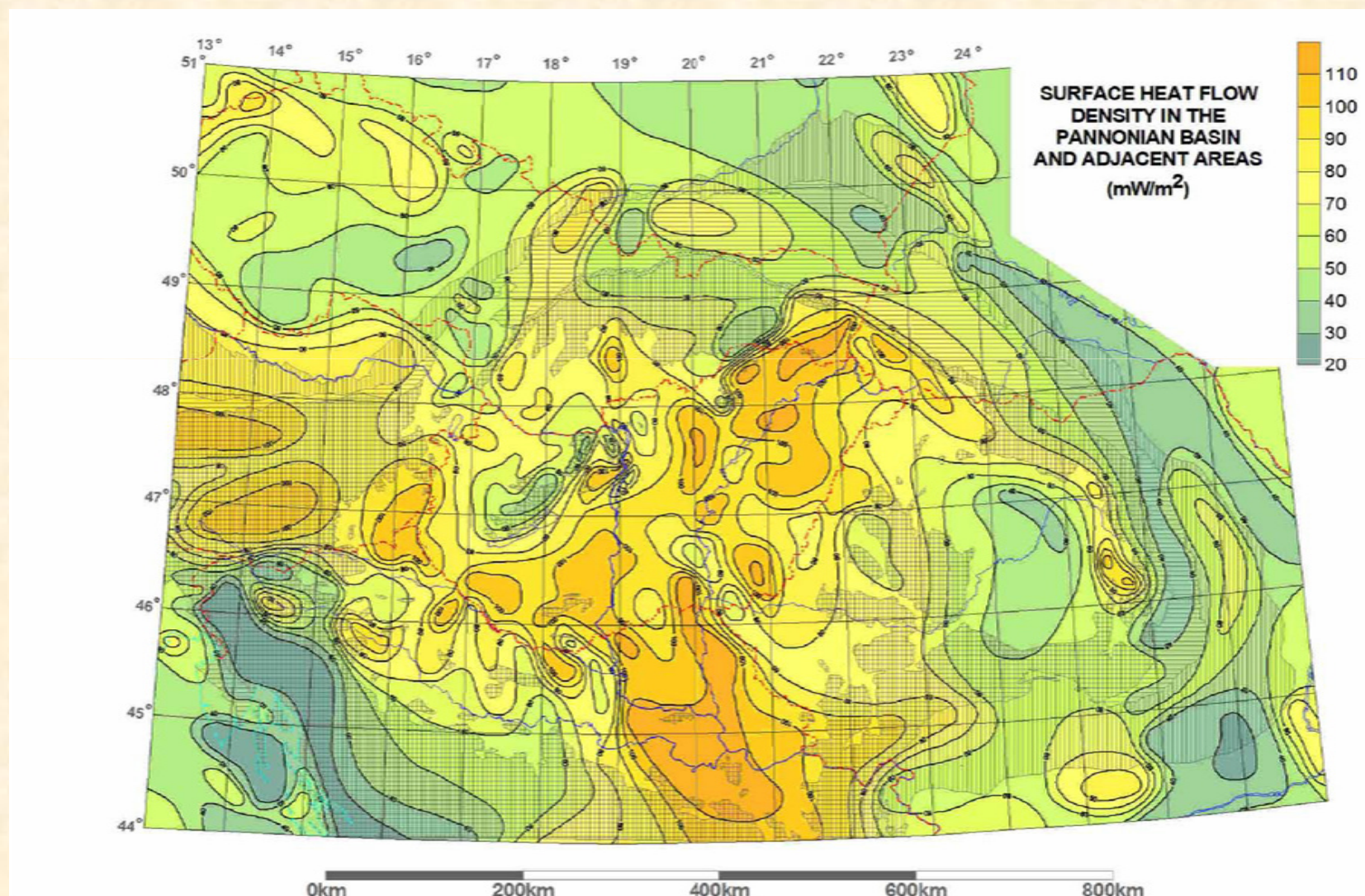
Jó hévízadók:

- mezozoós mészkő és dolomitképződmények repedezett zónái
- felső és alsópannon vízadó rétegek 1800 m alatti mélységben

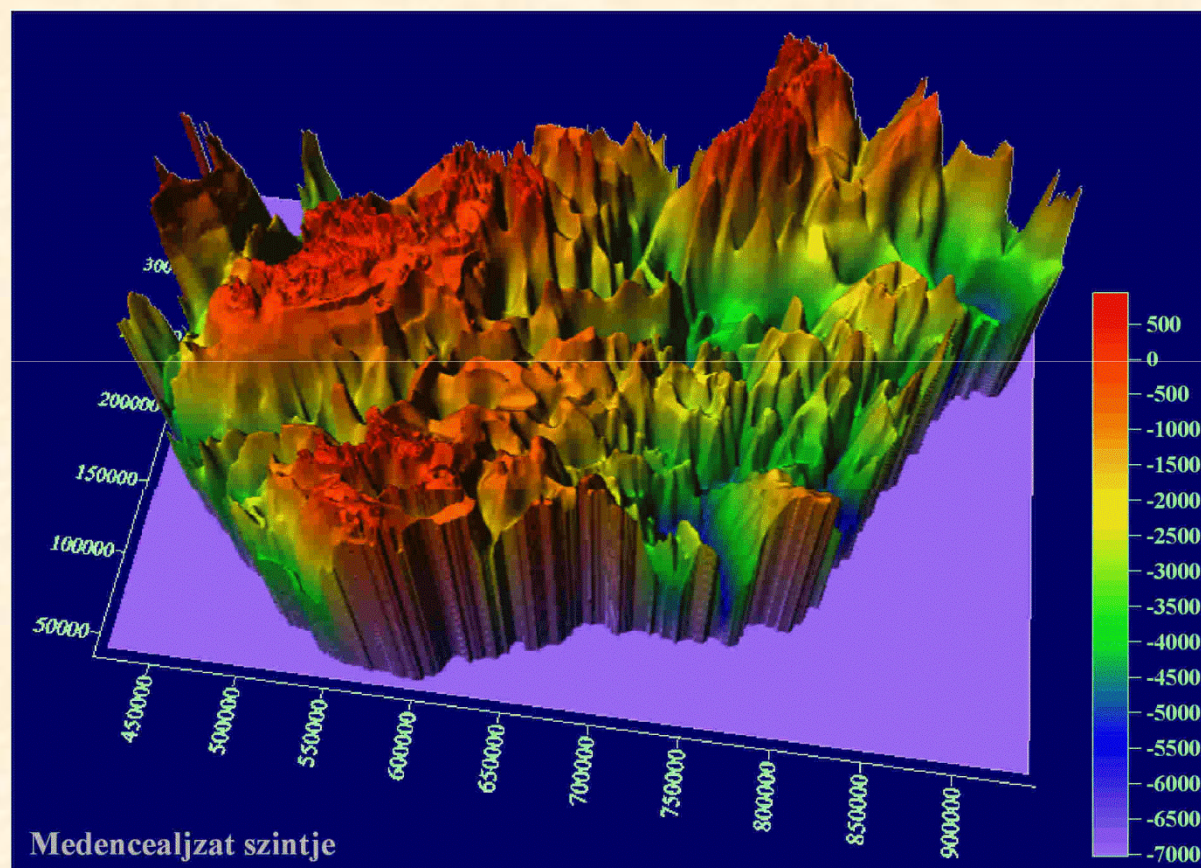
Rendszerek csoportosítása:

- entalpia szerint:
 - alacsony entalpiaszint (30-35 °C talpi hőmérséklet, <500 m települési mélység)
 - közepes entalpiaszint
 - magas entalpiaszint (120 °C talpi hőmérséklet, >2500 m települési mélység)
- környezeti kapcsolat szerint
- Zárt
- nyitott (utánpótlódó vízkészlettel rendelkező)

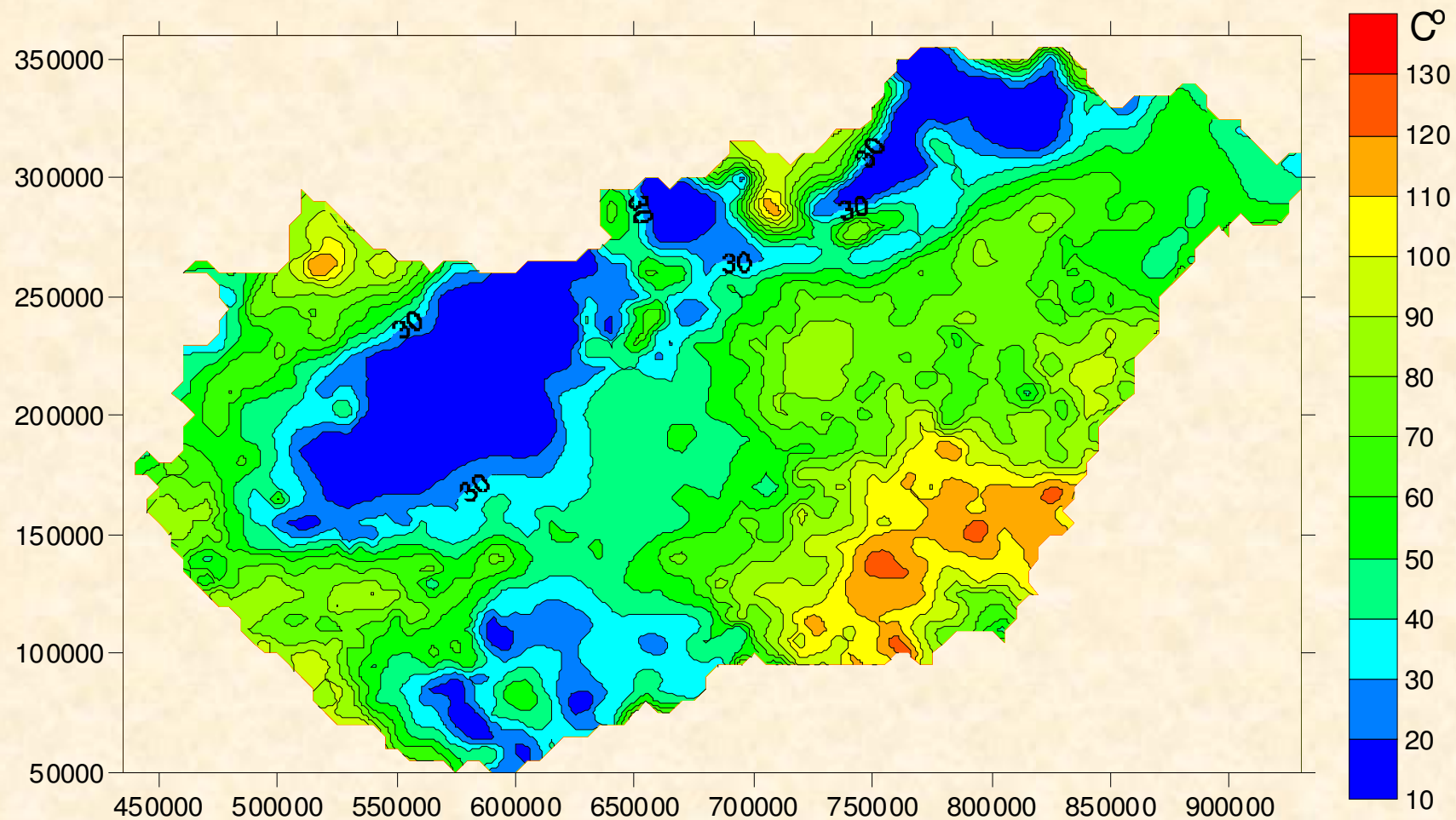
Földi hőáram a Pannon-medence térségében



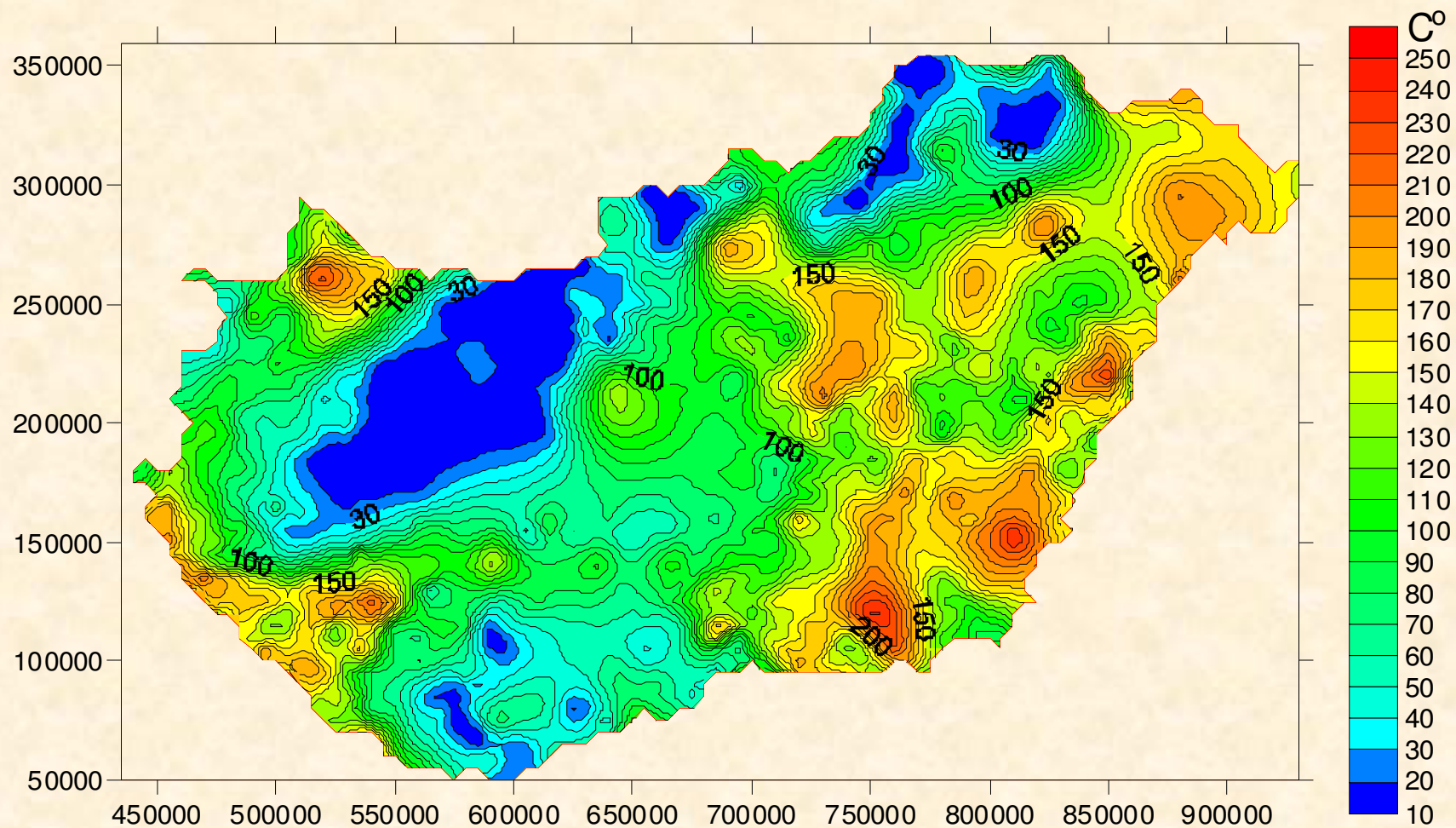
A medencealjzat geometriája



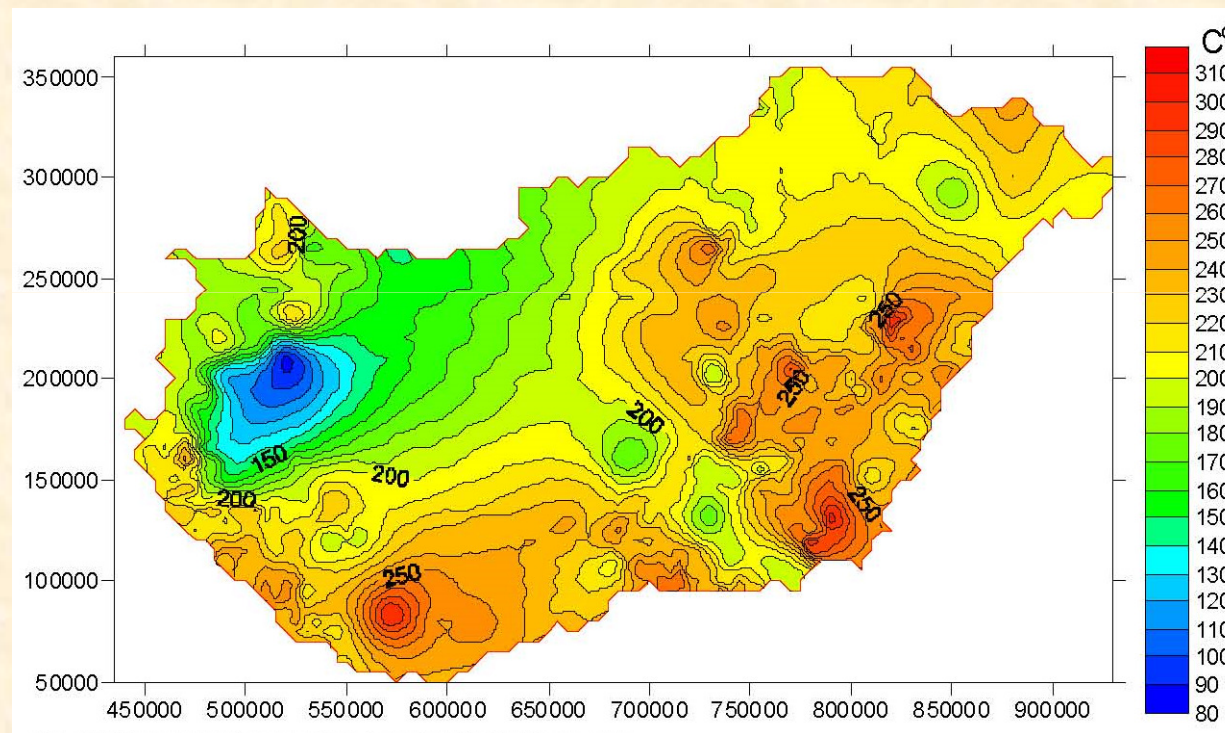
A felső-pannóniai fekü hőmérséklet eloszlása



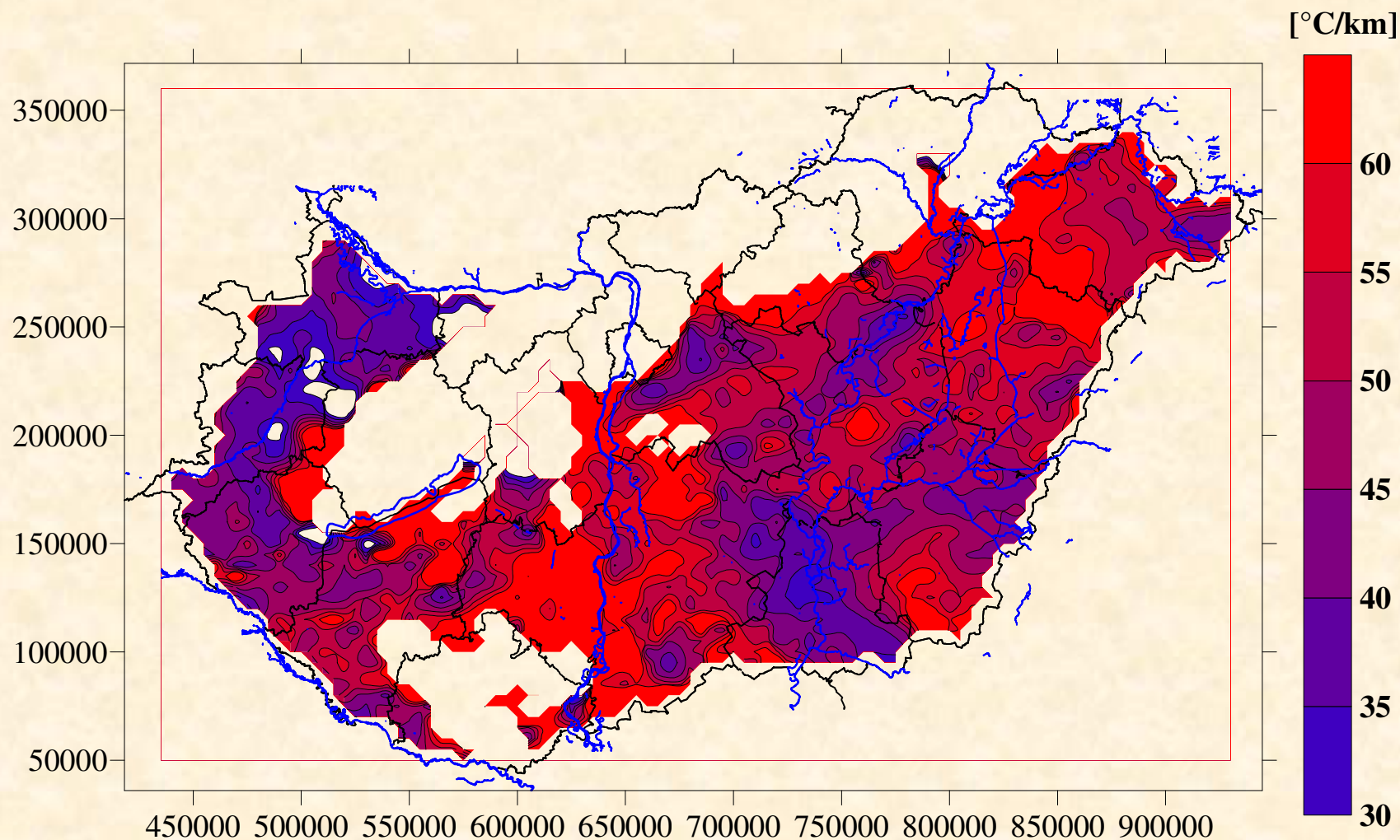
A medencealjzat hőmérséklet eloszlása



Az 5000 m-es mélység hőmérséklet eloszlása



Pannóniai képződmények aljzatáig számolt geotermikus gradiens



Hévízfeltáráásra alkalmas területek

Feltételek:

- magas geotermikus gradiens
- vastag üledékréteg (pannon vízadók)
- vékonyabb üledékréteg alatti mezozoós karbonátos rögök repedezett zónái

Jó hévizes területek:

- mezozoós rögök
(Zalakaros, Tura, Sajóhídvég, Igal, Mezőkövesd, Bogács,
Miskolc, Harkány)
- pannon rétegvízadók
(Szeged, Csongrád és Szentés környéke, Hajdúszoboszló)

Készletek:

Természetes mélységi vízkészlet (termeléssel nem bolygatott készlet, a vízadó pórusainak összterfogátát tölti ki)

Hévízfeltáráásra alkalmas területek

Termelési vízkészlet (a tartós termeléssel felszínre hozható vízkészlet, úgy hogy sem a vízhozam, sem a vízhőmérséklet, sem a vegyi összetétel érdemben nem változik.)

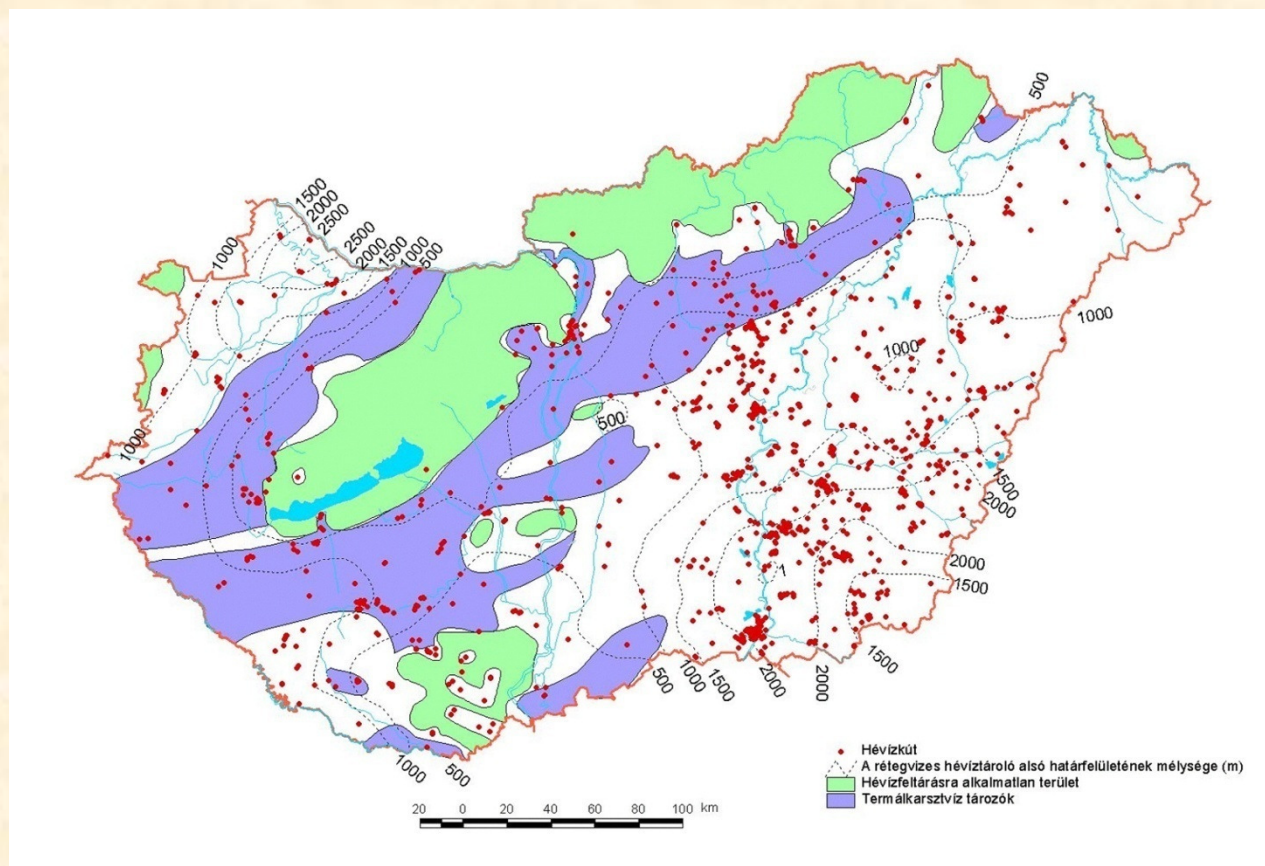
A termelési vízkészlet statikus és dinamikus részre osztható (nem utánpótlódó vagy folyamatosan utánpótlódó rész)

Ha a hévízigény kicsi, akkor elég a természetes készletet meghatározni, ha összemérhető a természetes készlettel, akkor a termelési készleteket is meg kell határozni

Problémák:

- hőkészlet (hőmérséklet) csökkenés
- statikus készlet csökkenés
- sókiválás a termelőlétesítményekben
- magas gáztartalom (metán. széndioxid)
- korrózió

Hévízfeltárási alkalmas területek



Magyarország gyógyvizei



Hévízek - Egerszalók

Balneológia és energiatermelés



EGERSZÁLOKI
VENDEL-KÚT
1961