

HIDROGEOLOGIA (BSc)

Előadó: Simon Szilvia
Órafelelős: Szanyi János

5. Geohidrológia, mérések a hidrogeológiában

Felhasznált főbb irodalmak:

Mádlné Dr Szőnyi Judit: Bevezetés a hidrogeológiába diáorok ELTE

Stelczer Károly (2000): A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai. ELTE Eötvös Kiadó

Juhász József (2002): Hidrogeológia. Akadémiai Kiadó

Price M (1995) Introducing groundwater. Taylor and Francis.

Fetter CW (2001) Applied hydrogeology . Prentice-Hall, New Jersey.

Simon Szilvia Magyary Zoltán posztdoktori ösztöndíjas kutatásainak előzetes eredményei. A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001, Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt (A2-MZPD-13-0282) az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

1. Bevezetés

Geohidrológia

- Geohidrológia tárgya: a hidrológiai ciklus földfelszín feletti és alatti elemei közötti kapcsolatok vizsgálata, valamint a felszín alatti vizek mennyiségtani kérdéseinek kutatása.
- A hidrológiai/vízmérleg egyenlet: a hidrológiai ciklus értékelésének kvantitatív jelentést biztosít a tömegmegmaradás elve alapján (adott térrészre, adott időtartamra)

$$BE = KI \pm \Delta S$$

- Példa: egy felszíni hidrológiai rendszer, tó: BE, KI, ΔS
- Cél 1: ismerkedjünk meg a vízmérleg egyenletben szereplő fő folyamatokkal/vízmenyiségekkel (csapadék, evapotranszspiráció, beszivárgás, lefolyás) és azok meghatározási módjával, hiszen ezek a felszín alatti víztestek fő utánpótló és megcsapoló folyamatai

1. Bevezetés

Geohidrológia



2. A csapadék

2.1. A csapadék formái és képződése

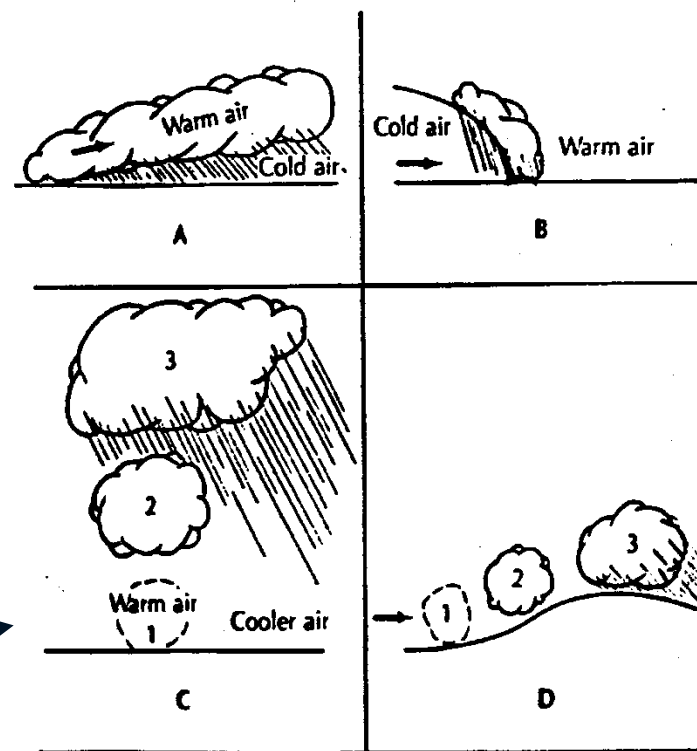
1. Képződés feltételei

- $T < \text{harmatpont}$
- kondenzációs magok
- cseppek egyesülése → esőcsepp
- esőcseppek mérete

2. Formái

- halmazállapot
- képződés:

lehűlés adiabatikus expanzió révén



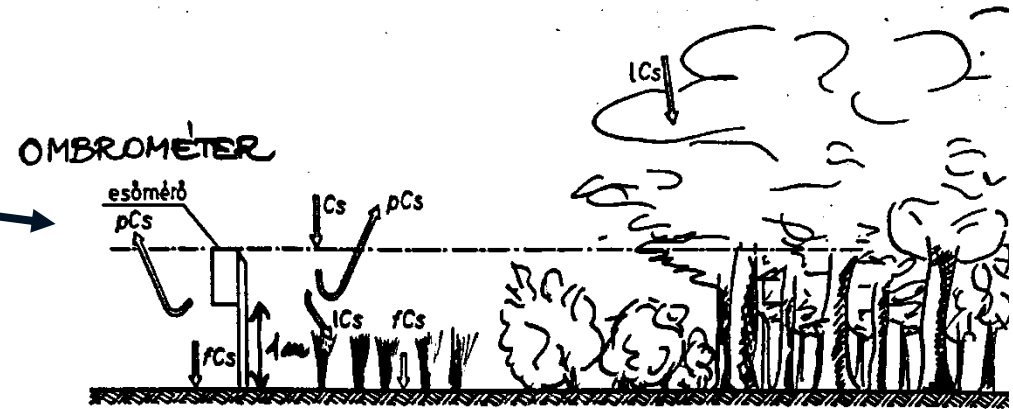
Precipitation caused by adiabatic lifting of an air mass may be the result of the following activity: A. A warm front pushing over a cold front. B. A cold front colliding with a warm front. C. Uneven heating near the surface causing a warm air mass to rise convectionally. D. Orographic lifting caused by prevailing winds blowing over a topographic high.

(Fetter, 1994)

2.2. A csapadék mérése

A vízmérleg legpontosabban mérhető komponense

1. Csapadékmérő edény-ombrométer
2. Radaros csapadékmérés
3. Hómérés



A felszínre hulló csapadék mennyiségét befolyásolja:

Interszepció mértéke (lCS):

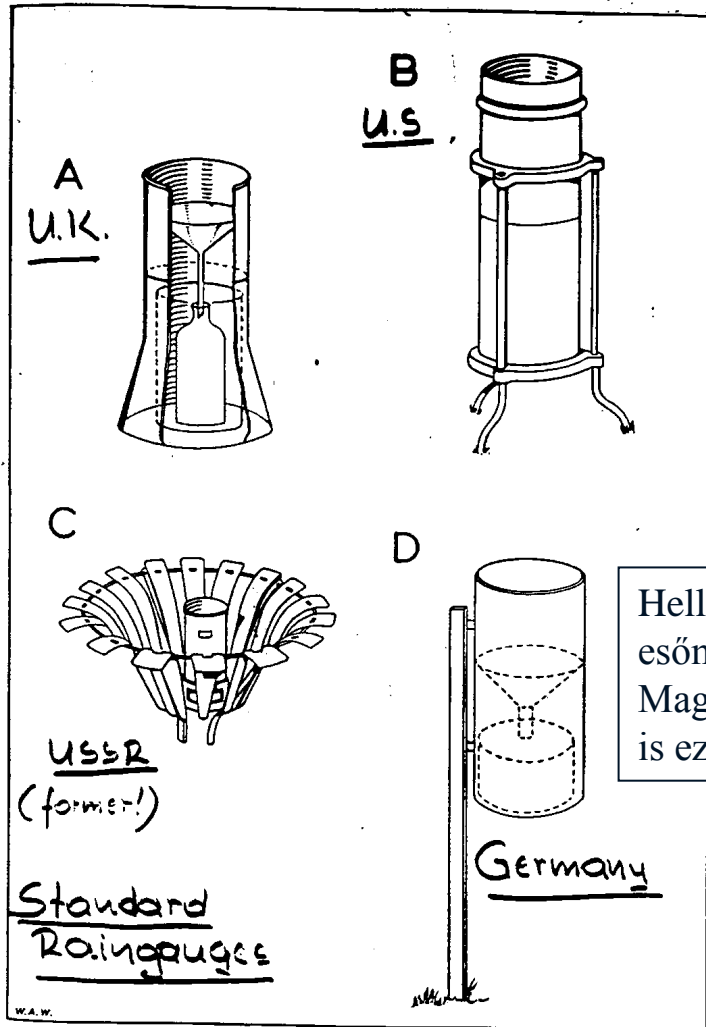
Bükkerdő: 2-5 mm (átl.)

Fenyves: 5-10 mm (átl.)

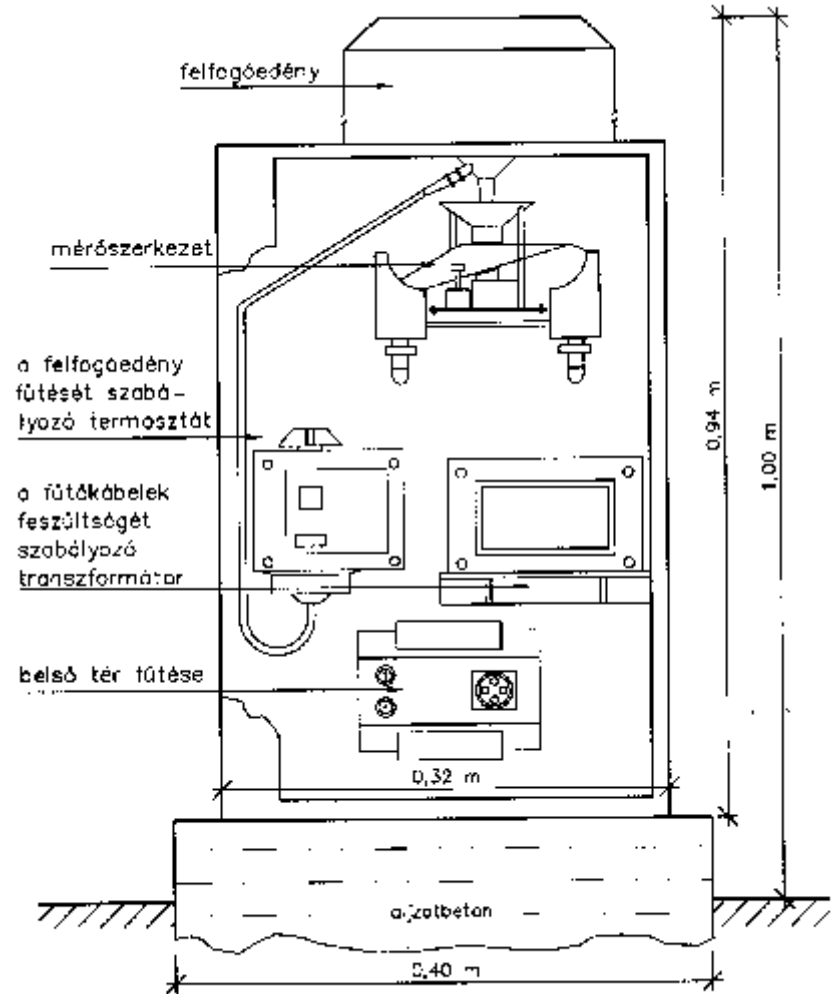
Min. 15-20 mm csapadék kell, hogy 40% alatt legyen az interszepció

- Standard csapadékmérő edények

- Ombrográf



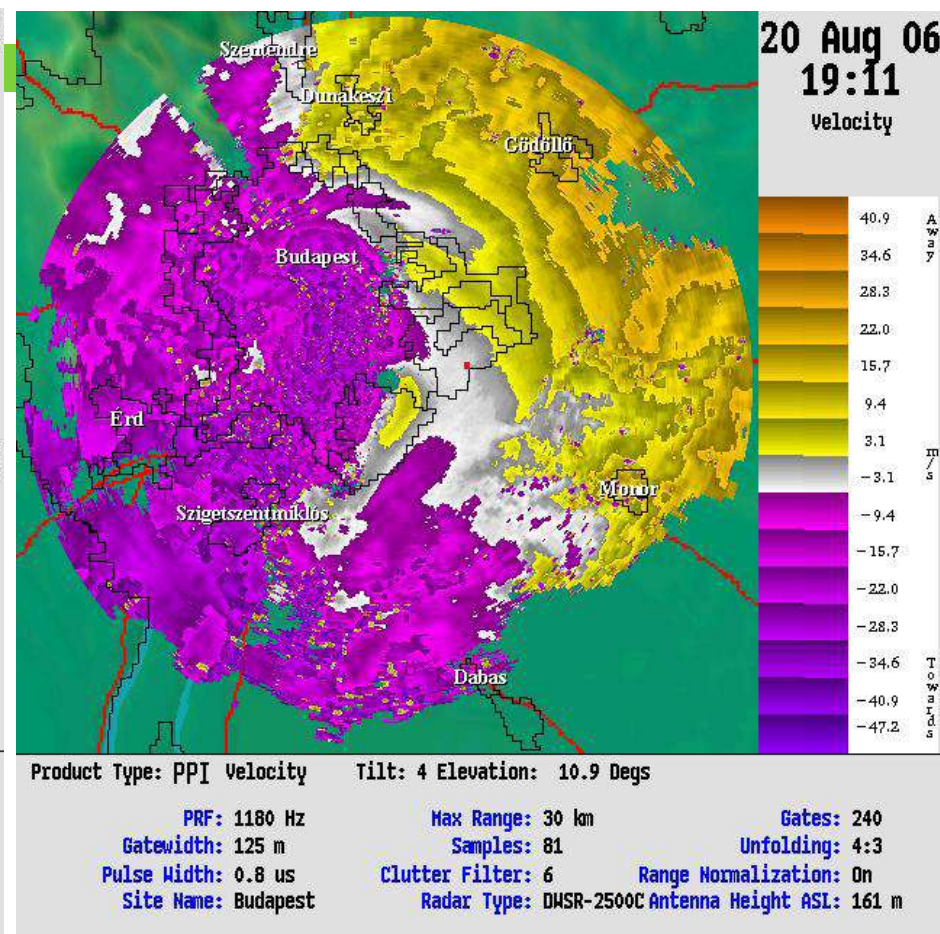
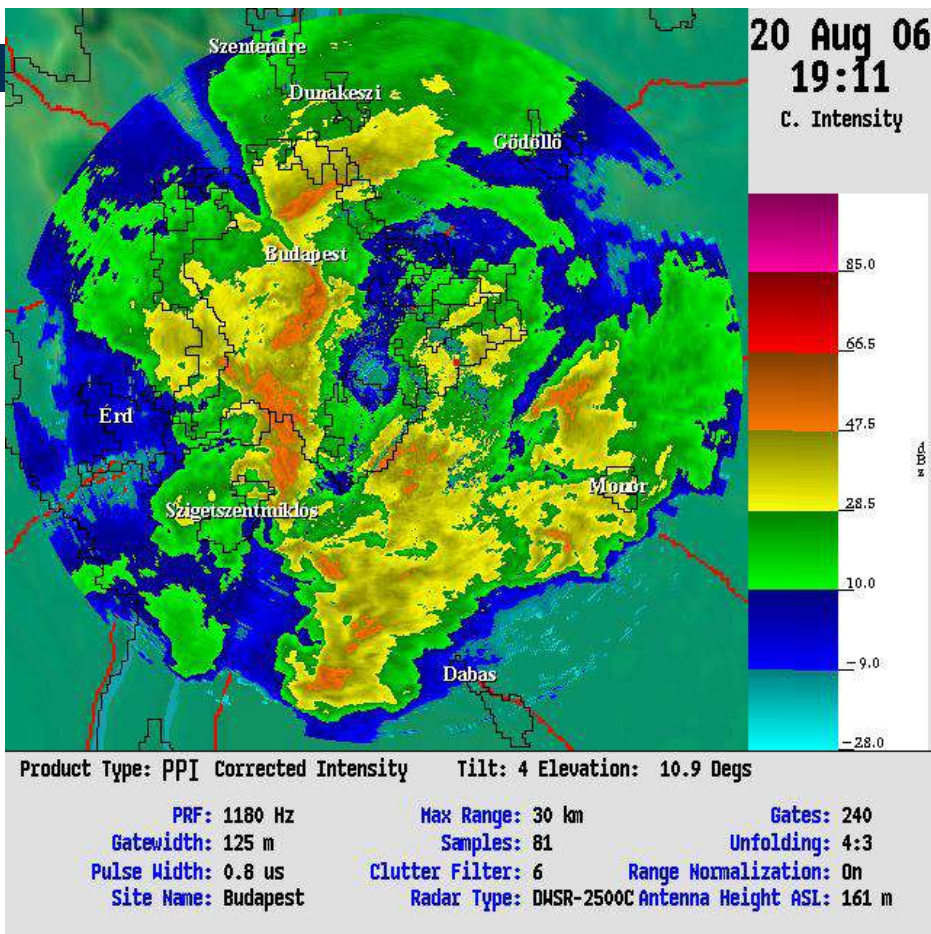
Hellman-féle esőmérő Magyarországon is ezt használjuk



8-4. ábra: Ellenőrtartályos esőmérő

Fig. 2.10. Four types of standard rain gauge: (A) British Meteorological Office, (B) US Weather Bureau, (C) USSR Tretyakov gauge, and (D) German Hellman gauge. (From an original diagram by J. C. Rodda in R. J. Chorley (Ed.), Water, Earth and Man, Methuen, London, 1969.)

- Radar mérés



Az OMSZ időjárás-radarhálózat Budapesti DWSR 2500C radarja által mért 30 km méréshatárú reflektivitás (balra) és Doppler szélesség adatok (jobbra) 2006.08.20-án 19:11 UTC-kor. A Doppler adatokból látható a zivatar góccok jelentős sebességű nyugatról keletre történő áthelyeződése (http://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/radar/)

3. Hómérés

- a hó felhalmozódása a felszínen fontos hidrológiai tényező
- magashegységi területeken: az olvadó hóból származó lefolyás a felszín alá szivároghat, a források alakjában felszínre jutva → a közüzemi vízellátás, öntözés és energiatermelés forrása.
- nagyvastagságú felhalmozódása és gyors elolvadása árvízveszélyt okozhat

Hómérés: tél folyamán periodikusan, vastagság és víztartalom méréseket jelentenek → kiszűrő mintavétel

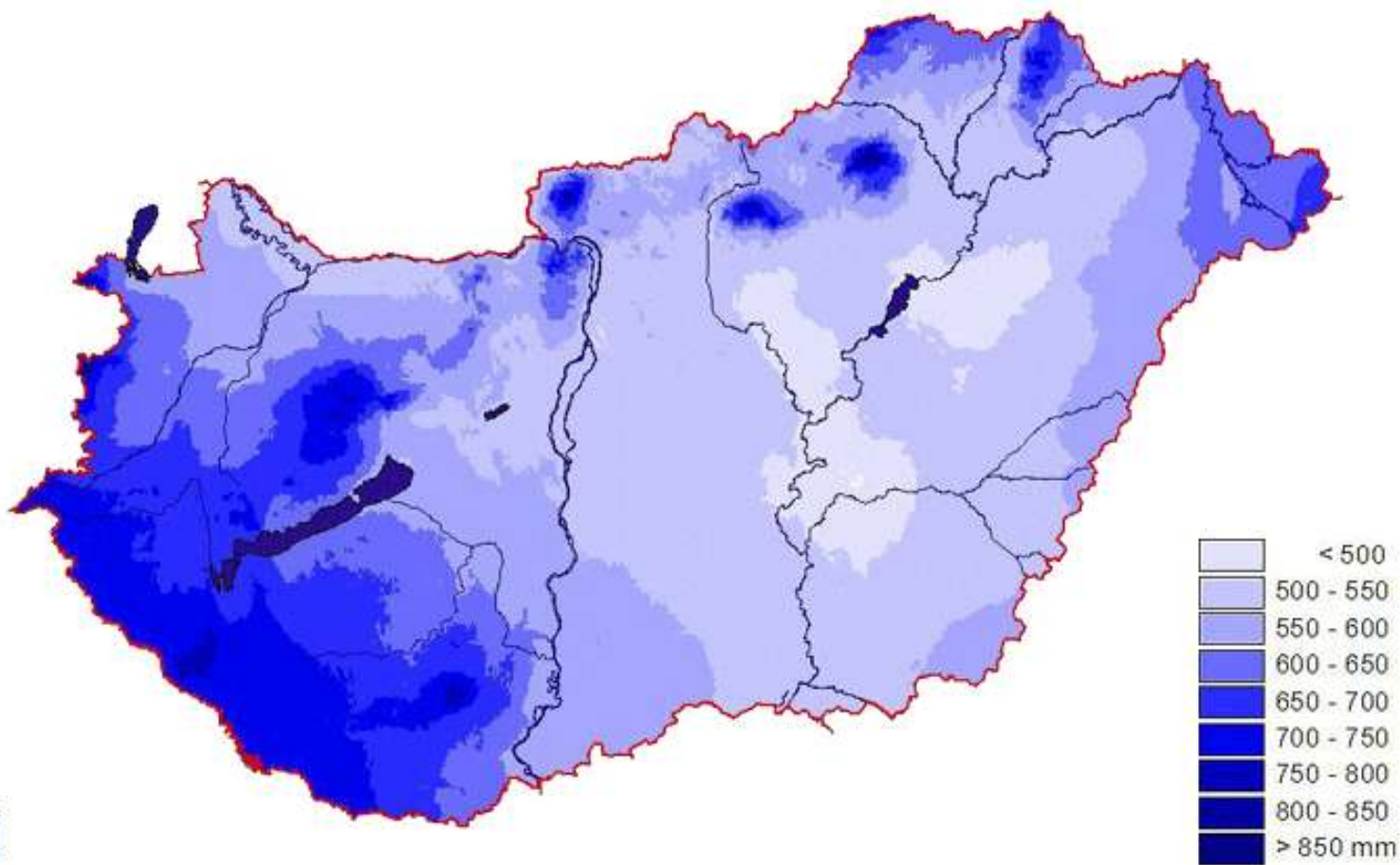
Értékelés:

- a szilárd csapadék a vizsgálati időpont előtt, a negatív napi középhőmérsékletű időszak folyamán lehullott csapadék vízértéke
- a hóolvadásnál a csapadék időtartamát a hó elolvadásának időtartama helyettesíti

• Csapadékmérés Magyarországon

Átlagos éves csapadékösszeg
eloszlása mm-ben 1971-2000 (**500-
800mm**)

- Országos Meteorológiai szolgálat
- 834 állomás
- ~110 km²/állomás
- Ombrométeri és ombrográfok
- Hellman-rendszerű csapadékmé



3. Evapotranszspiráció

3.1. Párolgási jelenségek

- tenger felületéről / nyílt vízfelületről (beltavak, folyók) -szabad vízfelület

- a szárazföld felületéről- szabad talajfelület

- földfelszín

- felszín alatti víz

- növények

evaporáció

transzspiráció

többnyire a kettőt együtt határozzák meg

potenciális evapotranszspiráció

(Thorntwait): talajnedvesség korlátozása nélkül adott klímán előforduló maximális ET

aktuális evapotranszspiráció:

a tényleges talajnedvesség viszonyok mellett adott klímán előforduló maximális ET



3.3. A párolgásra ható tényezők

1. Kőzet- és talajvízjellemzők

- kőzet nedvességtartalma
- kőzet minősége: laza és tömött réteg azonos körülmények között
- kőzet hőmérséklete: párolgás-kondenzáció viszonya
- talajvíz mélysége, utánpótlódása

2. Meteorológiai tényezők

- csapadék nagysága közvetetten hat: potenciális E-ra nem, ténylegesre igen pl. hideg-meleg égövi sivatagok
- levegő nedvességtartalma: nagyobb nedvességtartalom, kisebb E
- levegő hőmérséklete közvetlen hatás: hőmérséklet növekedésével nő E
- széljárás, légnyomásváltozás: turbulens diffúzió

3. Növényzet szerepe

- akadályoz: növényzet sűrűségével, magasságával a hatás fokozódik
- transzspirál: megnöveli a felszín közelében a nedvességtartalmat

3.4. Az evapotranszspiráció meghatározása

A vízmérleg legpontosabban meghatározható komponense

1. Közvetlen módszer: a párolgás mértékét közvetlenül vagy egyszerű átszámítással adják meg

1.1. Vízfelület párolgása mérőedényben → szabad vízfelület párolgása

1.2. Transzspiráció meghatározása → növényzet párologtatása

1.3. Liziméteres vizsgálatok → talajfelszín evapotranspirációja

- talajfelszínig vízzel töltött liziméter

 - pontatlan

- természetes csapadékkal dolgozó liziméterek

2. Közvetett módszer: a párolgás mértékét elméleti úton a víz-hő- és energiaháztartási összefüggésekből meghatározó egyenletekkel.
(meteorológia)

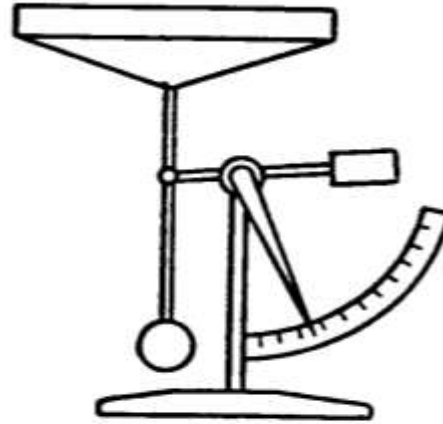
Vízfelület párolgása mérőedényben → szabad vízfelület párolgása

potenciális ET = aktuális ET

Párolgásmérő műszerek/
evaporiméterek:

- párolgató edény
 - elhelyezés nem természetes → vitatott eredmények
- párolgató kádak
 - talajba süllyesztve
 - szárazföldi vízfelület párolgás

potenciális párolgás meghatározására alkalmas a vízkapacitásig telített közetre



A WILDE-féle párolgásmérő elvi vázlata



(Juhász, 2002)

Elhelyezés:

- 500cm²
- szellős árnyékoló házikóban
- felszín felett 2m-rel

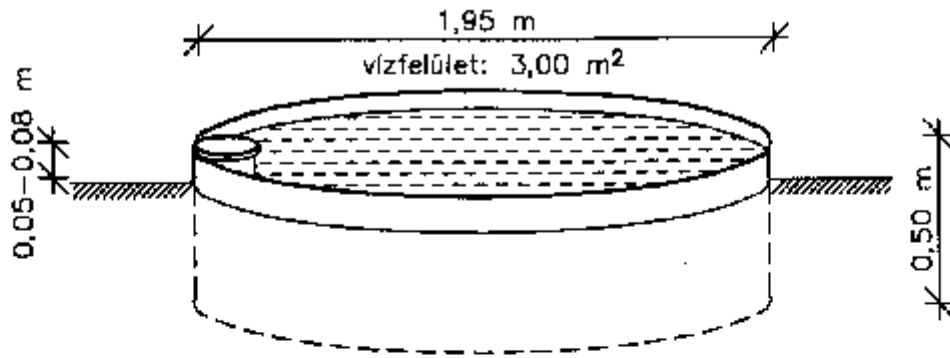
Hibák:

- elhelyezés nem természetes (mikroklíma)
- kis méretei (0,025 m²) + a sekély vízmélység miatt is eredményei vitatottak

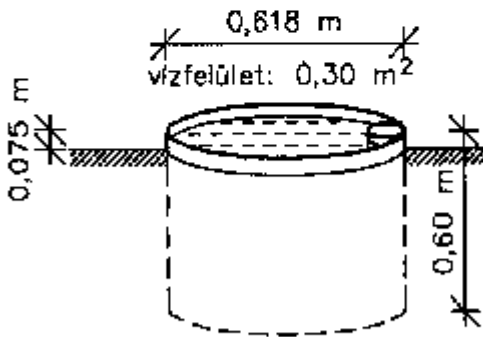
Párolgató kádak talajba süllyesztve, szárazföldi vízfelület párolgás azaz potenciális ET meghatározására alkalmasak

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) által ajánlott tartályok:
(összehasonlítható eredmények érdekében)

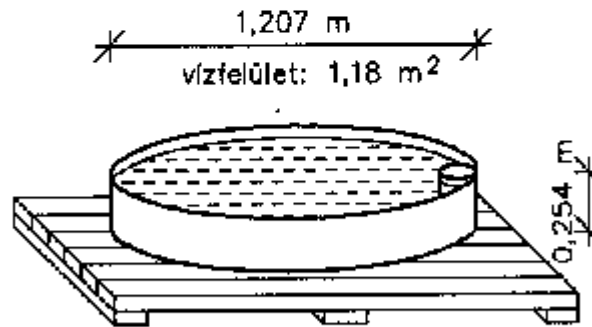
□ párolgásmérő kádak



„U” kád



„GGI-3000” kád



„A” kád

(Stelczer, 2000)

Elhelyezés:

- szabadban - talajfelszínre helyezve, talajba süllyesztve, vízfelületen úszva
- meteorológiai állomások mellé, közelébe eredményeik kielégítőbbek

Kádészlelések

Magyarországon:

-ápr.1.-okt.31. között

Liziméteres vizsgálatok → talajfelszín evapotranspirációja

P=precipitation/csapadék

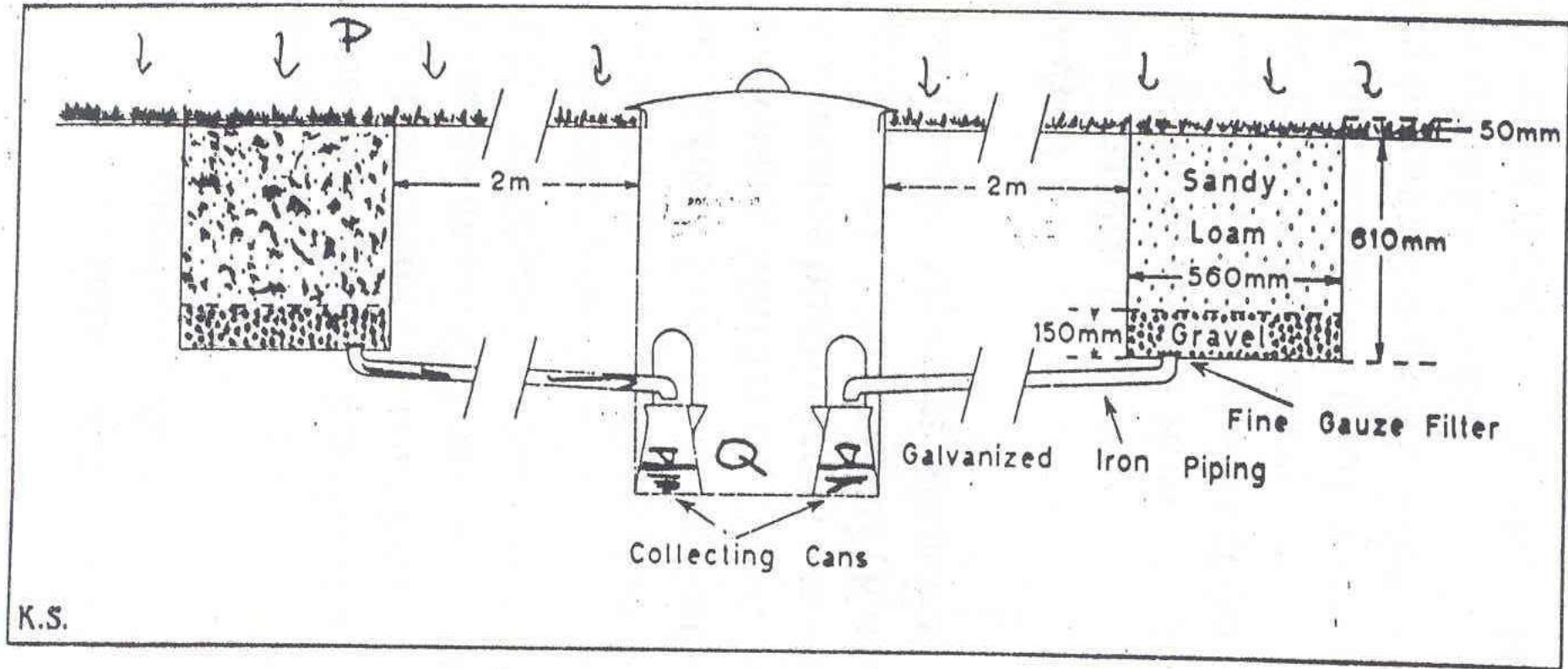
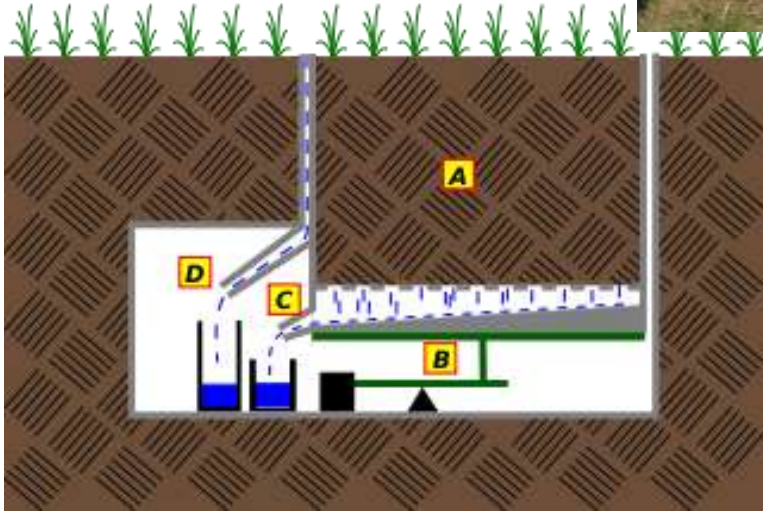


Fig. 5.3. Diagram of an evapotranspirometer showing two soil tanks; a third soil tank ensures a greater degree of reliability.

Also: Lysimeter or drain gauge

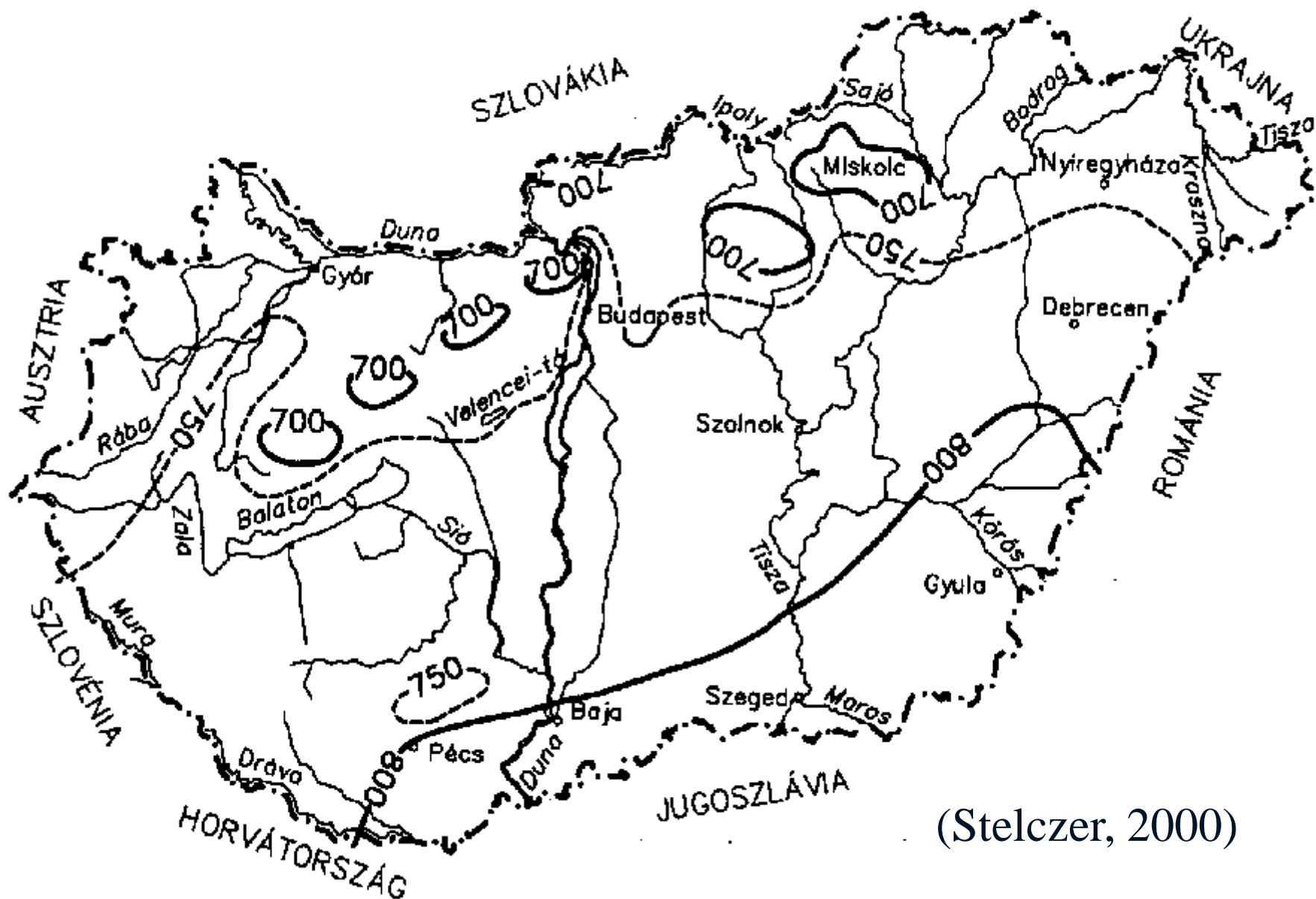
$$ET = P - Q$$



Liziméterhálózat Magyarországon (Stelczer, 2000)



A lehetséges evapotranszpiráció sokévi átlagértékei Magyarországon
(Stelczer, 2000): átlag 700 mm körüli max. 900 mm



(Stelczer, 2000)

4. Lefolyás: szárazföldi, köztes, folyóvízi (felszín alatti vízáramlás)

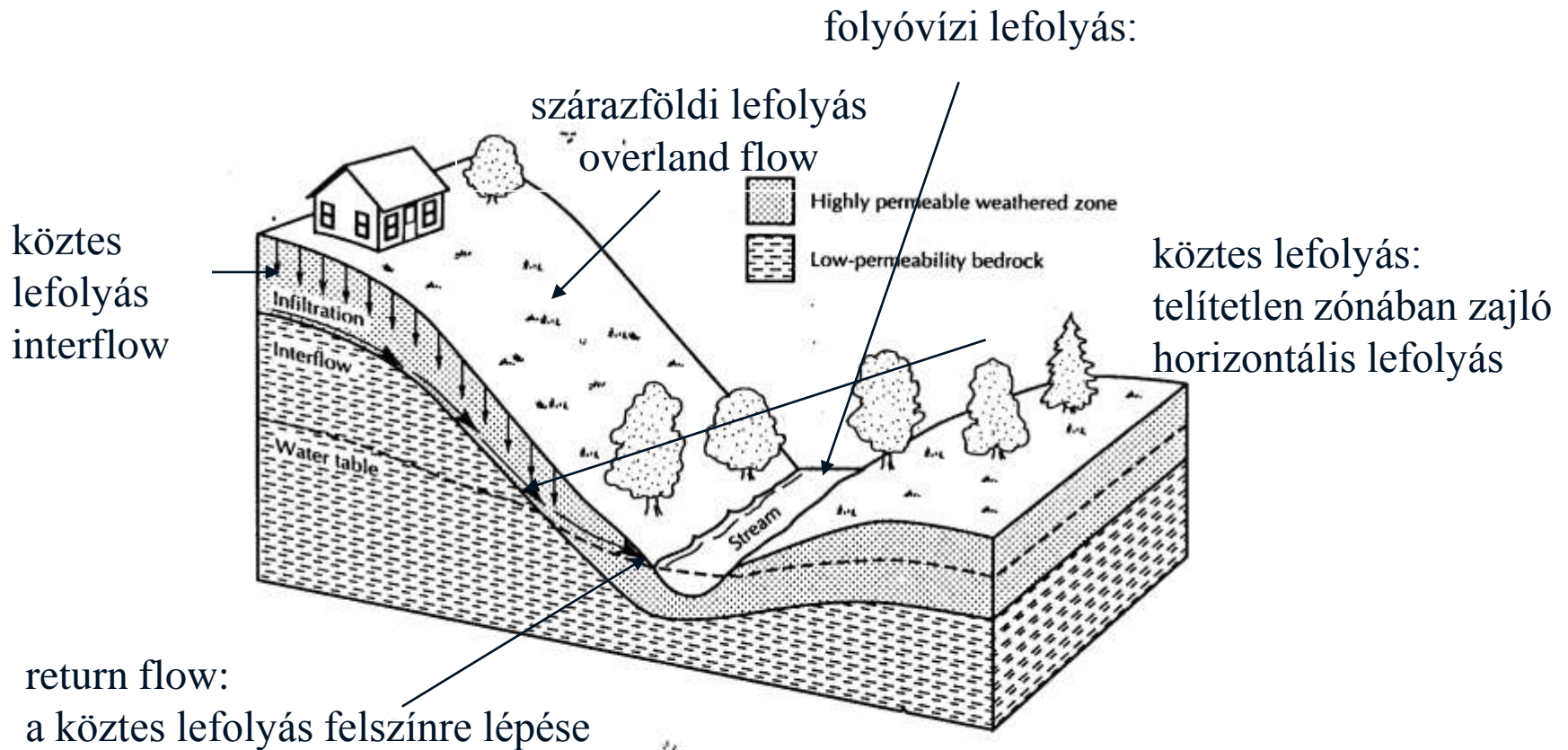


FIGURE 3.4 Interflow developing where a highly permeable but thin layer of weathered rock overlies a bedrock unit of lower permeability.

(Fetter, 1994)

Vízhozammérés folyókon

A folyó vagy a patak vízhozama az a víztérfogat, amely egységnyi idő alatt átáramlik a meder adott szelvényen, az áramlási keresztmetszet és a vízáramlás sebességének a szorzata.

A vízhozammérő szelvények sűrűsége a vízfolyás mentén

- egyenlő arányban kell megosztani kis és nagy vízfolyások között
- topográfiai és éghajlati viszonyok figyelembe vétele szelvény kijelölésekor
- valamennyi magassági övezetet képviseljenek
- vízfolyás hidrológia jellegének megváltozásakor
- országhatár metszésekor

A vízhozammérés gyakorisága

- a vízhozam évszakos sajátságaitól, változékonyságától
- árvizek idején napi rendkívüli mérések végzése
- WMO ajánlás (1974): évente legalább 10 mérés állomásonként

A vízhozammérési módszerek:

1. *vízsebesség mérésén alapuló*
2. *híguláson alapuló*
3. *műtárgy segítségével*

A vízhozammérési szelvények kijelölése

- a szelvény közvetlen közelében állandó vízmércé legyen
- a szelvényben a mederváltozás a lehető legkisebb legyen
- a vízfolyás egyenes szakaszán létesüljön (így a keresztstelvényre a sebességvektorok merőlegesek)
- szabályos mederalak

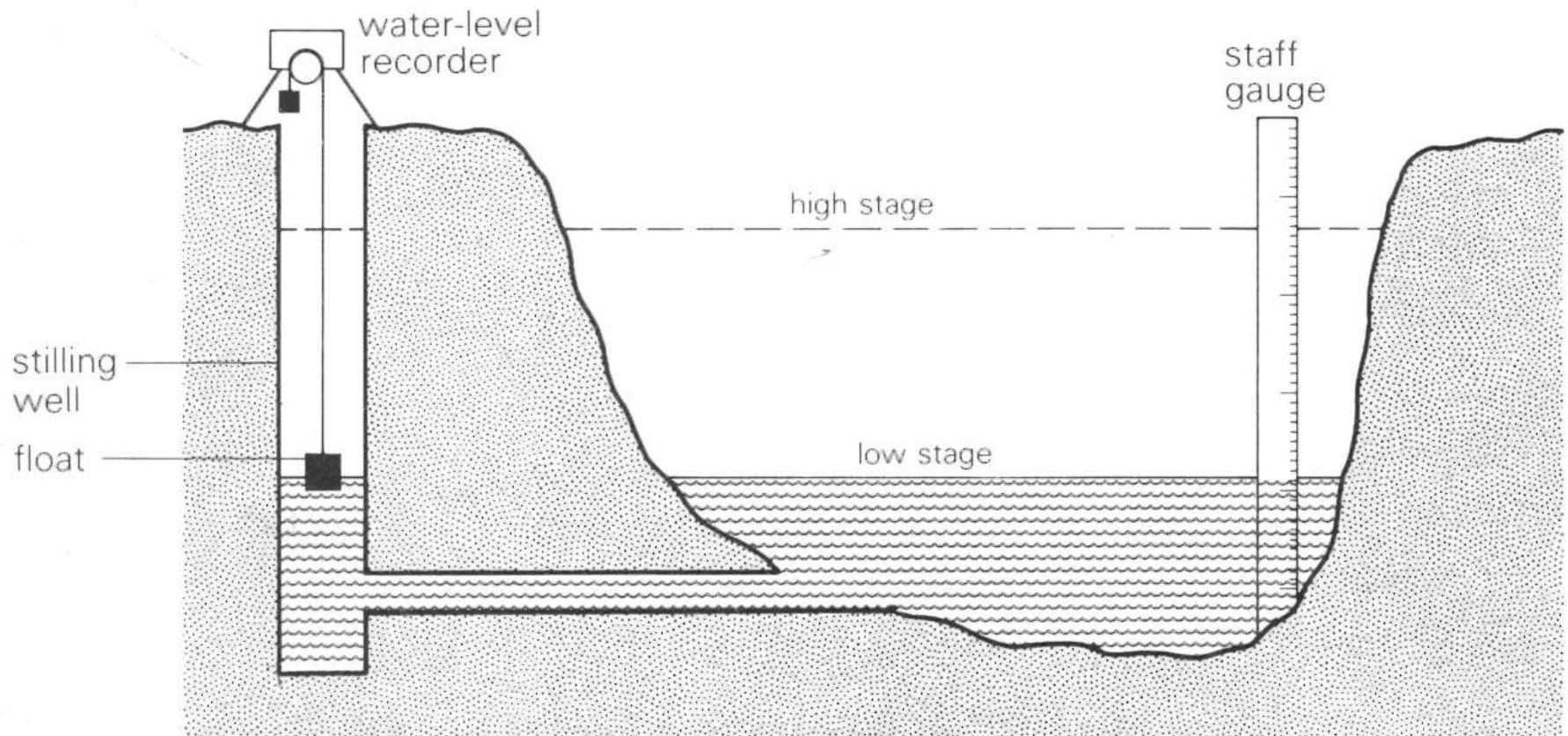
Folyó vagy patak vízhozamának meghatározása vízhozammérési keresztszelvény mentén

- A – nedvesített keresztmetszet [m^2]
- v – a vízáramlás sebessége [m/s]
- Q – hozam [m^3/s]

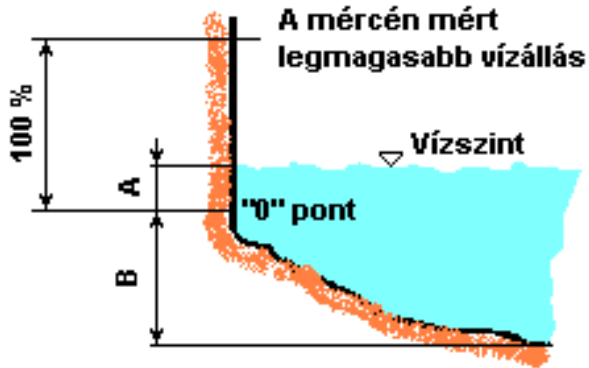
$$Q = A * v$$

vízszintregisztráló műszer

vízmérce



Egy vízfolyam keresztszelvénye egy vízhozam-mérőállomásnál, Price (1985)



A: A vízmércén mért vízállás

B: A "0" pont alatti vízmélység a vízmérce mederszevényében

A vízmérce „0” pontját az eddig mért legkisebb vízálláshoz illesztve határozzák meg. A vízállást ehhez viszonyítva centiméterben adják meg. A „0” pont alatti vízállások negatív előjelűek. Az adott vízmérce „0” pontját tengerszint feletti magasság értékével is rögzítik.

Mederkitöltési tényező: a vízmércén mért legnagyobb vízállás mederkitöltési tényezője 100%. A legkisebb mért vízszinthez tartozik a 0%.

A vízállások a mederkitöltési tényező függvényében:

- 0 – 20% igen alacsony
- 21 – 40% alacsony
- 41 – 60% közepes
- 61 – 80% magas
- 81 – 100% igen magas

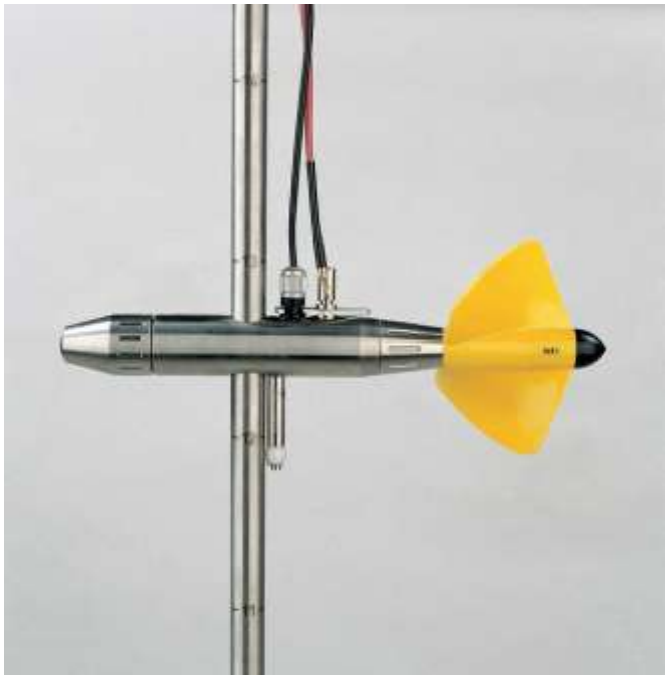


Vízmérce az Ilmen (Thüringia)

Vízmérce a Lánchíd budai pillérének lábán

Vízáramlás sebességének mérése:

- vízen úszó tárgy
- forgóműves sebesség mérő**
- ultrahangos sebesség mérő

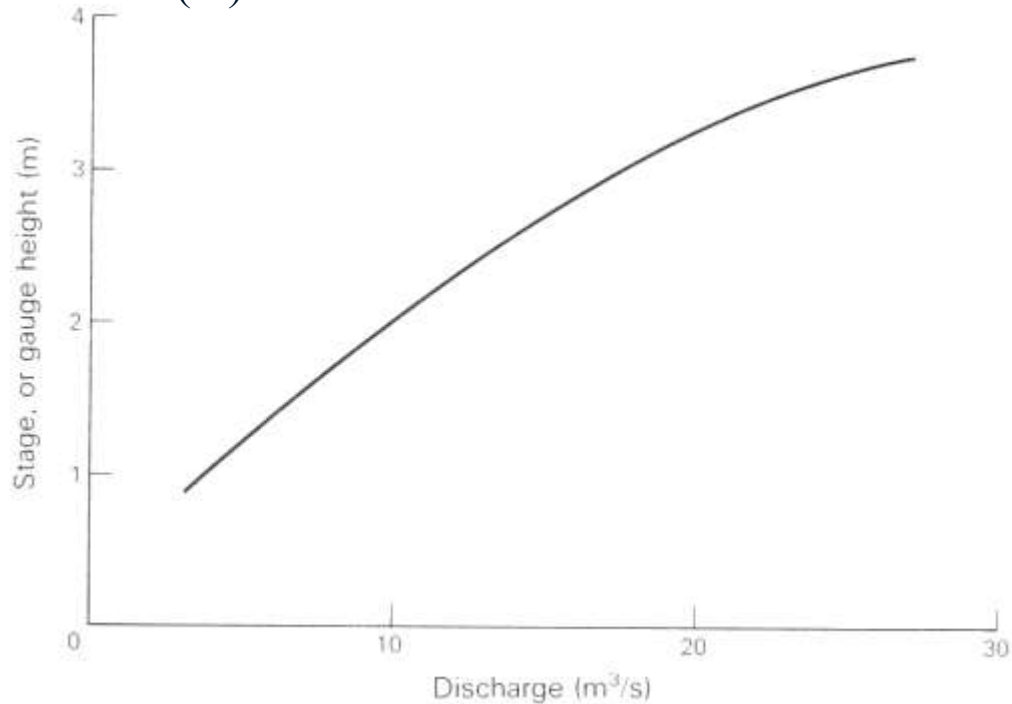


A vízfolyások keresztmetszvényében a vízsebességek értékei térben és időben változnak. Ezért a vízhozam lehetőség szerinti legpontosabb meghatározása érdekében a keresztmetszvény minél több pontjában szükséges a vízsebességet meghatározni, az ebből számított részhozamok összegzése adja a keresztmetszvény teljes vízhozamát.

A vízállás és vízhozam ismerete a vízgazdálkodási foglalkozó szakembereknek fontos a vízhozam előrejelzés tekintetében: áradások előre jelzése, hajózási lehetőségek.



Vízállás (m)



Vízhozammérő-állomás

<http://www.environment-eferrer=/regions/anglian/1274735/314098/>

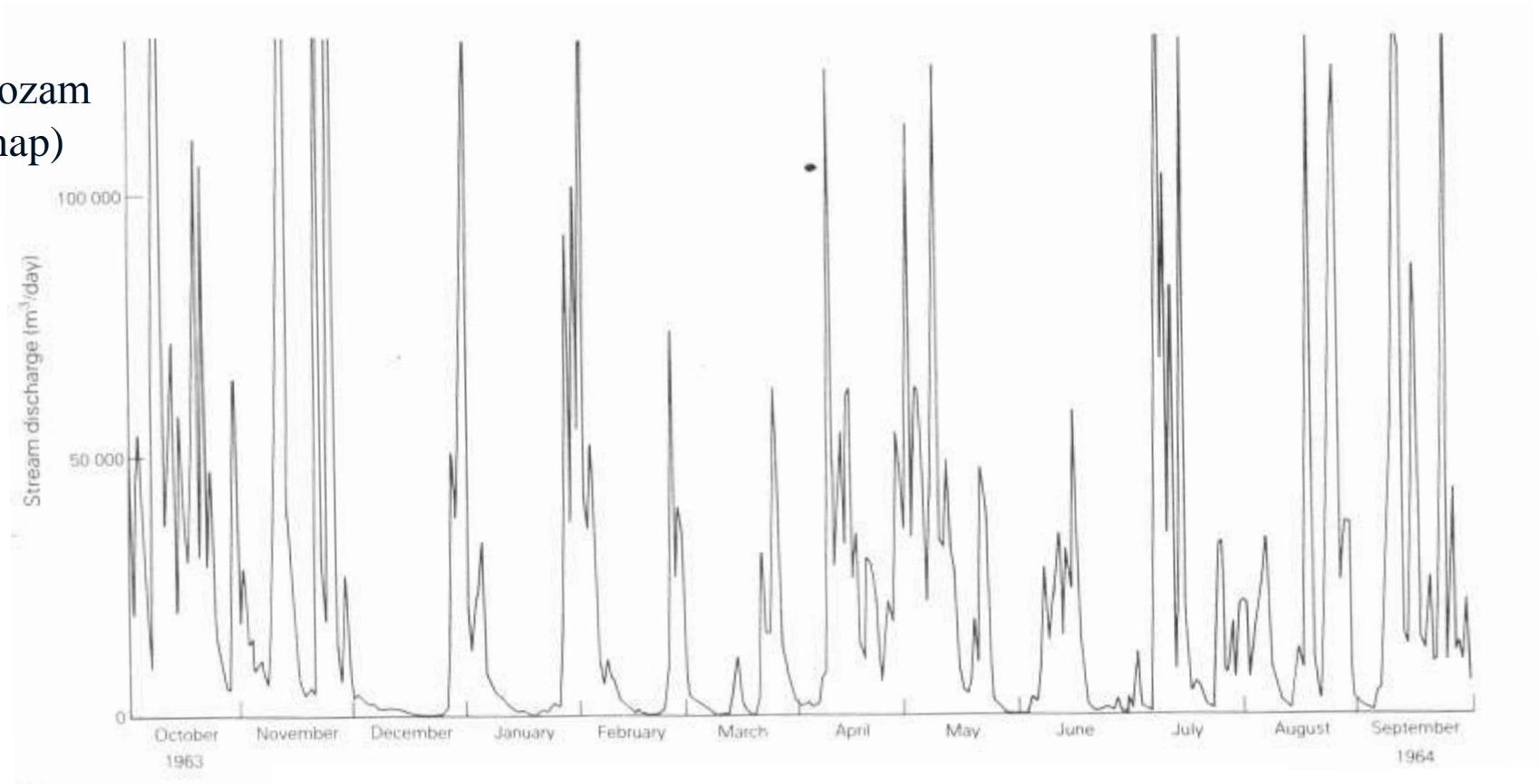
Vízhozam-vízállás görbe, Price (1985)

Vízhozam (m³/s)

Vízhozam görbe/vízhozam hidrográf : $Q(t)$

- A vízállás egyszerűbben mérhető, mint a vízáramlás sebessége.
- Az egyes vízhozam-mérőállomásokon közvetlen összefüggés állítható elő a vízállás és a vízhozam között. Ezt az összefüggést felhasználva csak a vízállás mérésével a vízhozam értéket megkapjuk.

Vízhozam
(m^3/nap)



Vízhozam idősor $Q(t)$ Price (1985)

Idő (nap)

Vízhozammérés műtárggyal

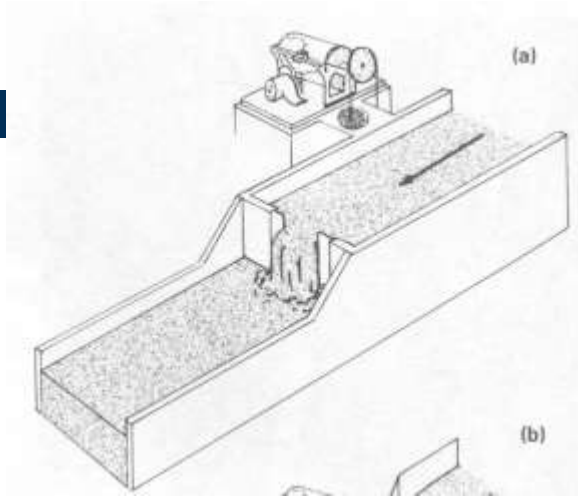
Módjai:

- mérőzsilip, mérőbukó (ismert keresztmetszelen)
- a vízszintmérés és az ismert keresztmetszetre vonatkozó összefüggés alapján a vízhozam kiszámítható

Fellépő problémák:

- költésesek
- ha a vízhozam szélsőséges értékek között változik, több műtárgyat kell beépíteni
- csak a vízfolyás szabályozásával létesíthetők
- üzembe helyezés után hitelesítő méréseket kell végrehajtani
- a műtárgy kimosódása

Vízhozammérés műtárggyal



mérőzsilip,
(Watson et al., 1995)



zsilip a Meuse-on
(Franciaország)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/Revin_Meuse_weir_20041230-_024.jpg

Chipoletti bukó



Thompson bukó



Teljes folyóvízi lefolyás és komponensei (alaphozam, csapadék, köztes lefolyás, szárazföldi lefolyás)

Teljes folyóvízi lefolyás (streamflow)

komponensei:

- Overland flow-szárazföldi lef.
- Baseflow-folyóvízi alaphozam
- Interflow-köztes lefolyás
- Direkt csapadék

Ha nincs csapadék → nincs overland flow, interflow

- Kizárólag a felszín alatti vízáramlás táplálja a folyót, ez a baseflow
- Exponenciális csökkenés a görbében
függ: topográfia (grad h), megcsapolás, talaj (K)

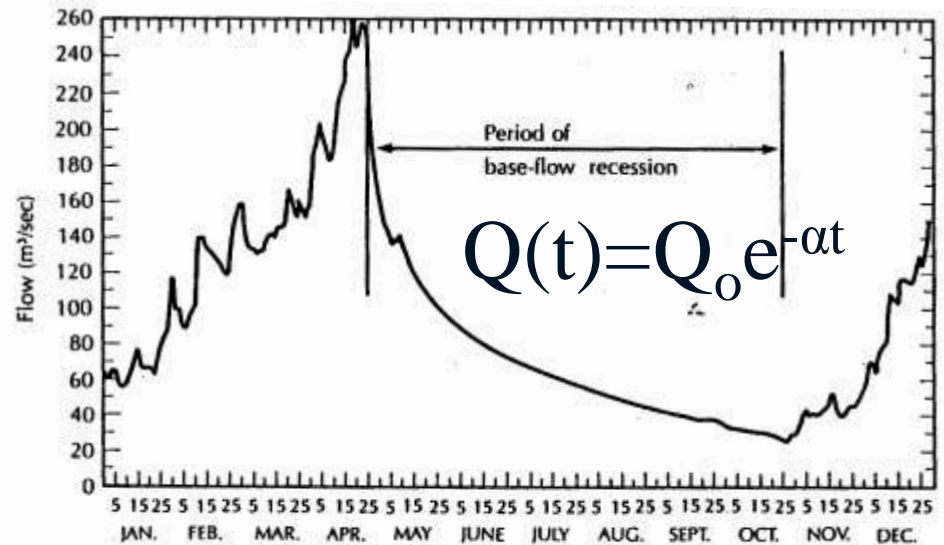
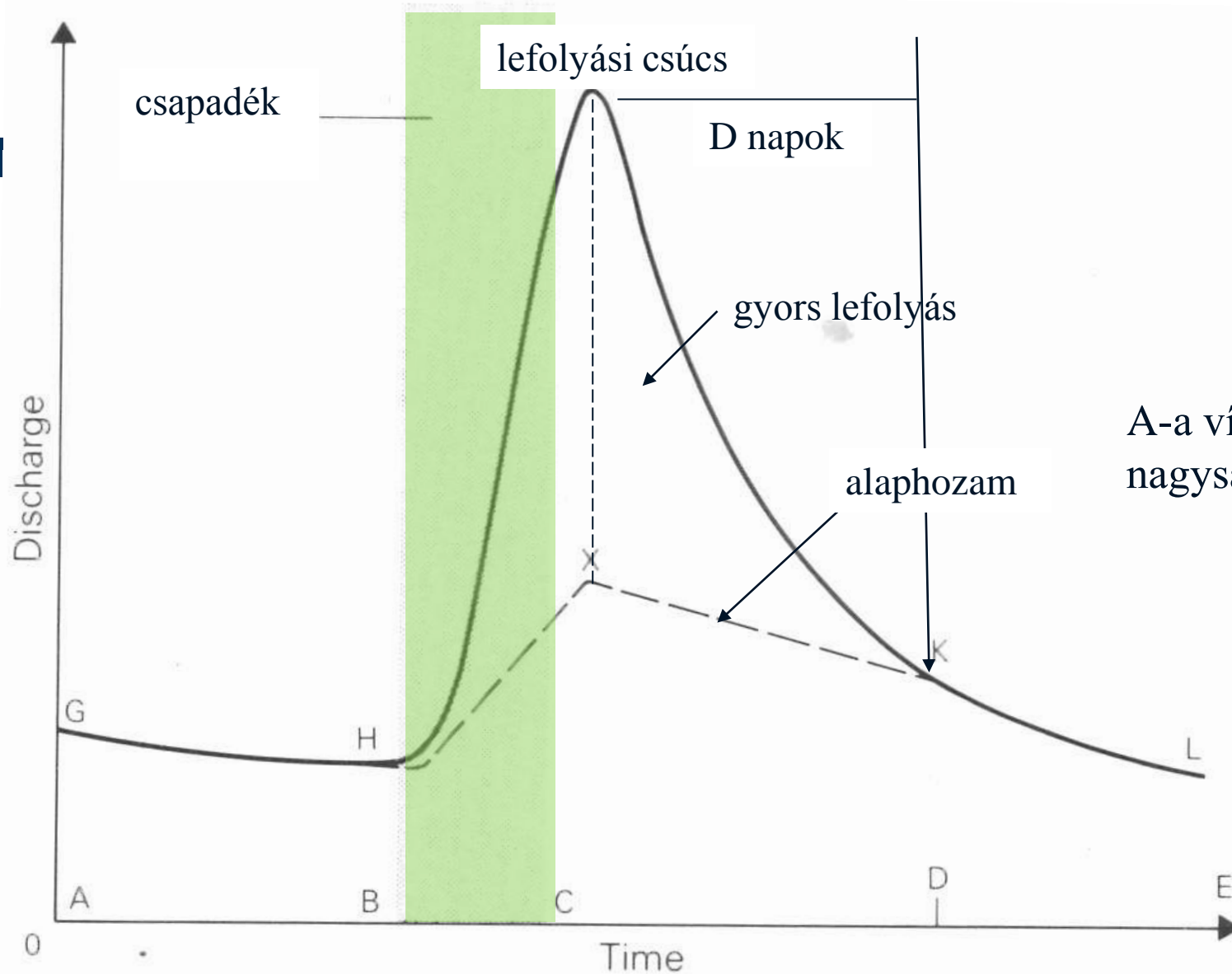


FIGURE 3.6 Typical annual hydrograph for a river with a long dry summer season: Lualaba River, Central Africa. Source: C. O. Wisler & E. F. Brater, eds., *Hydrology*, 2nd ed. (New York: John Wiley, 1959). Used with permission.

- α – medence tulajdonságaitól függő tényező
- Q_0 – a hozam a csökkenés kezdeti pillanatában
- t – a recesszió kezdete óta eltelt idő
- Q – a hozam „ t ”-ben



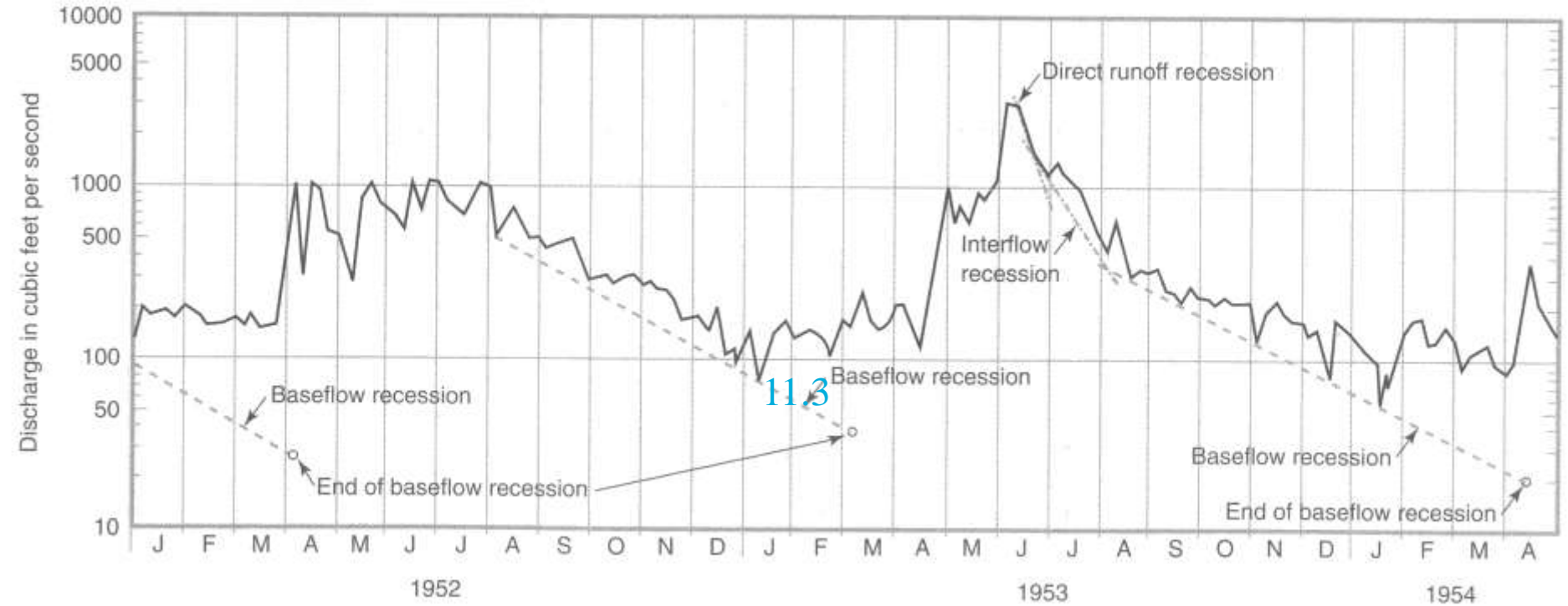
$$D = A^{0,2}$$

A-a vízgyűjtő terület nagysága mérföld²

Price (1985)

Folyó vízhozamgörbéjének felbontása (gyors lefolyási és alaphozam) komponensekre

Folyó vízhozamgörbe elemzés



Alaphozam komponensei:

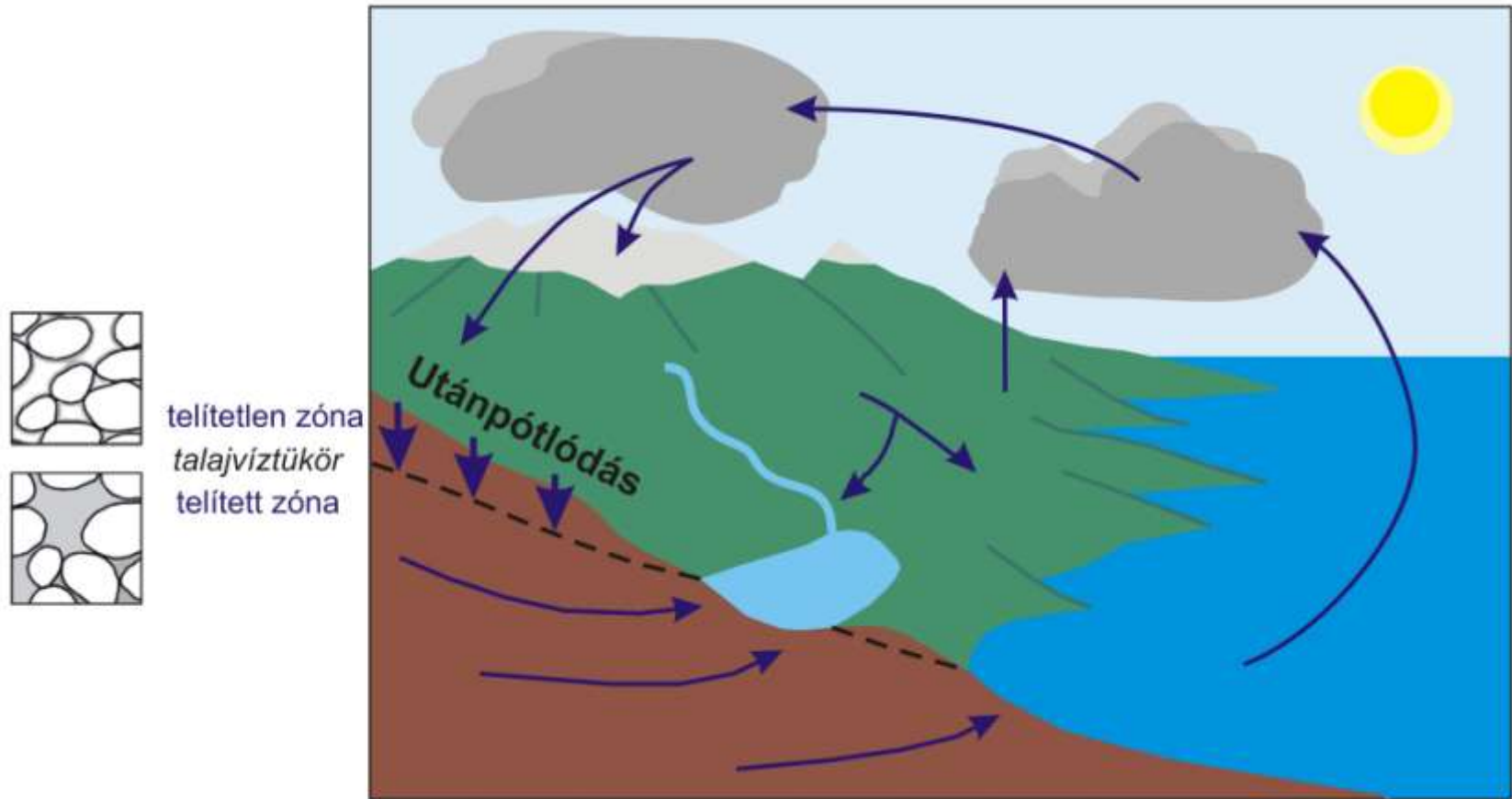
- felszín alatti víz hozzáfolyása

Gyors lefolyás (quickflow) komponensei:

- gyors köztes áramlás
- szárazfelszíni lefolyás
- közvetlenül a folyómederbe hulló csapadék

(Deming, 2002)

5. Beszivárgás-utánpótlódás



5. Beszivárgás

5.1. A beszivárgás és beszivárgási kapacitás/intenzitás fogalma

fogalma

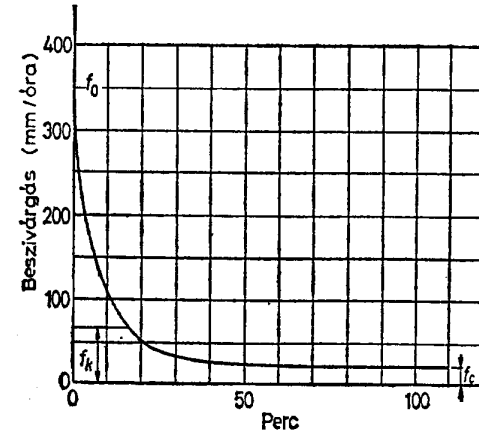
Def.: a felszín alatti víz utánpótlását szolgáló csapadékmennyiség

Beszivárgási kapacitás:

a nedvességnek az a maximális összege, amelyet adott állapotban a közet el tud nyelni a lehulló csapadékból (sebesség, fajlagos hozam dimenzió)

□ Beszivárgási kapacitás időbeli változása:

- $f_0 \rightarrow$ max. (száraz közet miatt)
- $f_c \rightarrow$ konstans, független az eső időtartamától



(Juhász, 2002)

A beszivárgás függ:

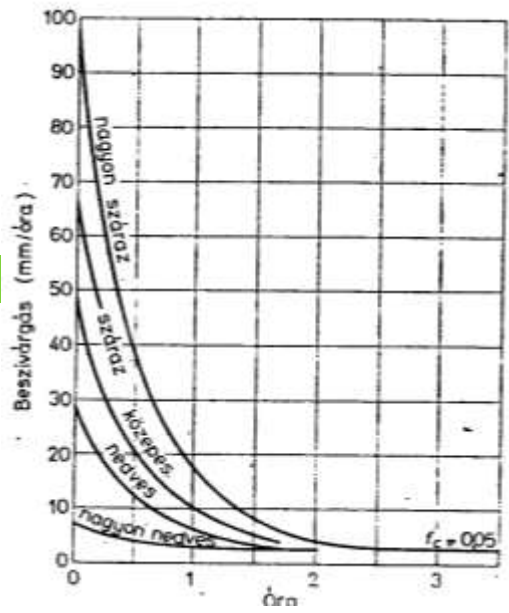
- a kőzet kezdeti nedvességtartalmától → azonos kőzetben mértéke csökken a nedvességtartalom növekedésével

- az évszakoktól

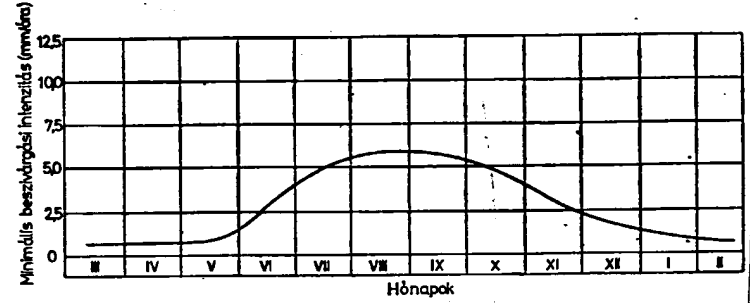
- a kőzetfizikai tulajdonságoktól: tömörítettség

- pl. mezőségi talajra
- $1,3 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 30 \text{ mm/óra}$
- $1,6 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 8-9 \text{ mm/óra}$

- a lejtéstől: ez azonban sokkal kisebb mértékben változtatja meg az infiltrációt, mint a kőzet minősége



(Juhász, 2002)

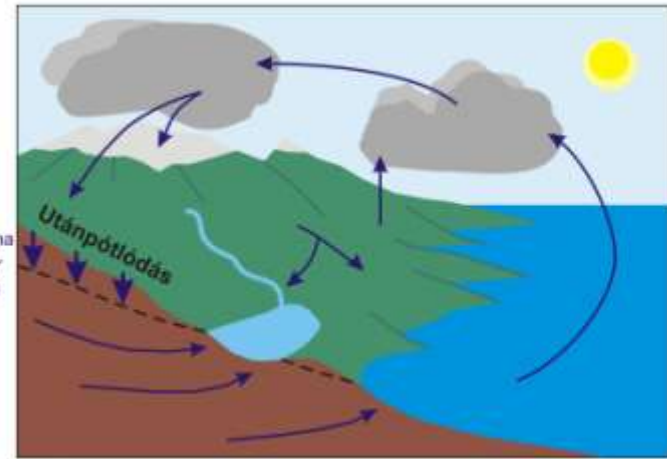
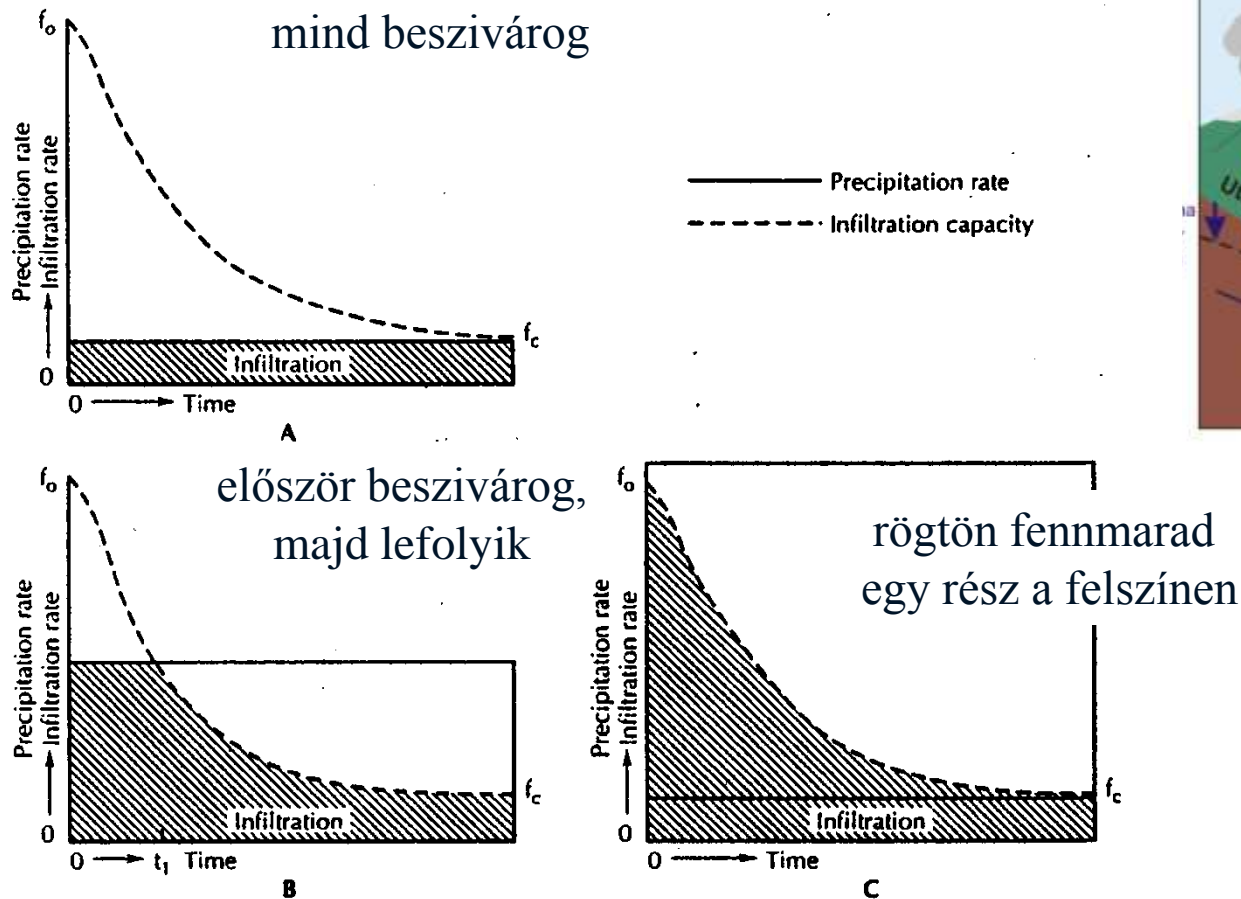


A minimális beszivárgás kapacitásváltozása az évszakok függvényében

Beszivárgási jellemzők egyes kőzeteknél

A kőzet megnevezése	Minimális beszivárgási intenzitás f_c mm/óra	Maximális beszivárgási intenzitás f_o mm/óra	Számba vehető talajvíz tározótér (vízkapacitás) VK mm/m
Homok	> 400	> 500	50—100
Homokos iszap	50 — 400	150—500	100—150
Iszap	5 — 50	100—150	150—220
Agyagos iszap	0,5 — 5	70—100	120—170
Agyag	0,05— 0,5	10— 70	100—150

5.2. A beszivárgás és lefolyás összefüggései



(Fetter, 1994)

FIGURE 3.2 Relationship of infiltration capacity and precipitation rate. A. Precipitation rate less than equilibrium infiltration capacity. B. Precipitation rate greater than equilibrium infiltration capacity but less than initial infiltration capacity. C. Precipitation rate greater than initial infiltration capacity.

Horton-féle szárazföldi lefolyás

ha „f” nagy → ritka,

kivéve

- telített
- fagyott talaj

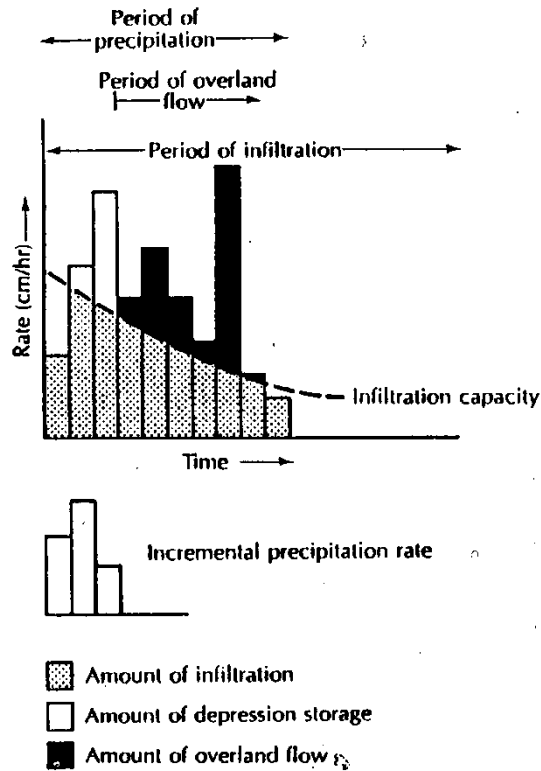
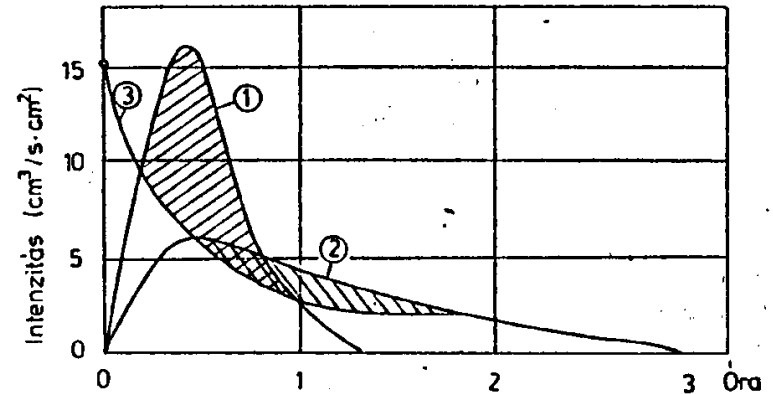


FIGURE 3.3 Incremental precipitation rate and its dissociation into amounts of infiltration, depression storage, and overland flow. Infiltration begins when the precipitation does. Overland flow does not begin until the depression storage is exhausted. Overland flow continues past the termination of precipitation. Infiltration will continue as long as there is any water in depression storage—usually past the period of overland flow.

(Fetter, 1994)

Azonos csapadékmennyiség esetén a nagyobb intenzitású kevesebbet nyújt a felszín alatti vizeknek, mint a kis intenzitású!



8.6. ábra. Azonos mennyiségű csapadék elszivárgó hányada. 1 = intenzív csapadék; 2 = csendes eső; 3 = beszivárgási görbe

(Juhász, 2002)

5.3. A beszivárgás karsztos és porózus közegbe

Víztartó típusok:

- *Karsztos:*
Elsődleges porozitás kicsi, fő vezetőképesség a másodlagos és harmadlagos porozitásból ered
Pontszerű (víznyelő) és diffúz beszivárgás egyaránt jellemző
Epikarszt kiemelt szerepe
- *Porózus:* porozitása üledékfüggő, beszivárgás diffúz
- *Hasadékos:* repedéshálózat adja a porozitás fő részét, koncentrált és diffúz beszivárgás

6. Vízmérleg komponensek hatása a felszín alatti vízre



6. Vízmérleg komponensek hatása a felszín alatti vízre

- A felszín alatti víztestek legfelső potenciálfelülete a talajvíztükör
- A hidrológiai ciklus elemei ennek helyzetét és időbeli változását elsődlegesen befolyásolják
- Vízsztintváltozások jellege:

1. Ciklikus

1.1. Napi

- E, T, hőmérséklet napszakos változása,
- Légnyomás-változás,
- Árapály-hatás.

1.2. Évszakos

- CS, E, T évszakos változása,
- Hófelhalmozódás/olvadás,
- Talajfagy.

1.3. Szekuláris

Száraz/esős évek, évtizedek

2. Szabálytalan

Véletlen események, emberi hatások

6. Vízmérleg komponensek hatása a felszín alatti vízre

Mérési módszerek:

- Vízsztészlelések, vízszintmérés:
automata vagy kézi vízszintregisztrálás
- Országos észlelőhálózat:
 - talajvízmegfigyelő hálózat
 - karsztvízszint megfigyelő hálózat
 - rétegvíz megfigyelő hálózat

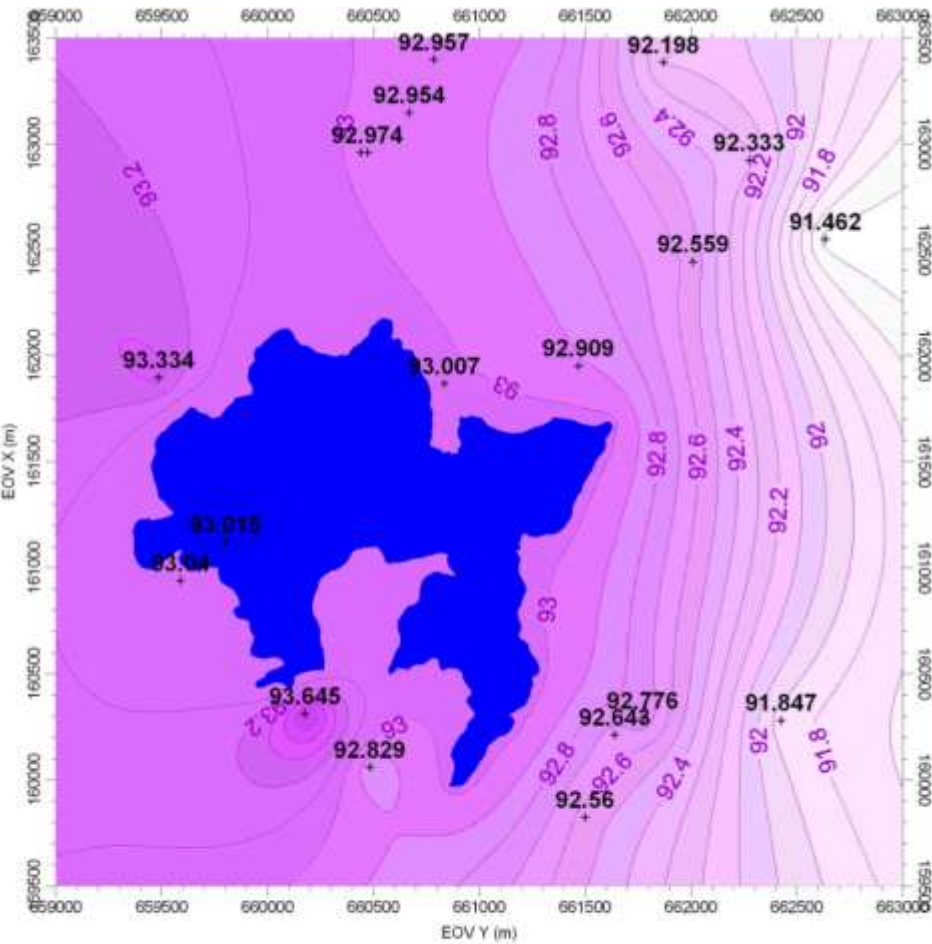
A vízszintváltozások megjelenítése:

1. Vízszt/potenciometrikus kontúrtérképek
különbéféle időpontokra:
 $h(x,y,t)$ $t:t_1,t_2$

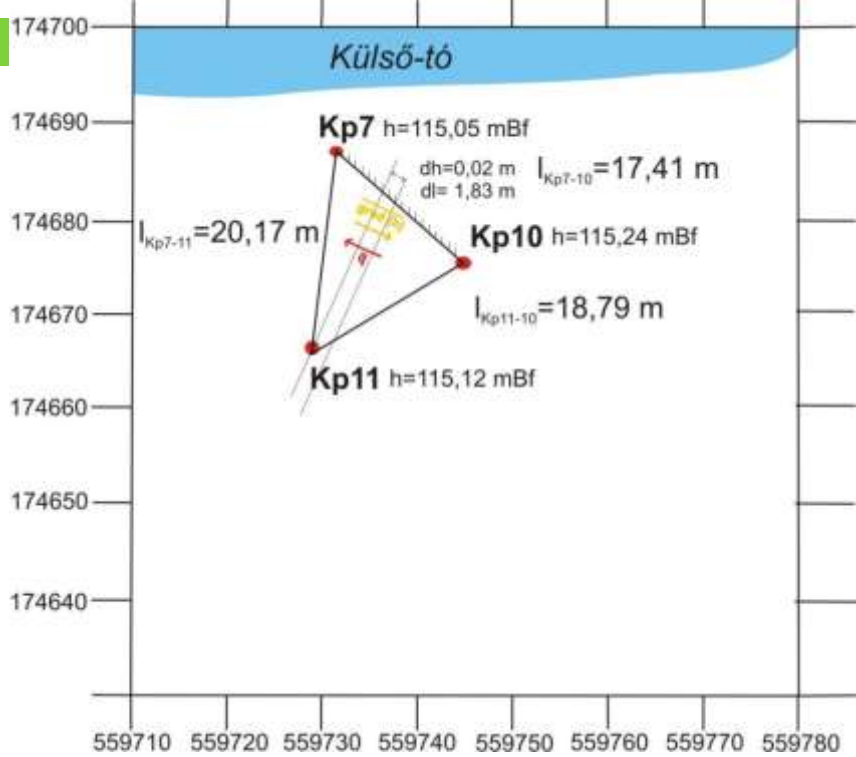
2. Kútidősorok/hidrográfok: megfigyelő
kutakban rögzítik a vízszint adatsort
 $h(t)$ vagy $d(t)$

1.A Talajvízszint térkép

Gradiensszámítás három pont alapján

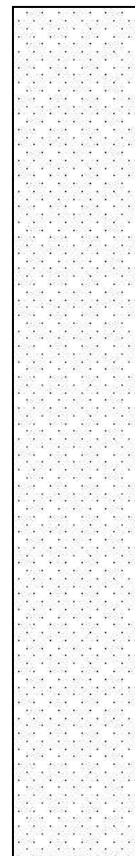
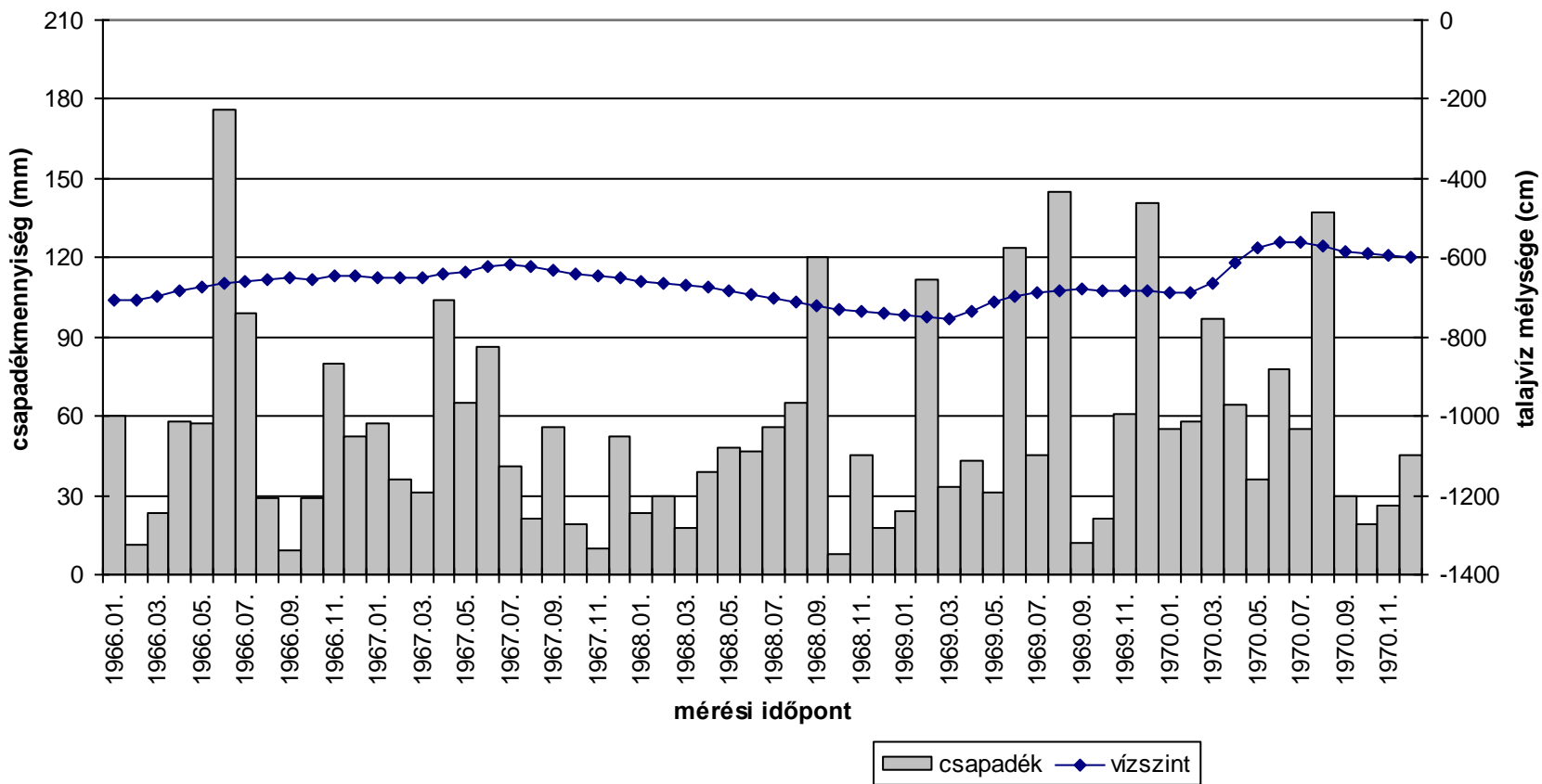


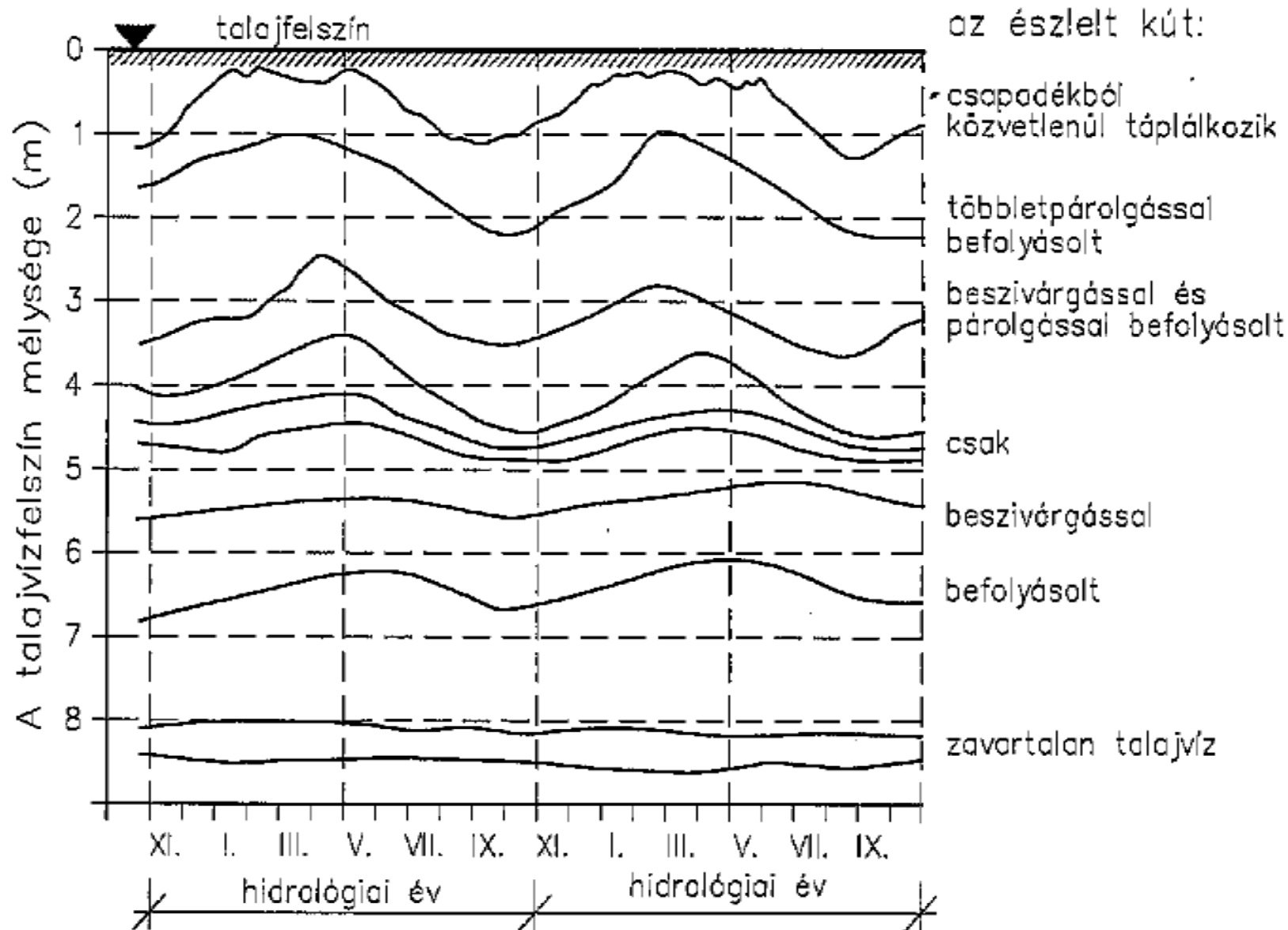
(Simon Szilvia, 2008)



2. Kútidősor/hidrográf d(t)

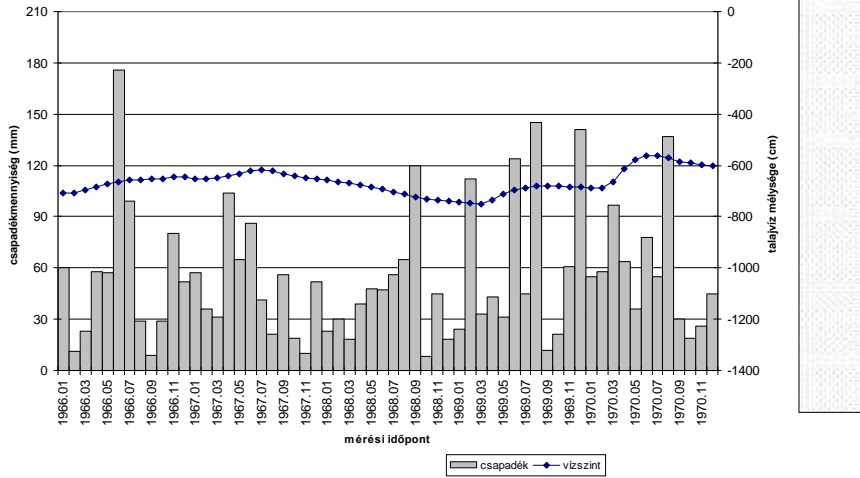
Éves talajvízszint-ingadozás (Borota talajvízkút-003617) és a bajai meteorológiai állomás havi csapadékadatának összesített diagramja (1966-1970.) a rétegsorral



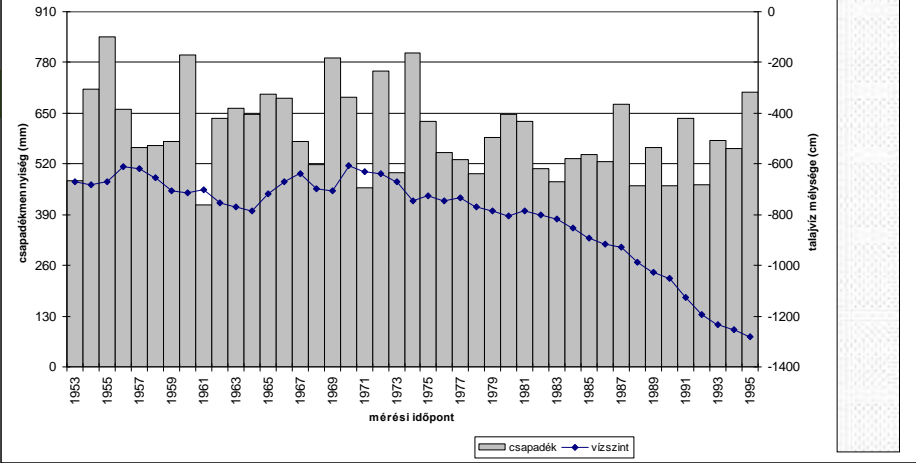


10-9. ábra: A talajvízállás ingadozása a mélység függvényében

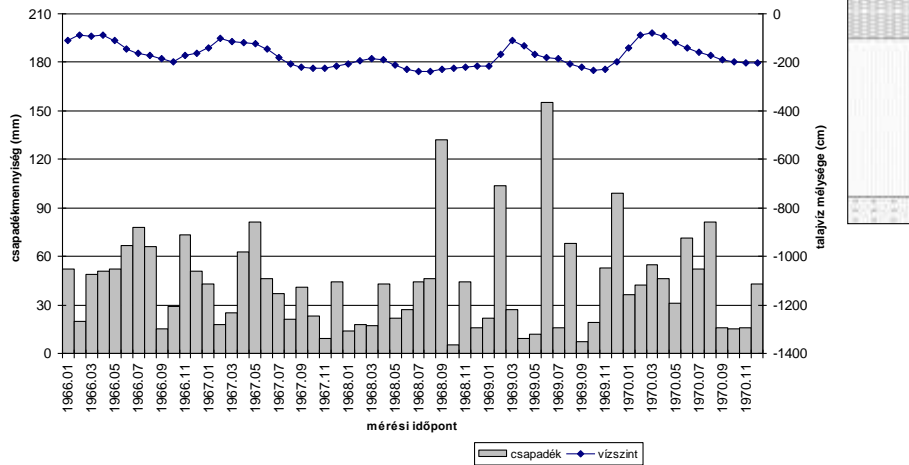
Éves talajvízszint-ingadozás (Borota talajvízkút-983) és a bajai meteorológiai állomás havi csapadékadatainak összesített diagramja (1966-1970.) a rétegsorral



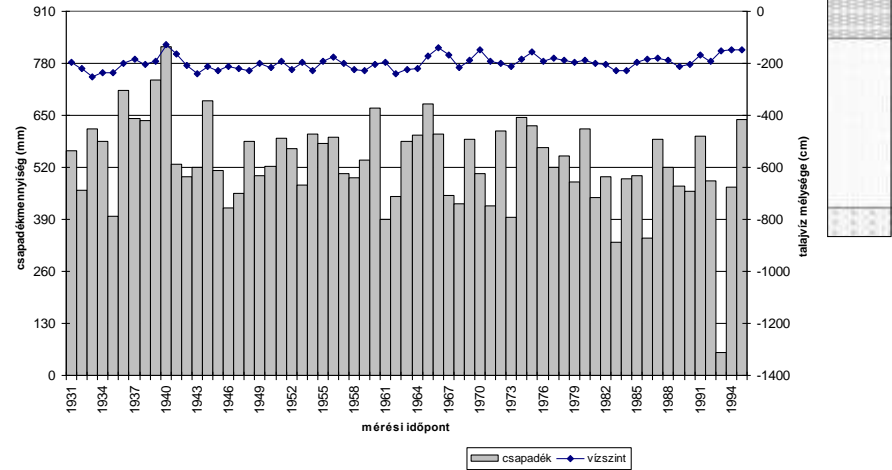
Sokéves talajvízszint-ingadozás (Borota talajvízkút-983) és a bajai meteorológiai állomás éves csapadékadatainak összesített diagramja (1953-1995.) a rétegsorral



Éves talajvízszint-ingadozás (Fülöpszállás talajvízkút-807) és az izsáki meteorológiai állomás havi csapadékadatainak összesített diagramja (1966-1970.) a rétegsorral



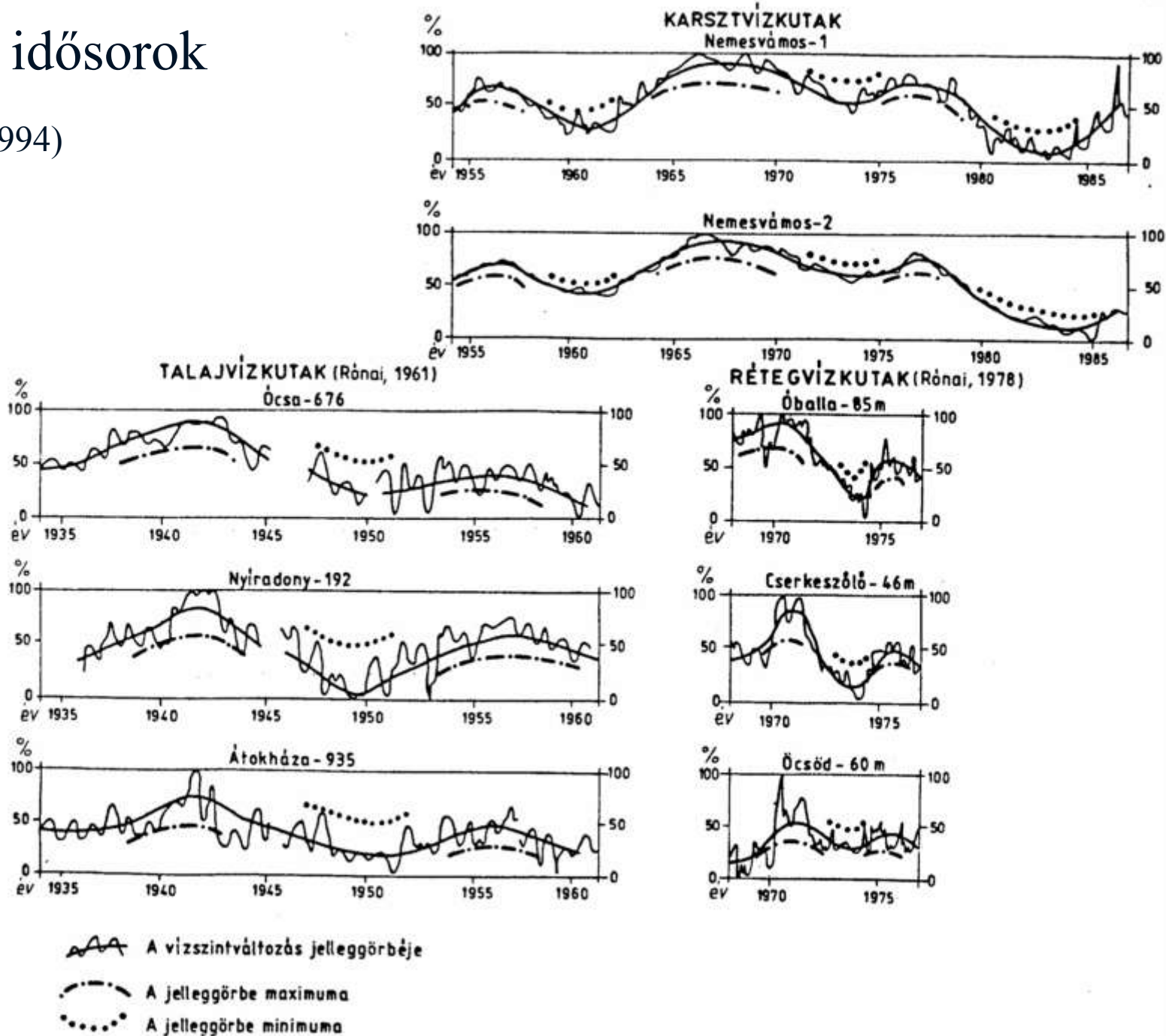
Sokéves talajvízszint-ingadozás (Fülöpszállás talajvízkút-807) és az izsáki meteorológiai állomás éves csapadékadatainak összesített diagramja (1931-1995.) a rétegsorral



1. Hosszú idősorok

M. Szőnyi (1994)

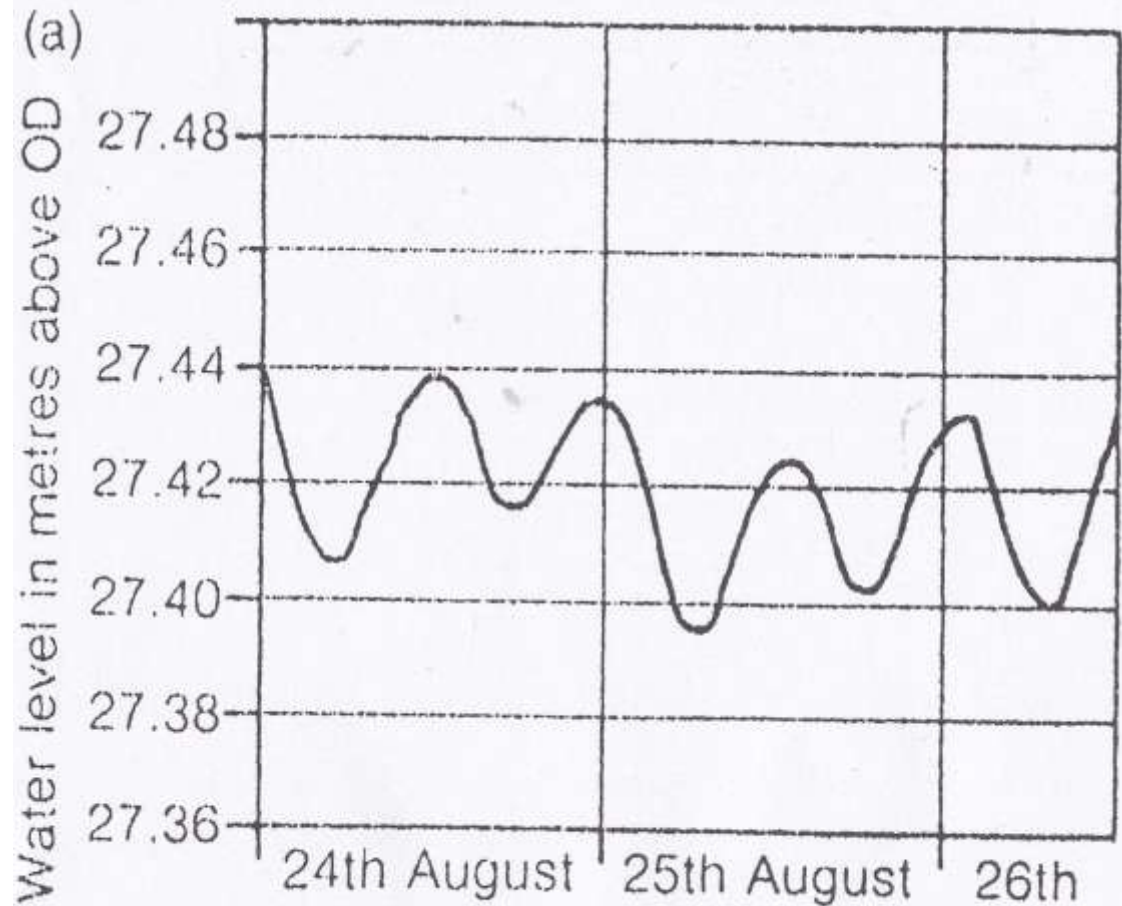
1. ábra. Alföldi talaj-, rétegvízutak és közphegységi fő-karsztos kutak vízjárásai és jelleggörbéi



2. Rövid idősorok I.

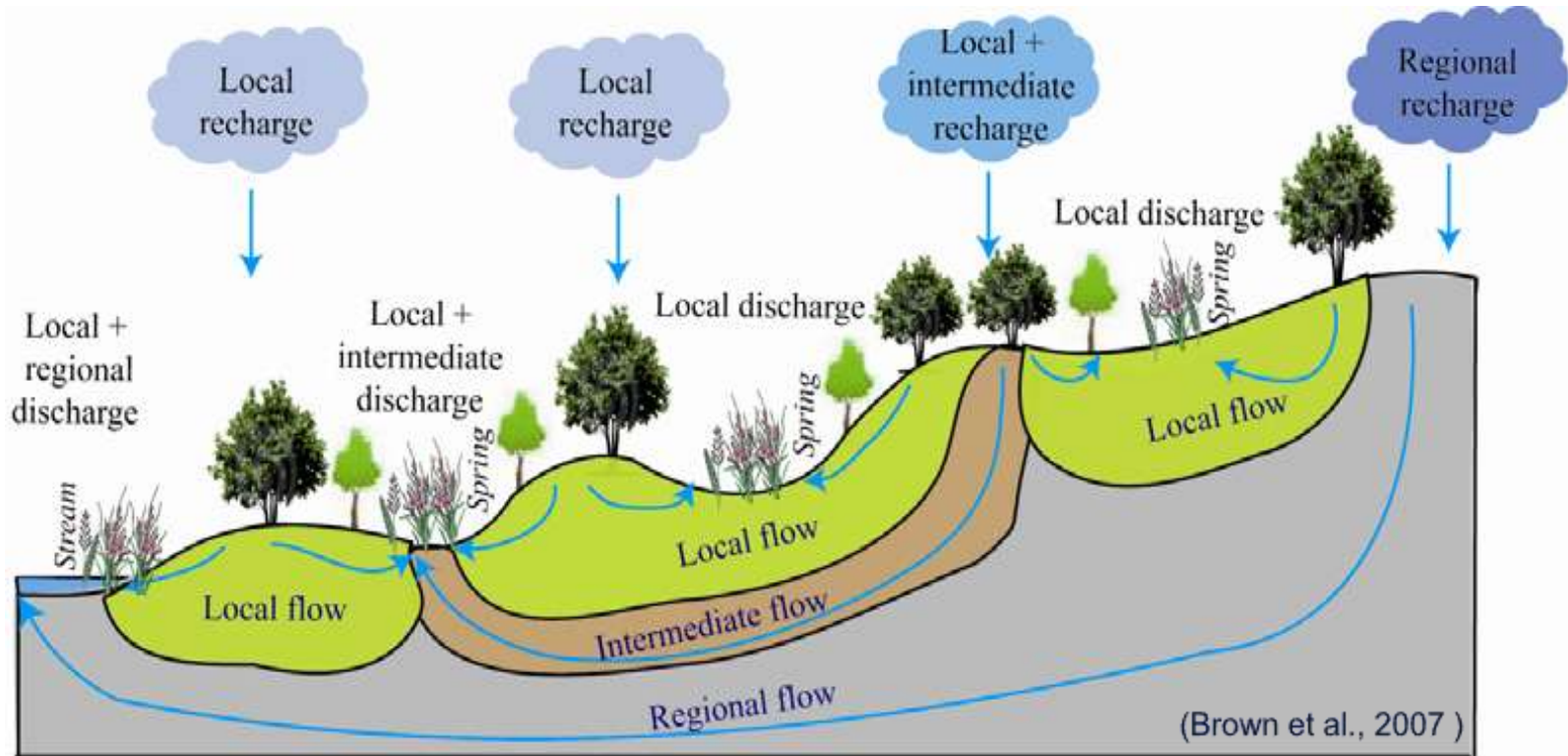
Field Hydrogeology

- Árapály hatása (Price, 1995)



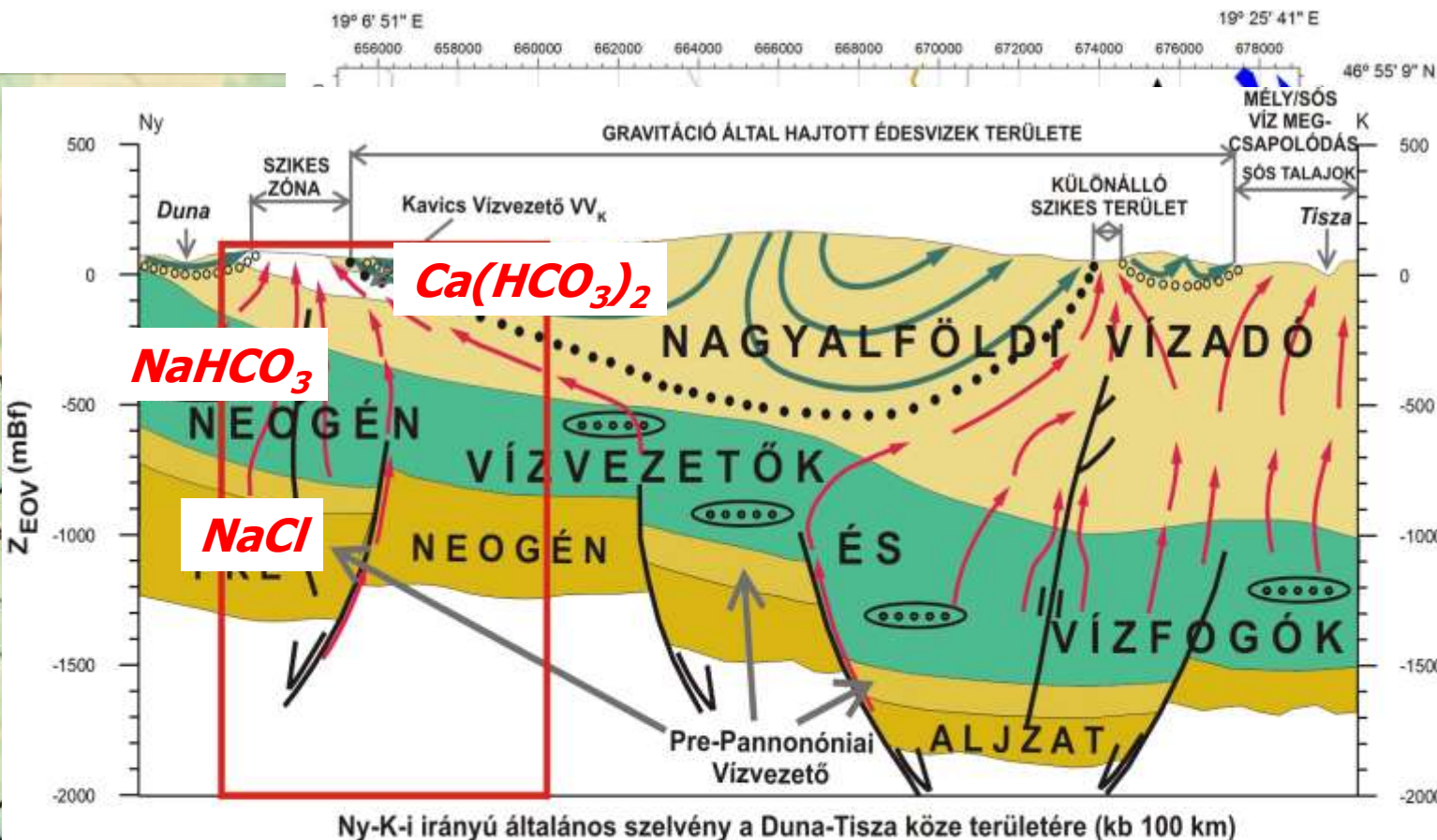
6. Esettanulmány

Geohidrológiai mérések szerepe a felszín alatti víztől függő élőhelyek vizsgálatában a Duna-Tisza közén



A felszín alatti víztől függő élőhelyek védelme elsődleges fontosságú. Ezek nagy szerepet játszanak a biodiverzitás fenntartásában. Eredeti, természetes állapotban tartásuk, védelmük elsődleges feladat, az EU Vízkeretirányelv kiemelt célja.

6. Esettanulmány

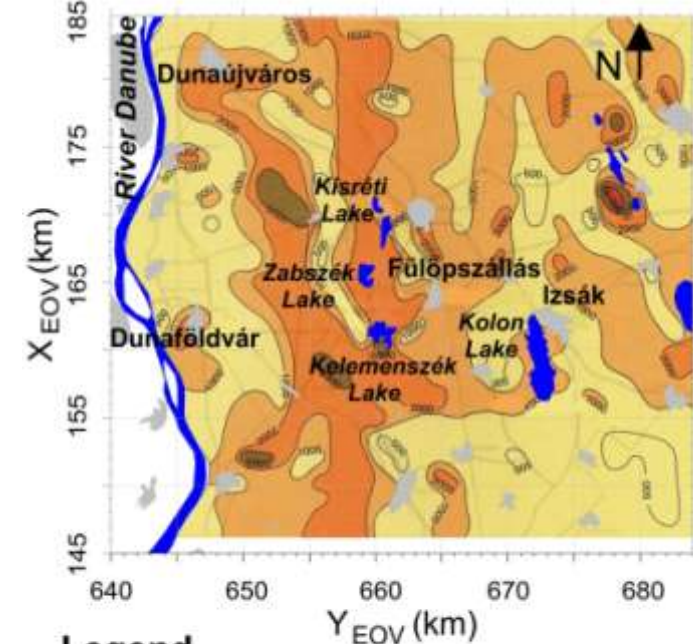
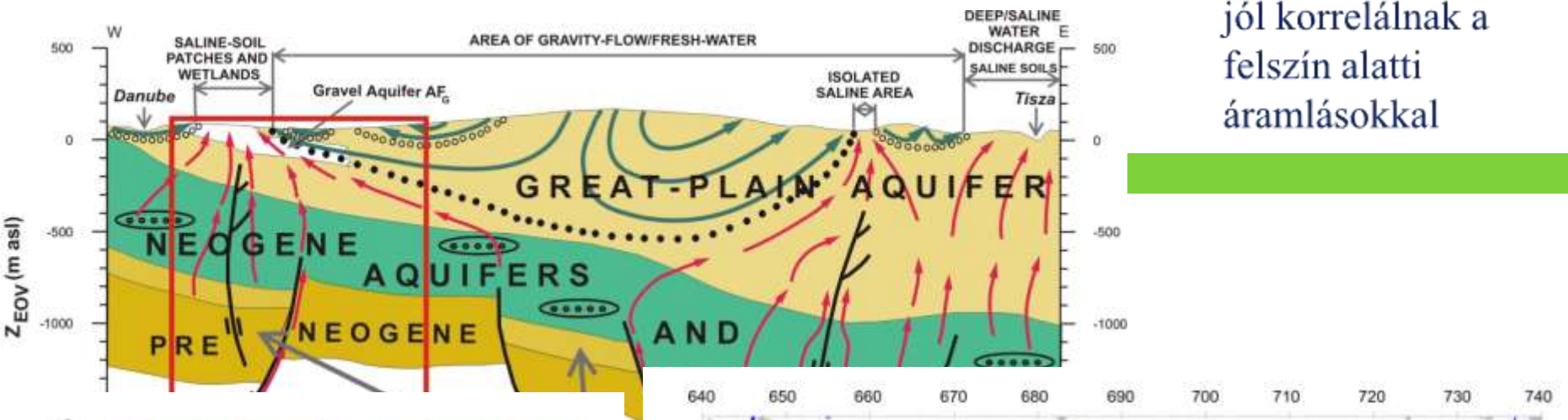


Legend

- Gravitációs áramlási rendszer;
- Aljzati, kompressziós áramlási rendszer;
- Kompressziós és gravitációs áramlási rendszerek határa;
- Nagy permeabilitású lencsék
- Vizsgált terület
- Túlnyomásos és gravitációs áramlási rendszerek határa
- Gravitációs áramlási rendszerek határa;
- Normál vető;
- Oldaleltolódás;
- Virágszerkezet;
- Tszf. magasság (mBf)

(Mádl-Szőnyi és Tóth, 2009)

A felszíni jelenségek jól korrelálnak a felszín alatti áramlásokkal

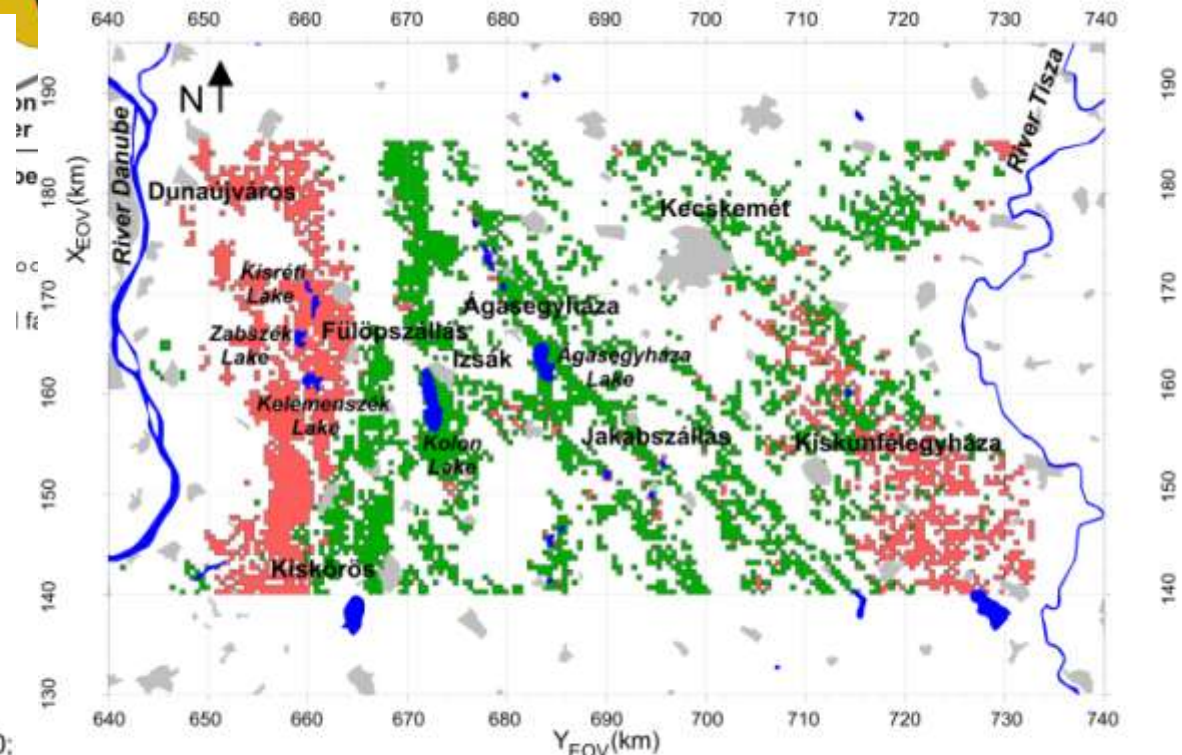


Legend

Total Dissolved Solids Content mg/L: 500-1000;

1000-2000; 2000-5000; > 5000;

Lake; River; Settlement;



Legend

Saline areas Meadow areas Settlement River Lake

(Mádl-Szőnyi and Tóth, 2009 modified after Biró)

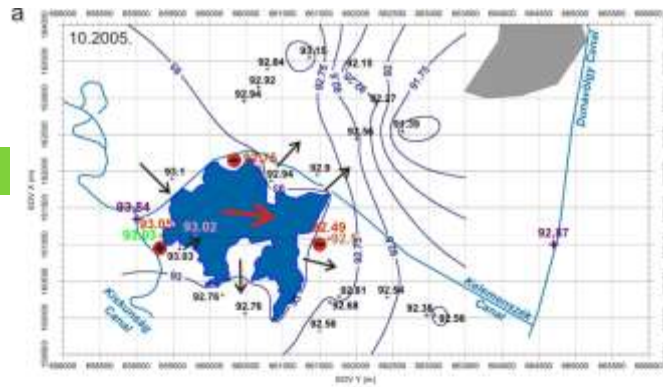
Kérdésfeltevés, fő célok

- Milyen kapcsolatban áll a szikes wetland zóna Duna-Tisza köze áramlási rendszereivel?

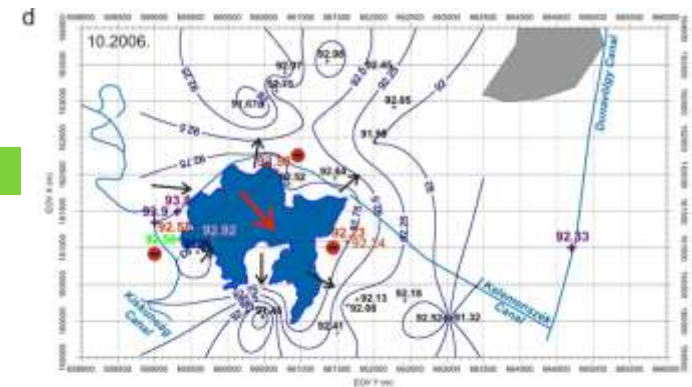


Talajvíztükör térképek

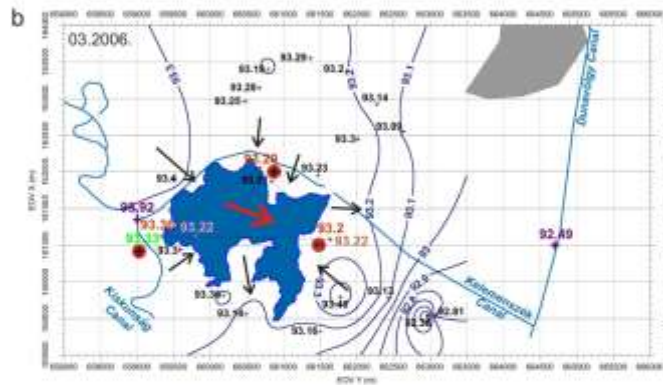
Ősz
2005



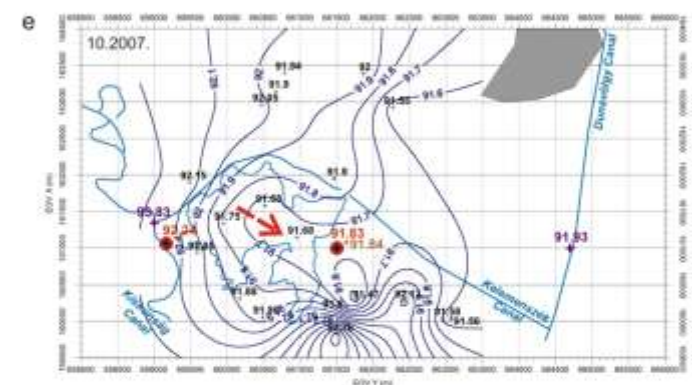
Ősz
2006



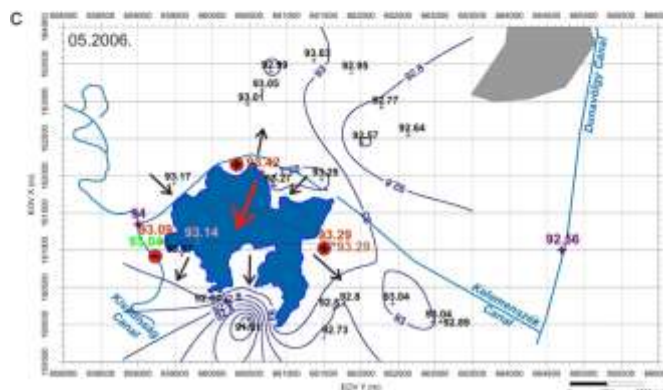
Tavaszi
2006



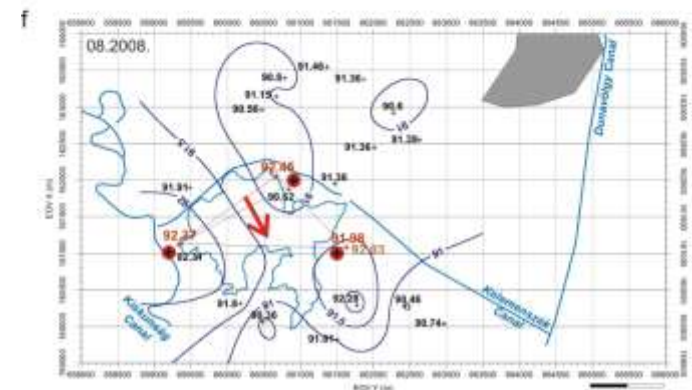
Ősz
2007



Nyár
2006



Nyár
2008



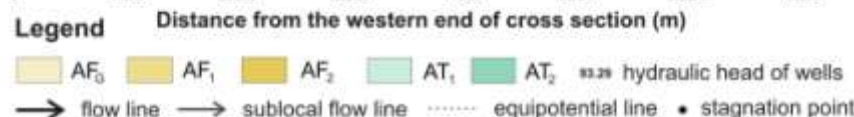
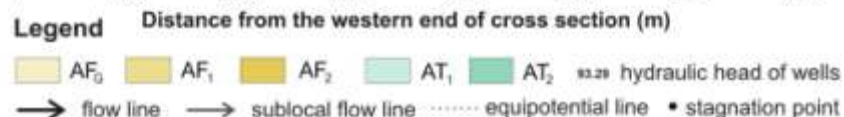
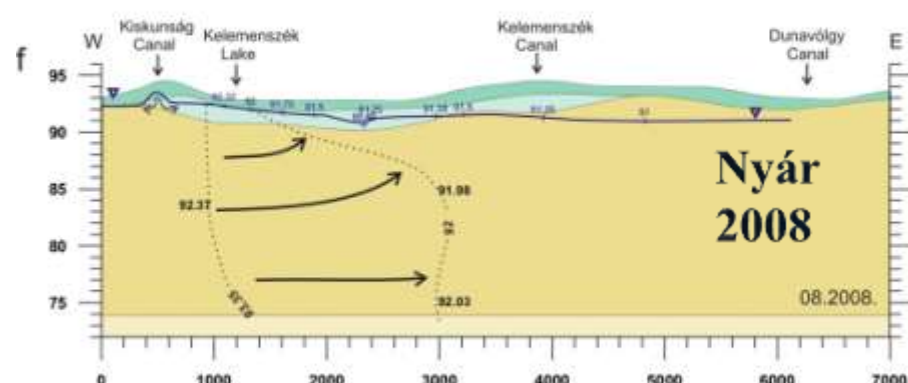
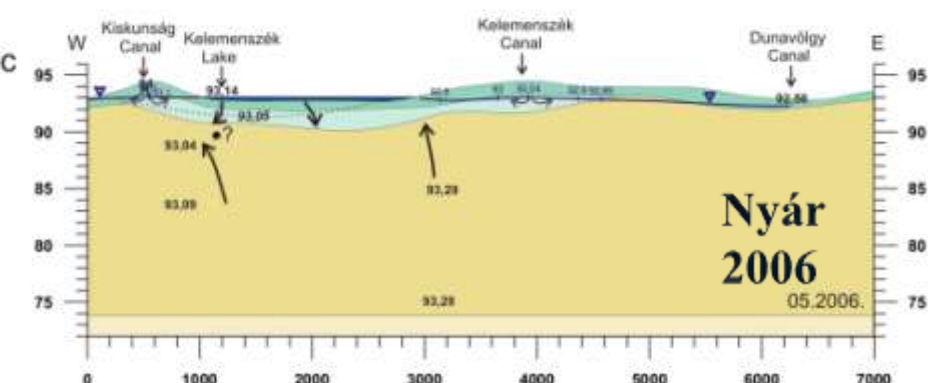
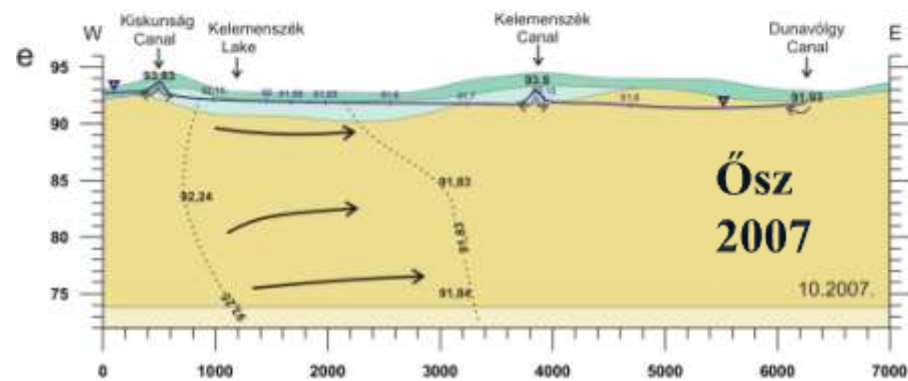
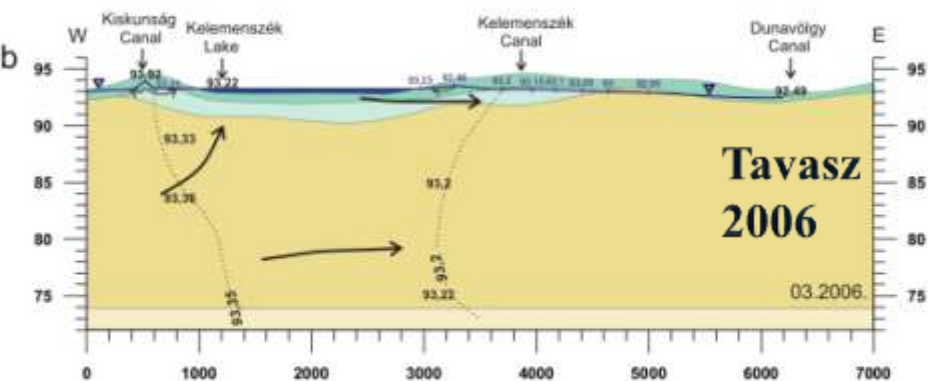
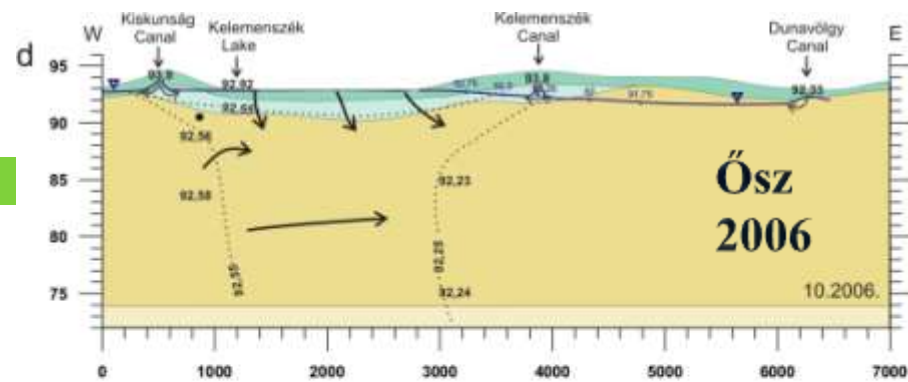
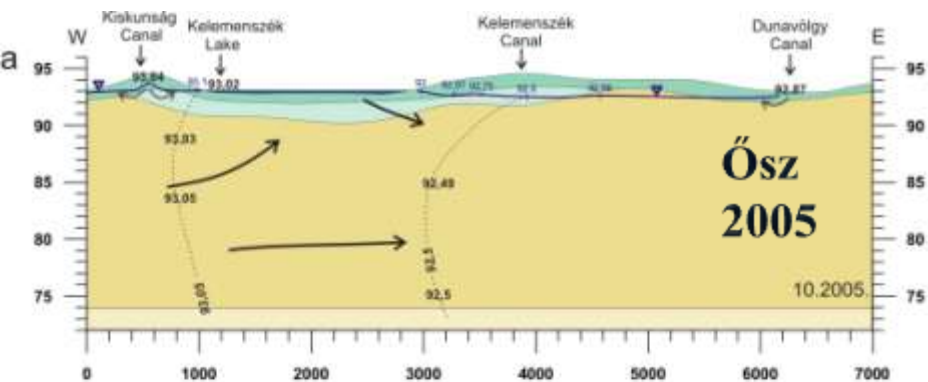
Legend

- hydraulic head of O1 (~5m) (m a.s.l.)
- hydraulic head of O2-3-4 (~10 m) (m a.s.l.)
- hydraulic head of O5 (~20m) (m a.s.l.)
- + canals (m a.s.l.)
- lake water level (m a.s.l.)
- canals
- settlement
- lake
- horizontal flow direction in the level of water table
- horizontal flow direction in ~10 m depth
- direction of vertical flow between lake and the ~10 m deep wells

Legend

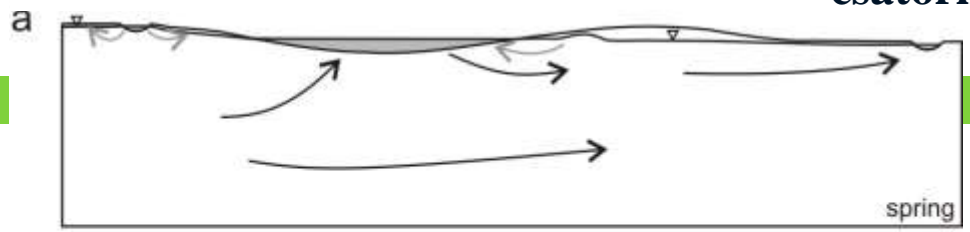
- hydraulic head of O1 (~5m) (m a.s.l.)
- hydraulic head of O2-3-4 (~10 m) (m a.s.l.)
- hydraulic head of O5 (~20m) (m a.s.l.)
- + canals (m a.s.l.)
- lake water level (m a.s.l.)
- canals
- settlement
- lake
- horizontal flow direction in the level of water table
- horizontal flow direction in ~10 m depth
- direction of vertical flow between lake and the ~10 m deep wells

Hidraulikus keresztmetszelvevények

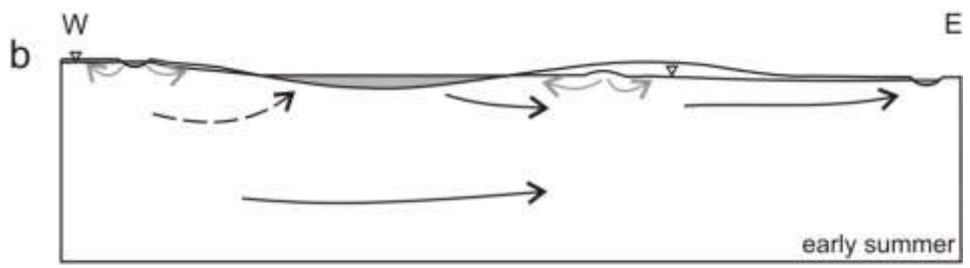


Általános áramlási modell

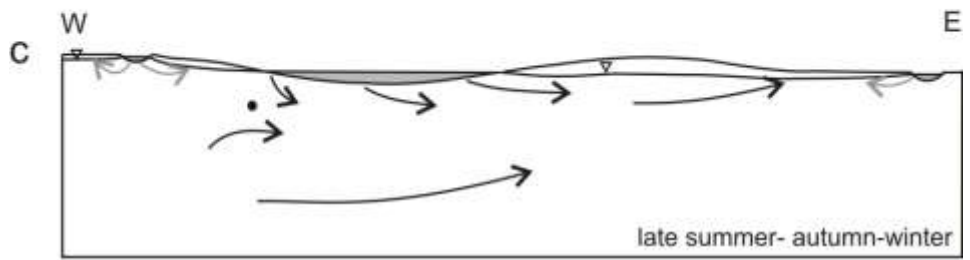
K csatorna tó Ny csatorna



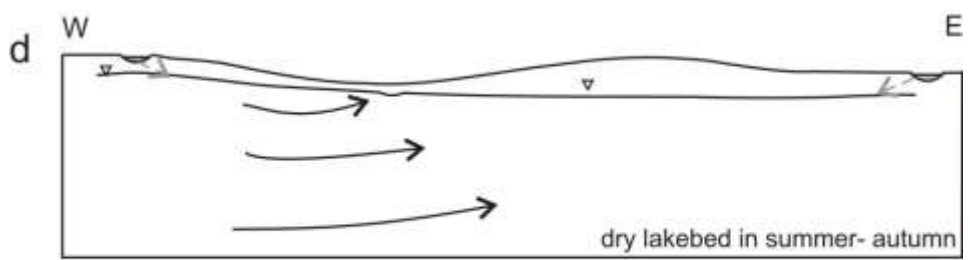
Tavaszi



Nyári



Ősz-téli

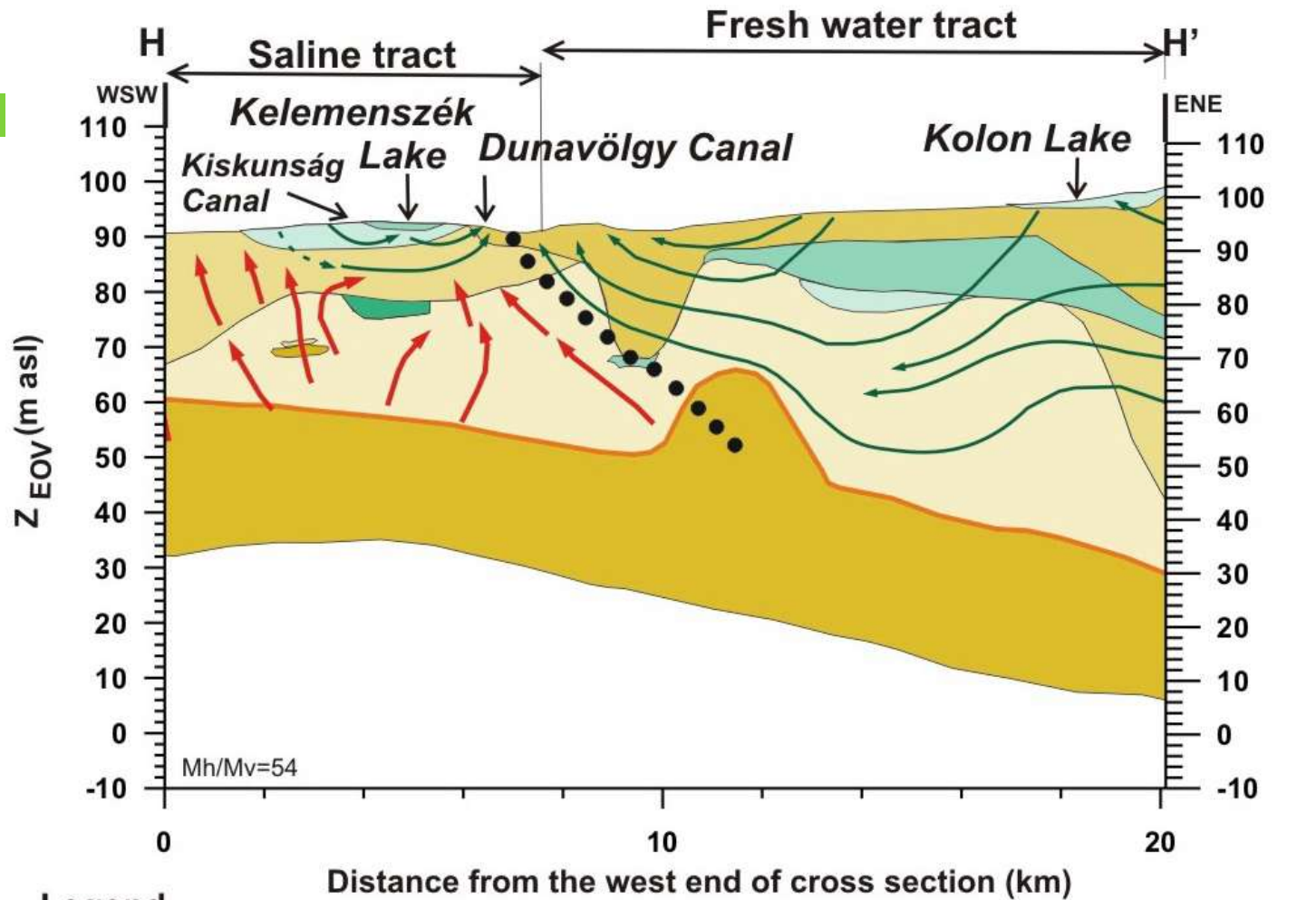


Kiszáradt
tómeder

Legend

→ sublocal flow system → local flow system • stagnation point

Áramlási kép



Legend

- Path of basal-flow → Path of gravity flow —100— Hydraulic head contour (m asl)
- AF_G AF_1 AF_2 AF_3 Great Plain AF AT_1 AT_2 AT_3
- Boundary between gravity-drive and compressional-flow regimes Base of gravel AF_G

Vízmérleg számítás

$$C_S \pm e_{C_S} = P \pm e_P \pm F \pm e_F \pm \Delta S \pm e_S$$

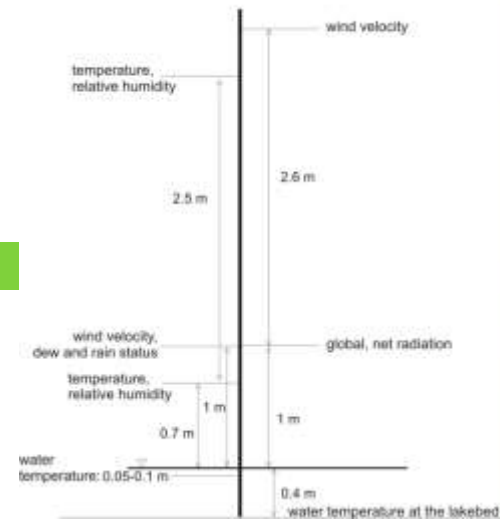
C_S csapadék

F tóhoz való felszíni alatti hozzá- és elfolyás

P párolgás

ΔS tározásváltozás

e_i az egyes komponensek hibája

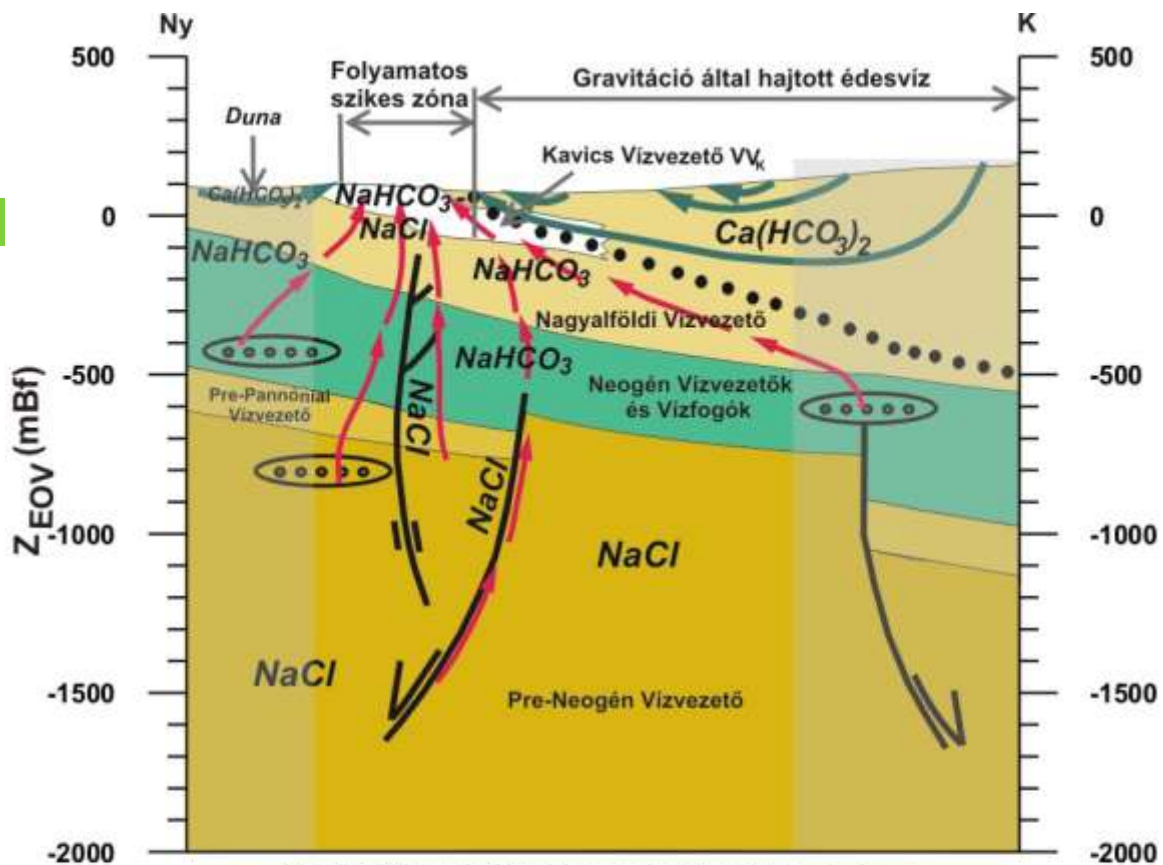


Dátum	Csapadék (mm/d)		Párolgás (mm/d)		ΔS (mm/d)	Nettó FAV (mm/d)	
	csapadék Kelemen-szék (L1)	Csapadék Soltszentimre	formulákkal való számítások mediánja $\pm s$	Bowen arány módszer		minimu m	maximu m
08.2006	1,73	3,00	3,71 \pm 1,5	3,87	-0,84	-0,15	1,30
09.2006	0,03	0,30	2,93 \pm 1,1	2,80	-2,67	-0,13	0,23
10.2006	1,77	1,29	1,71 \pm 0,6	1,56	-0,77	-0,35	-1,09
11.2006	1,23	1,03	0,63 \pm 0,3	0,57	-0,67	-1,07	-1,33
12.2006	0,25	0,29	0,24 \pm 0,1	0,19	-0,81	-0,82	-0,91
01.2007	0,10	1,05	0,41 \pm 0,2	0,04	0,00	-0,06	-1,01
02.2007	0,10	1,73	0,66 \pm 0,3	0,65	1,50	0,41	1,16
03.2007	0,86	1,13	1,47 \pm 0,6	1,62	-0,29	0,04	0,47
04.2007	0,00	0,15	3,21 \pm 1,3	3,60	-2,67	0,40	0,90
05.2007	1,74	3,45	3,77 \pm 1,5	3,60	-1,94	-1,79	0,09
06.2007	1,55	1,18	5,74 \pm 2,2	5,12	-1,33	1,56	3,22

Vízmérleg számítás

- A vízháztartását befolyásoló legnagyobb komponens a párolgás (0.4 – 5.7 mm/nap havi átlag). A csapadék (0.03 – 3.5 mm/nap) és a nettó felszín alatti vízhozzájárulás (± 0.06 – ± 3.2 mm/nap) mértéke kisebb és nagyságrendileg azonos.
- A felszín alatti víz hozzá- és elfolyás éves szinten kiegyenlíti egymást.
- A felszín alatti víz hozzá- és elfolyás havi változása mennyiségileg is alátámasztja a hidraulikai mérések alapján felállított áramlási képet.
- A vízmérleg számítás önmagában nem mutatja meg kielégítően egy wetland vízellátását, felszín alatti vízzel való kapcsolatát, így kiegészítő módszerként használható a vizes élőhelyek vizsgálatában.

Szikesedés modellje



Ny-K irányú általános keresztmetszvény a Duna-Tisza köze Ny-i félmedencéjében (~45 km)

Jelmagyarázat

- Gravitációs áramlási rendszer
- Aljzati, kompressziós áramlási rendszer
- Gravitációs és kompressziós áramlási rendszerek határa
- Normál vető
- Oldaleltolódás
- Virágszerkezet
- Nagy permeabilitású lencsék
- NaCl** Felszín alatti víz kémiai összetétele
- Vizsgálati területen kívül eső terület

Esettanulmány 2



Ellenállás mérés:

Sekély geofizika, elektromágneses mérések

*Geológiai felépítés: 0,5-1 m agyag (10-20 Ohmm)
1-2 homok (60-100 Ohmm)
3-15 m kavics (>100 Ohmm)*

Ellenállás értékek a geológia ismeretében a víz sótartalmának eloszlását mutatják.