

Kiskunlacháza XXVI. kavics, homok védnevű bánya talajvízhidraulikai modellje

SZAKVÉLEMÉNY

Megbízó:

Progressio Mérnöki Iroda Kft.
8000 Székesfehérvár
Távírda u 2/a.

Készítette:

BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Dr. Csoma Rózsa
egyetemi docens, témavezető

Wagner Flóra
doktorandusz

Dr. Baranya Sándor
egyetemi docens, tanszékvezető

Budapest, 2021. június 30.

TARTALOM

1	ELŐZMÉNYEK	7
2	A VIZSGÁLT TÉRSÉG KIALAKULÁSA ÉS FŐBB JELLEMZŐI	11
3	VÍZFÖLDTANI VISZONYOK	13
3.1	A vízvezető réteg térségi jellemzői	13
3.2	A bányatelek környezetének jellemzése a lemélyített fúrások alapján	13
3.3	A talaj szivárgáshidraulikai jellemzőinek becslése	16
3.3.1	Általános megjegyzések	16
3.3.2	A szivárgási együttható becslése	16
3.3.2.1	A szivárgási együttható meghatározásának módja	16
3.3.2.2	A szomszédos bányatelkek vizsgálata	17
3.3.2.3	A vizsgált bányatelek a Kutatási jelentés (1996.) alapján	18
3.3.2.4	A számítások dokumentálása	19
3.3.3	A porozitás	19
3.3.4	A tározási tényező	20
3.4	Összefoglaló értékelés	21
4	HIDROMETEOROLÓGIAI JELLEMZŐK	22
4.1	A vizsgálatok célja és forrásai	22
4.2	Csapadék	22
4.2.1	A referencia-időszak csapadéka a <i>Vízrajzi Évkönyvek</i> alapján	22
4.2.2	A referencia-időszak kiegészítése a <i>Vízügyi Adatbank</i> alapján	25
4.2.3	Korábbi csapadékadatok elemzése	26
4.2.4	Kiegészítés a <i>Vízháztartási tájékoztató segítségével</i>	28
4.3	Párolgás	29
4.3.1	Általános megfontolások	29
4.3.2	A sokéves átlagos párolgás	29
4.3.3	A referencia-időszak országos párolgás-adatai <i>Vízrajzi Évkönyvek</i> alapján	31
4.3.4	A referencia-időszak pestszentlőrinci párolgás-adatai	31
4.4	Aszályosság	32
4.5	Összefoglaló megjegyzések	33
5	FELSZÍNI VIZEK	35
5.1	Folyók és csatornák	35
5.2	Bányatavak jellemzői	36
5.3	Összefoglaló megjegyzések	39
6	TALAJVÍZVISZONYOK	40
6.1	A térség általános jellemzése	40
6.2	Törzsállomások vízszint-idősorai	41
6.2.1	Az adatsorok eredete és osztályozása	41
6.2.2	A referencia időszak talajvízszintjei	42

6.2.3	Hosszabb idősorok	43
6.2.4	Az idősorok főbb jellemzőinek összegzése	44
6.3	A törzsállomások alapján számított jellemzők	44
6.3.1	Talajvízállások tartóssága	44
6.3.2	Trendek	45
6.3.3	Áramlási irány	47
6.4	Monitoring kutak	48
6.5	Összefoglaló megjegyzések	48
7	Az egyes tényezők egymásra hatása	50
7.1	Az elemzések célja	50
7.2	Csapadék és párolgás	50
7.3	Talajvízszint és aszályosság	51
7.4	Csapadék, tószint	52
7.5	Talajvízszint, tószint, csapadék	52
7.6	RSD-szint, talajvízszint, csapadék	54
7.7	Összefoglaló megjegyzések	55
8	A BÁNYATELEK ÉS KÖRNYEZETE HIDRODINAMIKAI MODELLEZÉSE	57
8.1	A számítások célja és lehatárolása	57
8.2	Magányos tó vizsgálata és távolhatásának becslése	57
8.2.1	A számítások alapvető feltételezései és alapegyenlete	57
8.2.2	Adatok	59
8.2.3	Eredmények	60
8.3	A bányatavak térségi hatásainak vizsgálata	63
8.3.1	A számítások módszere	63
8.3.2	A számításokhoz felhasznált adatok és a modell kalibrálása	64
8.3.2.1	A kiindulási adatok	64
8.3.2.2	Tavak figyelembe vétele	64
8.3.2.3	A kalibrálás	66
8.3.2.4	A validálás	67
8.3.2.5	A kalibrált és validált talajvízszintek	67
8.3.3	Számított változatok	68
8.3.4	Eredmények	69
9	ÖSSZEFOGLALÁS	74
10	FELHASZNÁLT IRODALOM	75
11	MELLÉKLETEK	78

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A vizsgált bányatelek elhelyezkedése (Google Earth)
2. ábra: Az észlelőhálózat a 2006. évi Vízirajzi Évkönyv nyomán
3. ábra: A talajvíz átlagos mélysége (1 : < 2 m; 2 : 3 m; 3 : > 5 m; Rónai, 1985)
4. ábra: Sokéves átlagos talajvízszintek Rónai (1961) munkája nyomán
5. ábra: Vízbázisok védőterületei
6. ábra: A fekü szintje Rónai (1985.) nyomán
7. ábra: A terület keresztmetszete
8. ábra: A szomszédos bányatelkek
9. ábra: Fúrások és a vizsgált bányatelkek
10. ábra: Szemeloszlások szélső értékei, Majosháza II.
11. ábra: Szemeloszlások szélső értékei, Délegyháza IX.
12. ábra: A porozitás meghatározása
13. ábra: A tározási tényező
14. ábra: A tározási tényező nyomás alatti vízvezető rétegre
15. ábra: A tározási tényező, szabad felszínű vízvezető réteg
16. ábra: Évi csapadékösszegek, 1996 - 2006.
17. ábra: Területi csapadékatlag eltérése a sokéves átlagtól
18. ábra: Évi csapadékösszegek, 2001 - 2006.
19. ábra: Csapadékösszegek, Bugyi és Dunaharaszti
20. ábra: Összegzett csapadéktöbblet illetve hiány
22. ábra: Évi csapadékösszegek (mm), 2007 – 2016.
23. ábra: A párolgás sokévi átlagértéke a KOKOWIN (1993) nyomán
24. ábra: A területi párolgás sokévi átlagértéke a KOKOWIN (1993) nyomán
25. ábra: Párolgás, 1996 – 2006.
40. ábra: Havi csapadék és párolgás
26. ábra: A Pálfai-féle aszályindex, 1931 – 2000
27. ábra: Magyarország aszályossági zónái
28. ábra: Havi közepes vízszintek az RSD alsó szakaszán
29. ábra: A DTCS Sári térségében
30. ábra: A Sári zsilip
31. ábra: Kiskunlacházi bányatavak vízszintjei
32. ábra: Talajvízjáték RÓNAI (1961) nyomán
33. ábra: A Rohringer-féle kutak metszete
34. ábra: Talajvízszintek a bányaterület környezetében, 1996-2006.
35. ábra: Évi jellemző talajvízszintek, Bugyi (1140.) és Dömsöd (1137.)
36. ábra: Talajvízszintek tartóssága Dömsöd-Bugyi térségében
37. ábra: Áramlási irány a bányatelek közelében
38. ábra: Monitoring-kutak heti vízszintjei
39. ábra: Évi csapadék és párolgás
40. ábra: Havi csapadék és párolgás
41. ábra: Pálfai-féle aszályindex és az évi közepes talajvízszintek
42. ábra: Csapadék - tószint kapcsolat
43. ábra: Csapadék - talajvízszint - tószint lokális kölcsönhatása
44. ábra: Csapadék – talajvízszint - tószint térségi kölcsönhatása
45. ábra: RSD - talajvíz – csapadék havi kapcsolat
46. ábra: RSD - talajvíz – csapadék napi kapcsolat
47. ábra: A vízvesztesség lépcsős közelítése
48. ábra: A Theiss-féle kútfüggvény
49. ábra: A tervezett tó metszete
50. ábra: Az *Ingtalan igénybevételi ütemterv* (bal) és a *Tájrendezési előterv térkép* (jobb)
51. ábra: A tósugár változása
52. ábra: Vízvesztesség időbeli változása
53. ábra: Relatív vízszintváltozások 1500 m-re a tó középpontjától
54. ábra: Relatív vízszintváltozások 2000 m-re a tó középpontjától

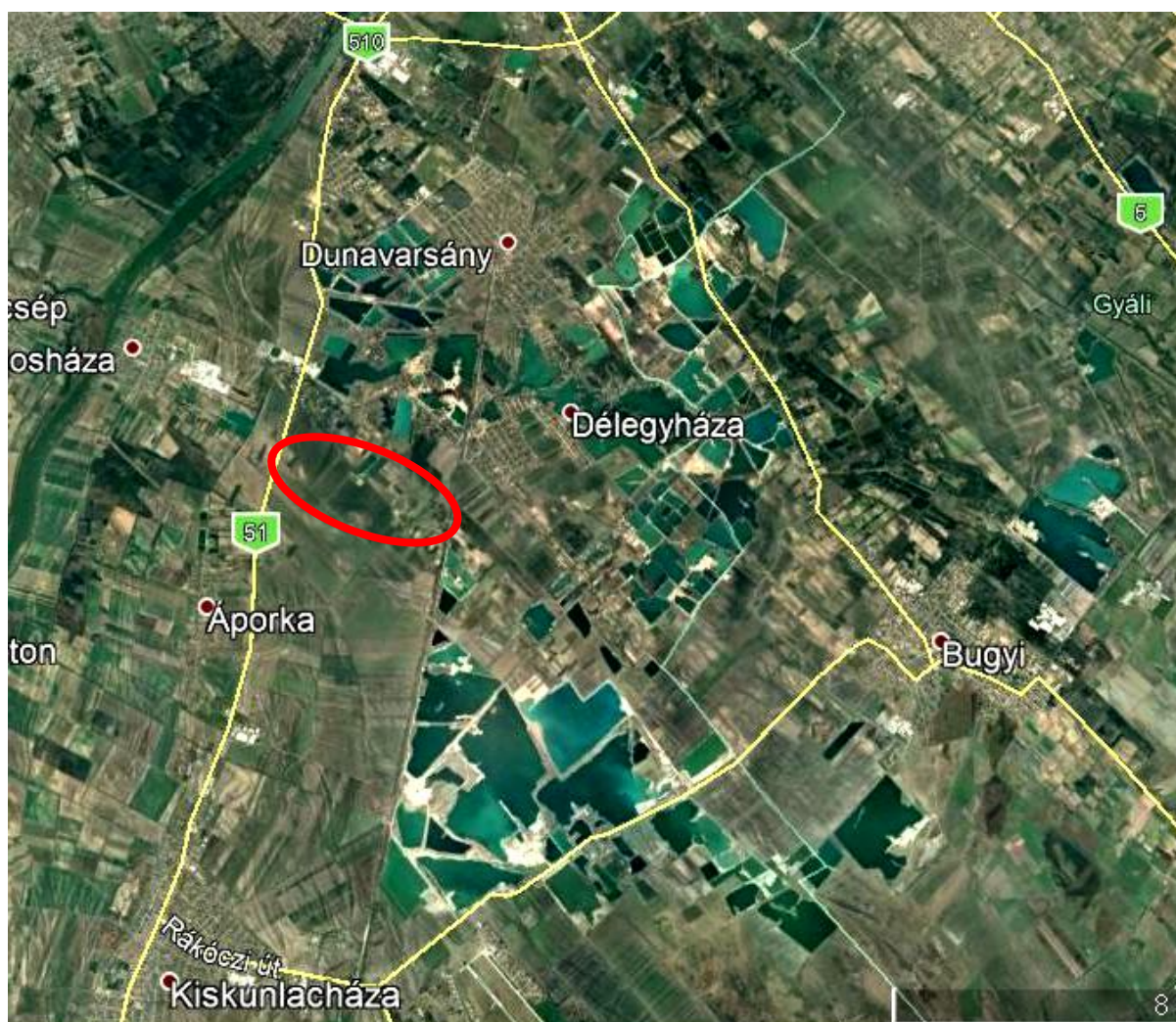
- 55. ábra: Relatív vízszintváltozások 2500 m-re a tó középpontjától
- 56. ábra: Délegyháza I. közelítése
- 57. ábra: A vizsgált törendszér
- 58. ábra: A fejlesztések
- 59. ábra: Talajvízszintek változása, I. ütem, nedves időszak
- 60. ábra: Talajvízszintek változása, I. ütem, száraz időszak
- 61. ábra: Talajvízszintek változása, II. ütem, nedves időszak
- 62. ábra: Talajvízszintek változása, II. ütem, száraz időszak

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

- 1. táblázat: Majosházi fúrások jellemző szintjei, m B.f.
- 2. táblázat: Délegyházi fúrások szintjei, m B.f.
- 3. táblázat: A Kutatási Jelentés (1996) fúrásainak jellemző értékei
- 4. táblázat: Sziv. tényező, m/d
- 5. táblázat: Szivárgási tényezők, m/d, a Kutatási jelentés alapján
- 6. táblázat: Paraméterek n becsléséhez
- 7. táblázat: Porozitás
- 8. táblázat: Tározási tényező
- 9. táblázat: Évi csapadékösszegek (mm) és eltérésék a sokéves átlagtól
- 12. táblázat: Évi csapadékösszegek, 2001 - 2006, mm
- 13. táblázat: Évi csap.mm
- 14. táblázat: Párolgás, mm
- 15. táblázat: Aszályossági zónák
- 16. táblázat: Az RSD korábbi tassi vízszintje, m B.f.
- 17. táblázat: Az RSD jelenlegi tassi vízszintje, m B.f.
- 18. táblázat: A DTCS szintjei, m B.f.
- 19. táblázat: Kiskunlacházi tavak szintjei, m B.f.
- 20. táblázat: Jellemző talajvízszintek és tartósságuk
- 21. táblázat: Monitoring kutak jellemző szintjei, m B.f.
- 22. táblázat: A vizsgált változatok jellemzői
- 23. táblázat: A vízveszteség
- 24. táblázat: Leszívások és a kialakuláshoz szükséges idő
- 26. táblázat: A modell főbb jellemzői
- 27. táblázat: Számítási változatok
- 28. táblázat: Szintváltozás [cm] a talajvízszint-észlelő kutaknál
- 29. táblázat: 10 és 20 cm szintváltozás hatásterülete

1 ELŐZMÉNYEK

A *Progressio Mérnöki Iroda Kft.* megbízta a *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékét* a *Kiskunlacháza XXVI. kavics, homok* védnevű tervezett kavicsbánya talajvízhidraulikai vizsgálatával. Maga a bányatelek valójában három, korábban lefektetett bányatelek összevonása nyomán létesül, melyek a következők: *Kiskunlacháza XIX. - homok, kavics*, *Kiskunlacháza XX. - homok, kavics*, és *Kiskunlacháza XXI. - homok, kavics*. Az összevonás alatt álló bányatelek a *Kiskunlacháza XXVI. - homok, kavics* nevet kapja. Az egyesített bányatelek nagyobb része Kiskunlacháza, kisebb része Délegyháza közigazgatási területéhez tartozik, az 51. sz. főközlekedési út és a 150. sz. Budapest - Kelebia vasútvonal között helyezkedik el. A bányatelek a Dunavarsány – Bugyi – Kiskunlacháza térségében az elmúlt mintegy 100 évben létesült kavicsbánya-területek nyugati oldalán található, több irányból is már üzemelő bányákkal körülvéve, néhány kilométerre a Ráckevei (Soroksári)-Dunától (röviden *RSD*). A bányatelek elhelyezkedését a *Google Earth* nyomán az 1. ábra vörös ellipszissel jelöli. A felvétel 2021 tavaszán készült.



1. ábra: A vizsgált bányatelek elhelyezkedése (Google Earth)

A bányák üze, a kavicskitermelés módosíthatja a térség környezeti viszonyait. A környezet egyes elemei közül számottevő hatás a felszín alatti környezetet, első sorban az első vízadó rétegben található talajvizet éri, hiszen általában mind maga a bányászati tevékenység, mind a már felhagyott tavak az eredeti állapothoz képest talajvízvesztést okoznak. Ezen vízvesztés hatása eltérő hosszabb idejű száraz illetve nedves időszakokban. A vízvesztés a kavicskitermelés során, annak ütemétől függően időben változó - általában növekvő - mennyiségű. Az üzemelés során a vízkivétel az alábbiakból tevődik össze:

- a kitermelt kavicsal együtt távozó víz mennyisége;

- a kitermelt kavics helyét kitöltő víz mennyisége, mely a talajból (talajvízből) pótlódik;
- a növekvő tófelületből származó, fedett területhez viszonyított többletpárolgás, míg a bányaművelés befejezése után a már állandósult szabad vízfelület többletpárolgása okoz veszteséget.

A tervezett kavicsbánya talajvízhidraulikai hatásainak modellezéséhez alapvető a fenti terület főbb hidrológiai - hidrogeológiai viszonyainak összegzése, mellyel egyrészt a területről általános képet kaphatunk, másrészt a 8. fejezet számításaihoz alapadatokat adunk. A terület vízföldtani jellemzőinek összefoglalása során célunk a kavicssterasz, mint vízvezető réteg szivárgás- és talajvízhidraulikai jellemzőinek bemutatása, illetve a későbbi számításokhoz előkészítése. Ezen jellemzők a következők: a réteg települése és vastagsága, az alsó vízzáró réteg szintje, valamint a kavicsréteg szivárgási együtthatója és egyéb paraméterei. Ehhez a rendelkezésünkre bocsátott információn túl egyrészt korábbi, a területen végzett vizsgálatok tapasztalatait, másrészt a szűkebb illetve tágabb térség leírásait alkalmazzuk.

A hidrometeorológiai jellemzők közül a csapadék a térség talajvízjárásának feltárásához elengedhetetlen, míg a fedett felület illetve a szabad vízfelszín párolgása a terület vízmérlegét befolyásolja. Magas talajvízű területeken egy bánya létesítése során a fedett felületből a vízszint alatti kitermeléssel nyíltvíz lesz, mely a párolgási viszonyok megváltozásával, jellemzően a párolgás növekedésével jár. Ez a meglevő tavakkal, valamint a környező vízfolyásokkal együtt adja a későbbi számítások egyik peremfeltételeit. A térség talajvízjárásának ismerete pedig a jelen állapot megismeréséhez, valamint a 8. fejezetben kialakítandó talajvízhidraulikai modell kalibrálásához, validálásához szükséges.

Míg a vízföldtani jellemzők időben állandónak tekinthetők, addig a hidrometeorológiai – hidrológiai jellemzők térben és időben is folytonosan változnak. A változások követése a térségben levő mérőállomások (vízmérce, talajvízszint-észlelő kút, csapadékmérő stb.) elhelyezkedése, az eltérő észlelési idők és az elérhető közhiteles adatok miatt igen összetett probléma. Ezért kijelöltünk egy olyan, nem túl távoli, 11 éves referencia-időszakot, amely tartalmaz szélső és átlagos éveket is, hidrológiailag kellően értékelt és bőségesen dokumentált. A vizsgált időszak az 1996 – 2006. periódus, mely tartalmazza az ezredforduló környéki szélsőséges éveket, mint a 2003. évi emlékezetes aszály vagy az árvizes - belvizes 2006. év. Az időszak részletes értékelése bőséges, például a *Vízügyi közlemények 2004. évi 1-2 számában* több munka foglalkozik a 2003. évi aszályal, (pl. *Szlávik, Kalmár et al, Szalai, Szalai - Bella* munkái) vagy a 2006-os évet összegző *A Duna és a Tisza szorításában* c. mű.

A vizsgálatokhoz így a *Vízrajzi Évkönyvek* 1996 – 2006. évi, 11 éves referencia-időszakának közhiteles adatait alkalmazzuk. Az észlelőhálózat legfontosabb elemeinek elhelyezkedését a *Vízrajzi Évkönyv* 2006. évi észlelőhálózati térképe alapján a 2. ábra mutatja. Az elemzésekhez azért ezt az időszakot választottuk, mert 2007-től a nagymúltú *Évkönyv* megjelenése szünetelt. Bár a 2014, 2015. és 2016. évi kötetekkel a sorozat nemrég újra indult, azokat jelenlegi vizsgálatainkhoz a hosszú szünet miatt korlátozottan vesszük figyelembe.

A sokéves tendenciák elemzéséhez néhány állomáson hosszabb adatsort vizsgálunk. Ekkor törekszünk arra, hogy az adott mérőállomást a teljes észlelési időtartammal vizsgáljuk. Így néhány talajvízszint-észlelő kút esetén a vizsgálatok kezdő időpontja 1930. Ilyen hosszú idejű vizsgálatok esetén a néhány év szünet elfogadható, így ezekhez már a három legújabb kötet adatait is figyelembe vesszük.

vics bányatelek és a Kiskunlacháza XXI. – homok, kavics bányatelek egyesítésével létrejövő Kiskunlacháza XXVI. – kavics, homok bányatelek megállapítási kérelme az összes mellékletével (továbbiakban Kiskunlacháza XXVI. megállapítási kérelme)

- *Délegyházi kavicsbánya homokos kavics nyersanyagának kutatási jelentése. Tégl- és Cserépipari Bányaföldtani Szolgáltató Kft. Budapest, 1996. (továbbiakban Kutatási jelentés)*

Mindezeket Megbízó szóbeli tájékoztatása és többszöri konzultáció egészítette ki.

Fentiek alapján céljaink a következők:

- első sorban az *RSD*, A Duna-Tisza - csatorna (röviden *DTCS*) és a Duna-völgyi-főcsatorna (röviden *DVCS*) közötti területen, nagyjából Dömsöd vonaláig (2. ábra) a hidrometeorológiai, a felszíni és felszín alatti vízviszonyok feltárása,
- fentiek alapján a tervezett kavicsbánya környezetére talajvízhidraulikai modell felépítése,
- és végül a kalibrált és validált modellel a kavicsbánya kialakításának a környező területek talajvízszintjeire gyakorolt hatásainak becslése.

A vizsgált terület teljes egészében a *Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság* illetékességi területéhez tartozik.

2 A VIZSGÁLT TÉRSÉG KIALAKULÁSA ÉS FŐBB JELLEMZŐI

Bár a homok és a kavics évszázadok óta meghatározó alapanyag, bányászatuk erőteljes fejlődését a beton, mint nagy tömegben egyszerűen előállítható építőanyag megjelenése indította el. A kavicsbányászat kezdetben első sorban a folyami kavicsotrást jelentette. Az egyre növekvő igény a jó minőségű építőanyagra új, fedett területek kavicskészletének feltárását, a korábbi geológiai korok felhagyott folyómedreinek, hordalék- és törmelékkúpjainak hasznosítását vonta maga után. Itt viszont a haszonanyag részben a talajvíz szintje fölött, de igen gyakran a talajvízszint alatt helyezkedik el, azaz a kitermelés nyomán bányató alakul ki (Tompai, 1982, Barati et al, 2008). Hazánkban nagyobb folyóink mentén több ilyen terület is található, mind a Duna, mind pedig a Tisza vízrendszerében.

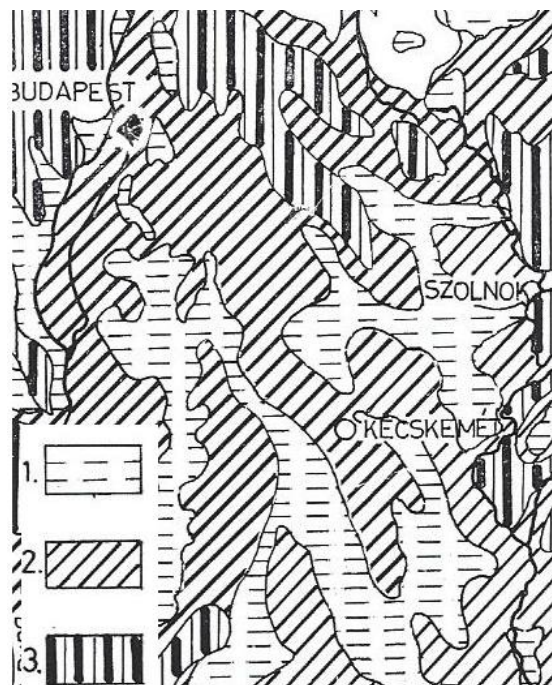
Ezek egyike a Budapesttől délkeletre fekvő a terület, mely a Duna hordalékkúpja. A folyó, miután áttörte a Visegrádi-hegységet, kialakítva a mai Dunakanyart, azonnal nem dél felé fordult, hanem eleinte keletebbre haladt. Ezt szemlélteti a *Vízrajzi Atlasz (1971)* nyomán az *1.1. melléklet. Az 1.1.1. melléklet* a vízrajzi viszonyokat a rissz-würm interglaciálisban (mintegy 125000 éve), *1.1.2. melléklet* pedig jelenlegi állapotban mutatja be. Jól látható, hogy a térség kavicskészlete a Duna korábbi illetve jelenlegi medrében és azok környezetében halmozódott fel.

Mindezekkel összhangban van a *Vízföldtani Atlasz (1961)* 21. számú térképe (*Magyarország vízföldtani tájegységei, M 1:1000000*) is, mely szerint a vizsgált térség a 44. sz. *Duna balparti törmelékkúp* része, határos a 41. sz. *Budapest – kecskeméti árok* tájegységgel. A *Vízföldtani Atlasz* fontosabb térképeinek kivágatát az *1.2. mellékletben* foglaltuk össze, ahol az *1.2.1. melléklet* mutatja a vízföldtani tájegységeket.

A terület hordalékkúp-síkság, magassága 95 – 100 m B.f. körüli. A terület kelet – dél-kelet felől a Duna-Tisza-közi Homokhátság északi részével határos. Ebből az irányból a felszín enyhén a Duna felé lejt. A területet holocén ártéri üledék fedi, alatta számottevő vastagságú folyami (dunai) eredetű kavicssterasz található. Ennek vastagsága változó, a vizsgált terület környékén mintegy 10 m körüli, azonban néhol akár a 20 m-t is megközelíti. Ezt igazolja a *Vízföldtani Atlasz (1961)* 4. számú térképének (*Magyarország fontosabb homokos kavicsos törmelékkúpjainak átnézetes vastagsági térképe, M 1:1000000*) kivágata, melyet az *1.2.2. melléklet* mutat. A kavicssterasz alapzata pannóniai eredetű agyag, mely jelen vizsgálatok szempontjából a kavicssteraszhoz képest vízzárónak tekinthető (*Dunai Alföld, 1967.*)

A kavicsösszletben jelentős mennyiségű talajvíz tározódik, melynek átlagos felszín alatti mélysége 2 m körüli. Ezt mutatja Rónai (1985.) munkája nyomán a *3. ábra*, mely a talajvíztükör átlagos mélységét adja meg három kategóriába sorolva.

A térség talajvízjárása kelet-nyugati irányú, melyet Rónai (1961) munkája is igazol. Ez a talajvíztükör abszolút magasságát mutatja az 1950 – 1959. időszak átlagában. A *4. ábra*, mely az idézett térkép kivágata, a szintvonalakat 5 m-es lépcsőben mutatja. Az ábrán a vizsgált térségben viszonylag ritkán elhelyezkedő, de jellemzően északnyugat-délkeleti irányú szintvonalak a térségben a szintvonalakra merőlegesen, a Gödöllői-dombság felőli, északkelet-délnyugati irányú áramlásra utalnak.

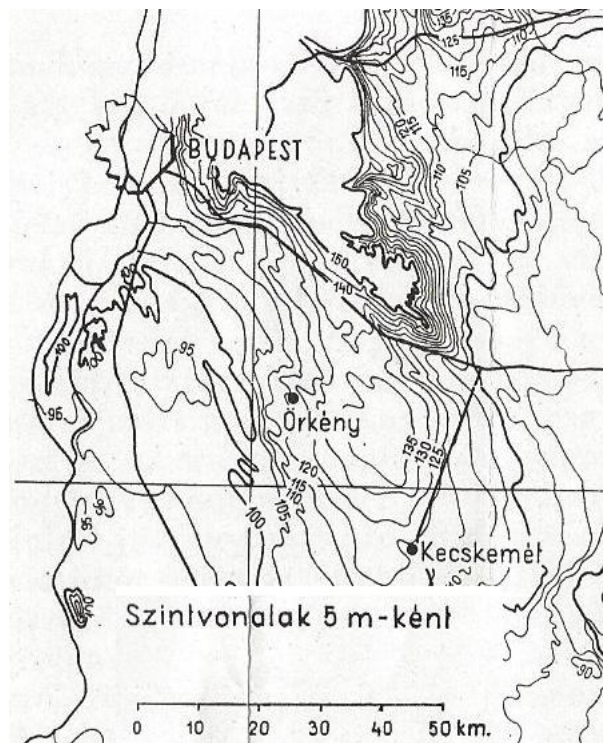


3. ábra: A talajvíz átlagos mélysége (1 : < 2 m; 2 : 3 m; 3 : > 3 m; Rónai, 1985)

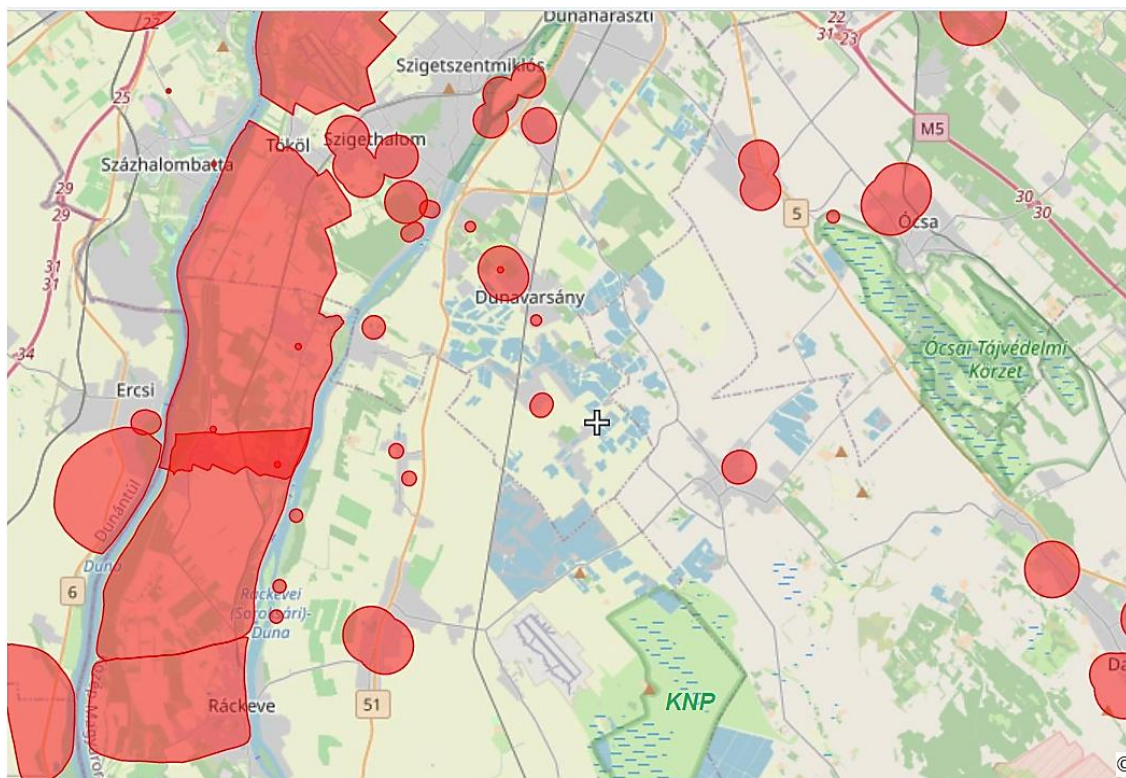
A kavicsteraszon hosszabb ideje jelentős bányászati tevékenység folyik. A kitermelt haszonanyag helyén az elmúlt időszakban több, számottevő felületű bányató alakult ki. Így Dunaharaszttól Apajig, az RSD vonalától a hátság lábáig több üzemelő és felhagyott bányató található. Az összterület egyes becslések szerint megközelíti a 2000 ha-t (Tari et al, 2010). A területet az ezer tő országának is nevezik (Halmai, 1997).

Földrajzi tekintetben a vizsgált terület a *Duna* bal partján, az *Alföldi Duna-völgy* északi részén helyezkedik el. Magyarország természeti tájainak rendszertani felosztását figyelembe véve a terület az 1. *Alföld* nagytáj, 1.1 *Dunamenti-síkság* középtáj 1.1.2. *Csepel-Mohácsi-sík* kistájcsoport 1.1.21. *Csepeli-sík* kistájának északi részén terül el. (Tájgazdálkodás, 1990.)

A létesítendő bánya térségében több kisebb felszín alatti ivóvízbázis mellett szinte az egész Csepel-sziget ilyen terület. Azonban ez a szabályozott szintű RSD túlsó partján található, így a kavicsbányászat hatásai odáig nem, vagy csak elhanyagolható mértékben terjednek. Hasonló, bár némileg csekélyebb védelmet ad a DTCS a keletre fekvő Ócsai Tájvédelmi Körzetnek, míg délen a Kiskunsági Nemzeti Park (KNP) igényelhet különleges figyelmet, melynek északi része mintegy 10 km-re található a vizsgált bányától. A védett területek elhelyezkedését zölddel határolva és a kijelölt védőidomokat vörös foltokkal jelölve az OKIR nyomán az 5. ábra mutatja.



4. ábra: Sokéves átlagos talajvízszintek Rónai (1961) munkája nyomán



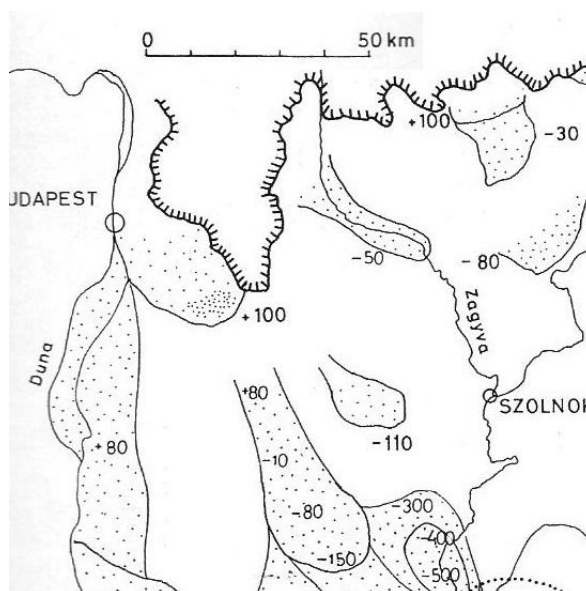
5. ábra: Vízbázisok védőterületei

3 VÍZFÖLDTANI VISZONYOK

3.1 A VÍZVEZETŐ RÉTEG TÉRSÉGI TÉRSÉGI JELLEMZŐI

A vizsgált térség a Duna korábbi nyomvonalán kialakult hordalékkúp, melynek talapzata a *Vízföldtani Atlasz (1961)* 3. számú térképlapjának (*Magyarország fontosabb homokos kavicsos törmelékkúpjainak átnézetes fekvőtérképe, M 1:1000000*) alapján néhol igen nagy mélységben, akár 80 méterrel a tengerszint alatt is lehet, melyet az 1.2.3. melléklet mutat.

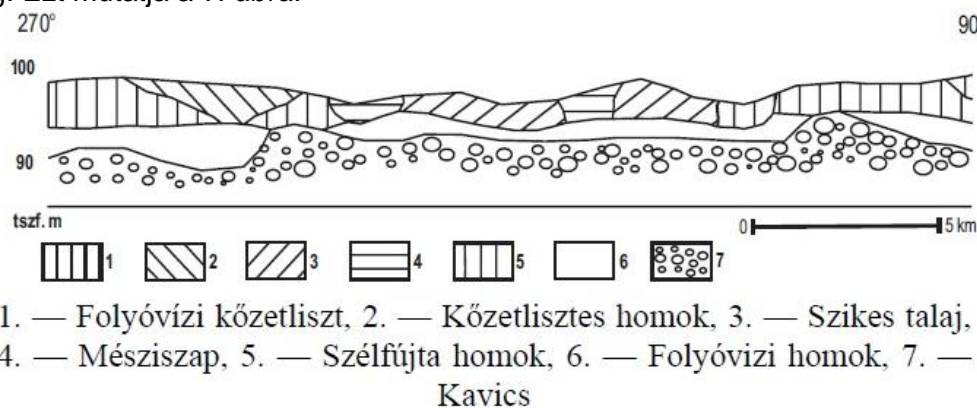
Ugyanezt igazolja, *Rónai (1985.)* munkája is, melyből a fekvőtérképet a 6. ábra mutatja. A térképeken feltüntetett értékek a tengerszint feletti magasságot, illetve negatív érték esetén a tengerszint alatti mélységet adják meg.



6. ábra: A fekvő szintje Rónai (1985.) nyomán

A közelebbi terület részletesebb feltárását *Kuti (1973.)* munkája alapján mutatjuk be. Eszerint a pannon fekvő mélysége a terep alatt a terület nyugati részén 10 - 20 m, míg keletebbre, Dabas térségében meghaladhatja a 40 m-t is. Ezzel összhangban a kavicsvastagság a nyugati oldalon kisebb, 5 - 15 m, míg keletebbre lokálisan akár a 30 m-es vastagság is előfordulhat. A két térképet a 2.1. mellékletben adjuk meg.

Fenti munka nyomán a vízvezető réteg nyugat-keleti irányú metszetét *Bodnár (2000-2001.)* adja meg. Ezt mutatja a 7. ábra.



7. ábra: A terület keresztmetszete Bodnár (2000-2001.) nyomán

További, térségi információt nyújt a területről az *Az Alföld 200.000-es földtani térképe. Dabas* (a továbbiakban röviden *Földtani Térkép, 1975.*), mely a felszínen, valamint 2, 5 és 10 m-es mélységben adja meg a földtani képződményeket. Ezen jól tátható, hogy a térségben az összetettebb fedő alatt már 2 m mélységtől kezdődően – kisebb agyag-iszap betelepülések mellett – jellemzően finomabb vagy durvább homok, homokos kavics, kavicsos homok vagy kavicsrétegek találhatók.

3.2 A BÁNYATELEK KÖRNYEZETÉNEK JELLEMZÉSE A LEMÉLYÍTETT FÚRÁSOK ALAPJÁN

A bányatelek környezetéről átfogó képet a *Kutatási jelentés* adhat, amely azonban az adat-szolgáltatás alapján igen későn lett fellelhető. Az akkori hiány áthidalására igyekeztünk a térségben végzett korábbi vizsgálataink alapján olyan közelebb fekvő bányatelkek adatait fel-

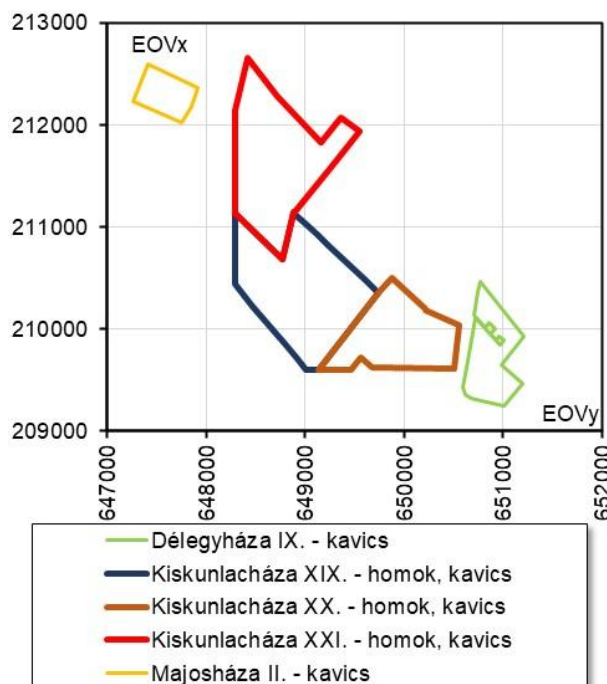
használni, melyek alapján jelen, három bányatelek összevonása alapján kialakuló területre jellemző képet lehet bemutatni.

Így két bányatelket tudtunk figyelembe venni, melyeket az *MFGI* 2015. évi nyilvántartása alapján a 8. ábra mutat. A szomszédos bányatelkek a *Majosháza II.* és a *Délegyháza IX.* jelű területek, ahol 15 illetve 20 fúrás létesült. Az egyes fúrások elhelyezkedését és szintjeit a 2.2. mellékletben foglaltuk össze.

A két fúrásorozat legfontosabb jellemzőit az 1. és 2. táblázatok tartalmazzák.

Az 1. táblázat szerint a terep Majosháza környékén 98,6 m B.f. körüli, a talajvíz a feltárások idején mintegy 3 m-rel a felszín alatt húzódott, a vízvezető réteg mintegy 5 – 10 m vastag, a pannon agyagos fekvő szinte pedig 88,6 m B.f. körüli.

A 2. táblázat alapján Délegyháza délnyugati részén a terep valamelyest alacsonyabb, 97,0 m B.f. körüli, a talajvíz 2,5 m-rel a terep alatt található, a vízvezető réteg vastagsága az előzőnél némileg kisebb, 4 – 8 m, míg a fekvő valamelyest magasabb, 89,6 m B.f. körüli.



8. ábra: A szomszédos bányatelkek

1. táblázat: Majosházi fúrások jellemző szintjei, m B.f.

	terep	talp	talajvíz	humusz	kőzetliszt	fekvő
átlag	98,6	87,2	95,7	98,1	95,1	88,6
max.	99,1	89,1	97,6	98,6	96,5	90,0
min.	98,1	83,4	94,5	97,5	93,8	85,6

A később megkerült *Kutatási jelentés* (1996.) mintegy 25 éves fúrásainak zöme 1996. első felében készült, a vizsgált terület közigazgatási határainak megfelelően csoportosítva: a 39 db *Dél* jelű fúrás Délegyháza, a 31 db *KKL* jelű fúrás Kiskunlacháza és az 5 db *Áp* jelű fúrás Áporka területén létesült. Fenti csoportosítást megtartva a fúrások koordinátáit a 2.3.1. melléklet, a rétegvastagságokat és szinteket a 2.3.2. melléklet tartalmazza.

2. táblázat: Délegyházi fúrások szintjei, m B.f.

	terep	talp	talajvíz	fedő	fekvő
átlag	96,9	88,1	94,4	95,3	89,6
max.	97,9	90,6	94,9	96,7	91,8
min.	96,0	86,0	93,9	93,9	87,8

A fúrások legfőbb jellemzőit a 3. táblázatban foglaltuk össze, a fúrások bányatelkekhez viszonyított helyzetét a 9. ábra mutatja. Az ábrán jól látható, hogy a *Dél* jelű fúrások a terület északkeleti részén, az *Áp* jelű fúrások a délnyugati részen, míg a *KKL* jelű fúrások a kettő között, a középén helyezkednek el.

3. táblázat: A *Kutatási Jelentés* (1996) fúrásainak jellemző értékei

jel	terep m B.f.	fúrás		talajvíz		fedőréteg		vízvezető rtg.	
		mélység m	talp m B.f.	mélység m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.	össz. m	szint m B.f.
Dél jelű fúrások									
átlag	97,3	10,8	86,5	2,7	94,6	1,5	95,8	7,9	88,0
max.	98,3	15,0	89,8	5,1	96,4	4,0	97,8	12,5	90,2
min.	96,5	7,0	82,6	1,8	91,7	0,5	93,7	4,3	83,5
KKL jelű fúrások									
átlag	98,2	12,5	85,7	3,2	95,0	1,6	96,6	9,5	87,2
max.	99,9	16,0	88,3	5,1	96,4	4,2	98,5	14,3	90,3
min.	96,6	9,0	82,6	1,9	93,6	0,5	94,7	6,0	83,6
Áp jelű fúrások									
átlag	99,2	13,2	86,0	5,3	94,0	1,9	97,3	10,2	87,2

3. táblázat: A Kutatási Jelentés (1996) fúrásainak jellemző értékei

jel	terep	fúrás		talajvíz		fedőréteg		vízvezető rtg.	
	m B.f.	mélység m	talp m B.f.	mélység m	sztint m B.f.	vtg. m	sztint m B.f.	össz. m	sztint m B.f.
max.	99,8	15,0	87,8	7,1	94,9	3,3	98,6	13,0	89,1
min.	98,6	11,0	84,6	3,7	92,3	1,0	95,5	6,4	85,6
összes fúrás									
átlag	97,8	11,7	86,1	3,1	94,7	1,6	96,3	8,7	87,6
max.	99,9	16,0	89,8	7,1	96,4	4,2	98,6	14,3	90,3
min.	96,5	7,0	82,6	1,8	91,7	0,5	93,7	4,3	83,5

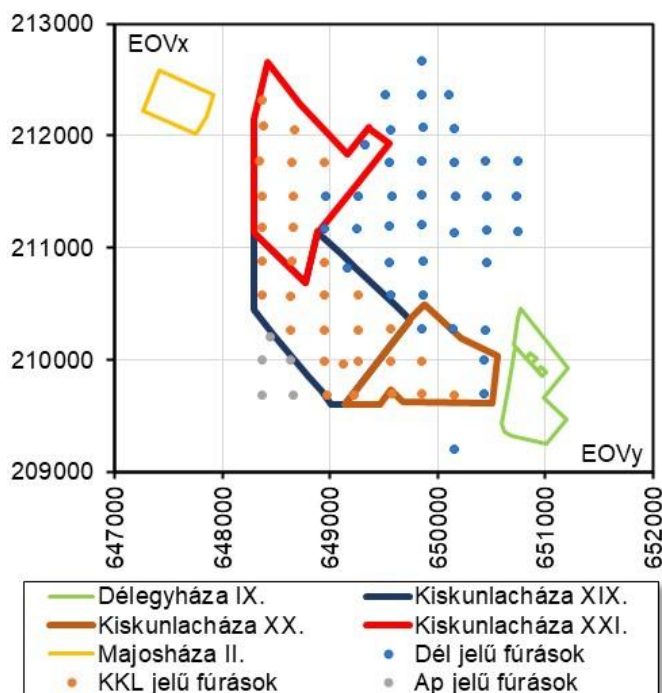
Az igen részletes *Kutatási jelentés* (1996.) a készletszámítás mellett a következő, jelen elemzés szempontjából irányadó főbb elemeket tartalmazza:

- földtani naplók
- szemeloszlási görbék
- fúrásértékelő lapok
- feltárási és készletszámítási térképek
- fedő és kavics vastagsági térképek
- fekvő szintvonalas térkép
- földtani szelvények.

A terület igényeihez igazodó 7 – 16 m mélységű fúrások alapján a *Kutatási jelentés* (1996.) segítségével a következő rétegsor állítható össze:

- a terep átlagos szintje 98,0 m B.f, dél felé kissé emelkedik;
- a felszín alatt mintegy 1,5 m mélységig szerves (humuszos) fedő található, mely dél felé vastagodik;
- alatta a vízvezető réteget a következő hat rétegződés alkotja:
 1. agyagos homok,
 2. homok,
 3. szórvány-gyéren kavicsos homok,
 4. kissé kavicsos homok,
 5. homokos kavics, kavicsos homok,
 6. iszap (kőzetliszt, homokos agyag);
- a homok és kavicsos homok rétegek (2, 3, 4, 5. jelű) mind a három részterületen, a finomabb, agyagos vagy iszapos rétegződések (1. és 6. jelű) viszont csak az északkeleti részen jelennek meg;
- a fentiekből összeálló vízvezető réteg vastagsága átlagosan 9 m, dél felé növekszik;
- pannon agyagos fekvő szintje 87,5 m B.f. körüli;
- a talajvíz szintje 1996. tavaszán mintegy 3 m-rel a terep alatt húzódott.

Az egyes fúrások koordinátáit a 2.3.1. *mellékletben*, az észlelt főbb jellemzőket, mint a fedő és a vízvezető rétegek vastagsága és szintjei, valamint a talajvíz felszín alatti mélysége és szintje, a 2.3.2. *mellékletben* foglaltuk össze. A vízvezető réteg jellemzésére megadott szemeloszlások mélységeit és a velük leírt rétegek vastagságát fúrásonként a 2.3.3. *melléklet* tartalmazza. Az igen szemléletes földtani szelvények ezen rétegződéseket jól mutatják. Bár a korábbiakban a vízvezető réteget hat részre osztottuk, itt a néhol kisebb-nagyobb mértékben eltérő homok- illetve kavicshányadok miatt kettő - öt rétegződés jelenik meg. Az egyes fúrásokban minden egyes így megadott rétegződéshez tartozik szemeloszlás-vizsgálat, melyekkel a fedő alsó síkjától a fekvő felső síkjáig a teljes réteg leírható. Így mindösszesen több, mint 180 szemeloszlási görbe áll rendelkezésünkre. A *Kutatási jelentés* (1996.) eltérően kezeli a jellemzően homokos vagy annál finomabb, illetve a durvább rétegződéseket szemeloszlási görbéit.



9. ábra: Fúrások és a vizsgált bányatelkek

3.3 A TALAJ SZIVÁRGÁSHIDRAULIKAI JELLEMZŐINEK BECSLÉSE

3.3.1 Általános megjegyzések

A talaj szivárgáshidraulikai jellemzőinek, mint a szivárgási tényező, a porozitás és a tározási tényező meghatározása alapvető fontosságú, mellyel a későbbi számítások megbízhatósága nagyban befolyásolható. Meghatározásuk több módon is lehetséges, melyek közül jelen esetben a feltárások során készült szemeloszlások alapján célszerű a paramétereket becsülni. Mivel jelen *Kutatási jelentés* elérhetősége bizonytalan volt, az előző ponthoz hasonlóan törekedtünk arra, hogy a térségben végzett korábbi vizsgálataink nyomán szerzett tapasztalatok felhasználásával a területről minél részletesebb képet kaphassunk.

Ehhez a korábban is említett *Földtani térkép* által közölt szemeloszlásokat, valamint a két korábban is említett bányatelek, Majosháza II. és Délegyháza IX. szemeloszlásait alkalmaztuk.

A nagyobb térséget átfogó *Földtani térkép* információi alapján végzett számításokat korábbi munkák alapján gyakorlatilag változtatások nélkül átvettük, melyet a 3.1. *mellékletben* adunk meg. A melléklet tartalmazza a szemeloszlási görbéket grafikusán, a jellemző szemátmérőket, valamint a három jellemző becslését, a jelen alkalmazott módszerekhez hasonló, de egyszerűbb módon.

Ezen túl korábban, többféle céllal különböző bányatelkek esetén végzett számításaink nyomán több helyen is rendelkezésre álltak számított szivárgási tényezők. Ezeket foglaltuk össze a 3.2. *mellékletben*.

Mivel a két szomszédos bányatelek, Majosháza II. és Délegyháza IX. esetén a szemeloszlási görbék nemcsak grafikusán, hanem táblázatosan is rendelkezésünkre álltak, a szivárgási tényező számítását a jelenleg alkalmazott eszközökkel minden fúrás minden szemeloszlásával teljes egészében elvégeztük. Mindkét esetben vizsgáltuk ezen túl a szemeloszlások szélső értékeit adó burkológörbéket is. Ezek valójában egy - egy adott szemcseméret esetén a legalacsonyabb illetve legmagasabb áthullott anyagmennyiséget jelentik %-ban megadva.

A későn fellelt, igen nagy tömegű információt és a több, mint 180 szemeloszlási görbét tartalmazó *Kutatási jelentés (1996)* esetén a teljes, részletes vizsgálatot a sem a terjedelme, sem a rendelkezésre álló idő rövidege miatt, sem pedig a korábbi munkák alapján meglevő bőséges információ miatt nem végeztük el. Ehelyett a korábban is említett fúráscsoportonként elkészítettük mind a finomabb, mind a durvább talajokra a fenti burkológörbéket, valamint ezek átlagos görbéit is. Így a három fúráscsoport két rétegének három görbéjére, mindösszesen további 18 esetre határoztuk meg a szivárgási tényezőket.

A kisebb jelentőségű porozításokat és tározási tényezőket csak a burkológörbék illetve átlagok esetén határoztuk meg.

3.3.2 A szivárgási együttható becslése

3.3.2.1 A szivárgási együttható meghatározásának módja

A k szivárgási tényező (vagy szivárgási együttható, áteresztő képesség stb.) a térség talajvízhidraulikai modelljének felépítése szempontjából alapvető. Meghatározására – valójában becslésére - részletes szemeloszlás-vizsgálatok adnak lehetőséget.

A k becslésére a szemeloszlás alapján többféle közelítéssel többféle összefüggés is a rendelkezésünkre áll, melyek általában elméletileg megalapozottak, de tapasztalati alapon születtek. Ezekben közös, hogy legtöbbször három mennyiség szorzatából állnak:

$$k = C \cdot f(n, e, C_u, \dots) \cdot d_k^n,$$

ahol:

- C : az összefüggést kidolgozó által meghatározott állandó, mely függhet a hőmérséklettől, viszkozitástól vagy egyéb paramétertől is,
- $f(n, e, C_u, \dots)$: a szemszerkezetet figyelembe vevő tag, mely gyakran az n porozitástól, az e hézag tényezőtől, a C_u egyenlőtlenségi mutatótól, vagy egyéb, hasonló jellemzőtől, esetleg azok kombinációjától függ,
- d_k^n : az adott kutató által jellemzőnek tekintett szemátmérő valamely - általában második - hatványa.

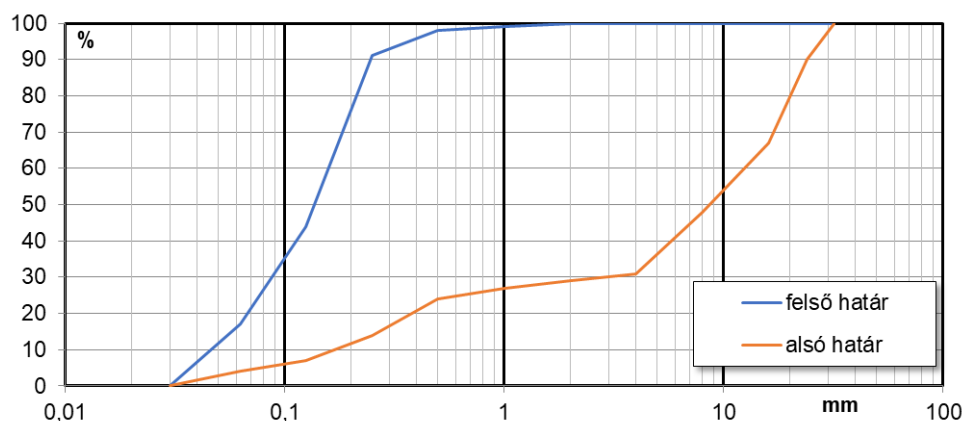
A szakirodalomban több összefüggés is létezik, melyet a legtöbb, szivárgáshidraulikával foglalkozó kézikönyv ismertet. Ezek közül külön említést érdemel *Devlin (2015)* munkája, mely 15 módszert mutat be és értékel, valamint cikkéhez a számítások megkönnyítésére excelben készült eszközt is mellékel, *HydrogeoSieveXL* néven.

Az alkalmazott módszer külön előnye az eredmények értékelése kétféle szempontból is: egyrészt az egyes módszerek alkalmazási köre és korlátai szempontjából (met criteria – failed criteria), másrészt a kapott eredmények átlagolását nemcsak számtani (arithmetic), hanem mértani (geomertic) átlaggal is megadja.

A szivárgási tényező meghatározását részletezi a 3.3. *melléklet*. Ezen belül a 3.3.1. *melléklet* a program összefoglalója míg a 3.3.2. *melléklet* a felhasznált forrásokat adja meg. A program nyelve angol, így a melléklet is jellemzően angol nyelvű.

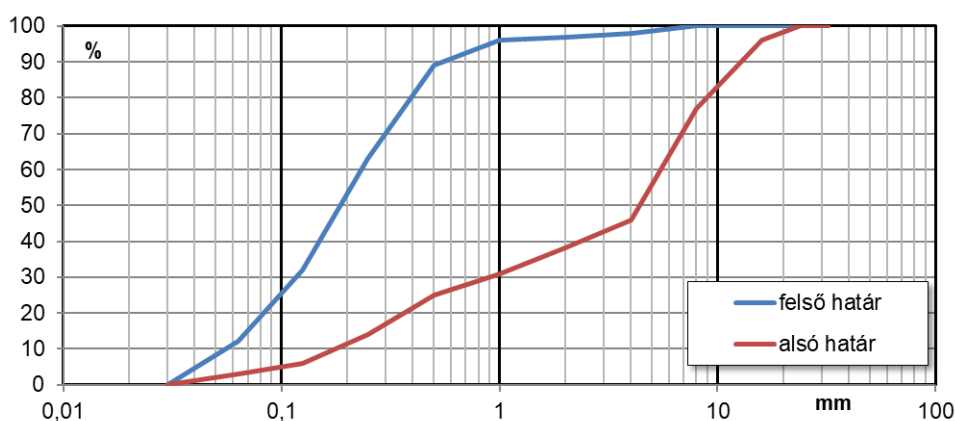
3.3.2.2 A szomszédos bányatelkek vizsgálata

Az előző pontban ismertetett programmal, az ott alkalmazott 15 féle eljárás segítségével határoztuk meg a szivárgási tényezőt a majosházi és délegyházi összes fúrás minden egyes rétegére, melyeket a 2.2.2. és 2.2.4. *mellékletek* tartalmaznak. Ez mindösszesen 29 + 31 számítást jelent. Elkészítettük ezen túl mindkét esetben az összes szemeloszlási görbe alsó és felső burkológörbét, mely valójában egy adott szemcseméret esetén a legalacsonyabb, illetve legmagasabb áthullott anyagmennyiség %-ban megadva. Ezt a kétszer két görbét mutatja a 10. ábra és 11. ábra, melyekkel így összesen 64 számítás elvégzése vált szükségesé.



10. ábra: Szemeloszlások szélső értékei, Majosháza II.

A kapott szivárgási tényezőket a 3.4. *melléklet* táblázatai tartalmazzák. Itt nem feltétlenül a fenti programmal megkapott átlagértékek szerepelnek, azokat az egyes rétegek jellegéhez igazítva kerekítettük. További módosítást igényeltek azok az esetek is, amikor – bár a program alkalmazhatónak tekintette – az érték tapasztalataink szerint ilyen jellegű területen a realitás határait súrolta illetve átlépte. A táblázat tehát az így módosított - felülbírált értékeket tartalmazza.



11. ábra: Szemeloszlások szélső értékei, Délegyháza IX.

Az egyes fúrások utolsó sora a többretegű vízvezetőknek a rétegvastagságokkal súlyozott átlagos szivárgási tényezőit adja meg. Ezek területi átlagát mutatja a két szomszédos bányatelek esetén a 4. táblázat felső része. A területi átlag a két fúrásorozat alapján 15 – 20 m/d, a szélső értékek 4 – 35 m/d.

A két - két burkológörbe alapján kapott értékeket a 4. táblázat alsó része foglalja össze. Ezek összhangban vannak az előzőekkel: nagyjából a fenti határokat adják. A felső görbe alapján kapott szivárgási tényező 5 m/d, míg az alsó görbe szerint az érték 34 m/d.

4. táblázat: Sziv. tényező, m/d

területi átlag		
	Majosh.	Délegyh.
max.	25,0	35,0
min.	4,0	8,0
átlag	14,8	19,2
szélső görbékkel számítva		
	Majosh.	Délegyh.
alsó	32,0	34,0
felső	5,0	6,0

3.3.2.3 A vizsgált bányatelek a Kutatási jelentés (1996.) alapján

Fenti eredmények ismeretében a később fellelt *Kutatási jelentés (1996)* esetén már a több, mint 180 szemeloszlási görbe esetére nem számítottunk külön szivárgási tényezőt, csak az egyes fúrás csoportokkal foglalkoztunk. Ezek esetén viszont mind a finomabb, mind a durvább talajok burkológörbéit, valamint ezek átlagos görbéit is vizsgáltuk. Az így az összesen 18 szemeloszlási görbét fúrás csoportonként a 3.5. melléklet tartalmazza. Ezen 18 esetre határoztuk meg a szivárgási tényezőket, melyek számított értékeit az 5. táblázatban foglaltuk össze.

5. táblázat: Szivárgási tényezők, m/d, a Kutatási jelentés alapján

görbe	átlag	max.	min.	átlag	max.	min.	átlag	max.	min.
	Dél jelű fúrások			KKL jelű fúrások			Áp jelű fúrások		
finomabb réteg									
felső	5,0	11,0	2,0	4,0	10,0	1,0	6,0	14,0	2,0
alsó	10,0	21,0	4,0	24,0	52,0	11,0	11,0	24,0	6,0
átlag	6,0	14,0	3,0	6,0	14,0	2,0	7,0	16,0	2,0
durvább réteg									
felső	4,0	8,0	1,0	5,0	11,0	2,0	12,0	25,0	5,0
alsó	52,0	80,0	22,0	124,0	156,0	76,0	27,0	37,0	9,0
átlag	8,0	13,0	3,0	10,0	15,0	4,0	12,0	17,0	5,0

A táblázat fúrás csoportonként adja meg a finomabb és durvább rétegek szemeloszlásai alapján számított szivárgási tényezőket. Az egyes fúrás csoportokon belül a sorok mindkét esetben a felső és alsó burkológörbe, valamint az átlagos szemeloszlás alapján számított szivárgási tényezőket adják. Egy-egy fúrás csoporton belül az oszlopok a számított legnagyobb, legkisebb és átlagos értéket mutatják.

A táblázat – összevetve a 3.5. melléklet szemeloszlási görbéivel is – igen összetett képet mutat, hiszen az értékek egy viszonylag kisebb területen 1 – 160 m/d között változnak. A fi-

nomabb, felszín közeli réteg az egységesebb: itt a három fúrás csoport átlagosan 6 – 7 m/d, szélső értékeket tekintve 2 – 20 m/d szivárgási tényezővel jellemezhető. A leginkább változatos képet a KKL jelű fúrások mutatják. A mélyebben fekvő durvább réteg ennél összetettebb: a 8 - 12 m/d átlagos szemeloszlással számolt érték mellett a felső és alsó burkológörbék átlagai 3 – 70 m/d közé. Ebben az esetben a fúrás csoportok alsó burkológörbéi között mutatkozik leginkább jelentős az eltérés.

3.3.2.4 A számítások dokumentálása

A számítások részeredményeit, a *HydrogeoSieveXL* által felhasznált szemeloszlásokat, az azokból számított jellemzőket és szivárgási tényezőket a program mintánként részletesen dokumentálja. Ezeket foglaltuk össze a 3.6. és 3.7. mellékletekben.

A 3.6. melléklet az egyes fúrások és rétegek szemeloszlásait és az abból számított egyéb segédparamétereket (a jellemző szemátmérők, porozitás, egyenlőtlenségi mutató, stb.) összegzi, míg a 3.7. melléklet a szivárgási tényező számításának eredményeit foglalja össze. Ezen mellékletek azonban nem az összes vizsgált, több, mint 80 szemeloszlást tartalmaznak. Majosháza II. és Délegyháza IX. esetén csak a két-két burkológörbe szemeloszlását, míg a *Kutatási jelentés (1996.)* fúrásai esetén a három fúrás csoport finomabb és durvább rétegeinek átlagos szemeloszlását, valamint az azokkal számított szivárgási tényezőket és egyéb jellemzőket adjuk közre.

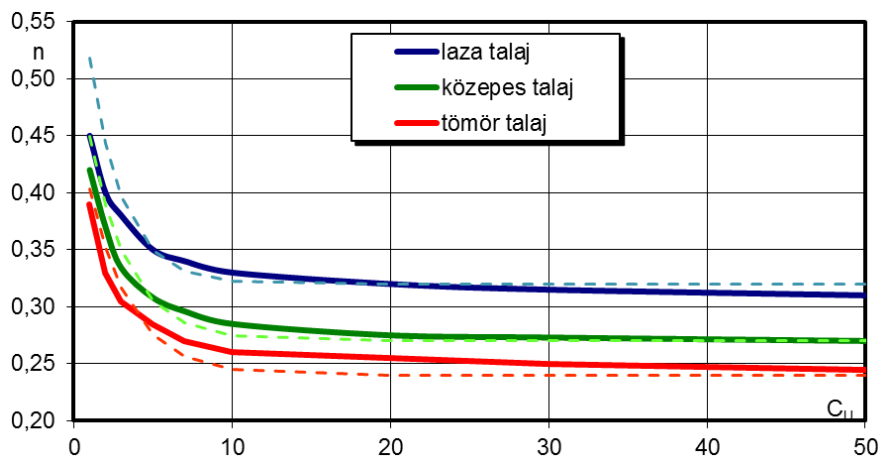
Mindezzel a módszer alkalmazhatóságát szerettük volna igazolni, azonban az összes vizsgált talajminta összes lapjának – közel 200 lap – a mellékelése a dokumentumok terjedelmét indokolatlanul megnövelné. Amennyiben szükséges, bármely további minta hasonló adat- és eredménylapja egyszerűen mellékelhető.

6. táblázat: Paraméterek n becsléséhez

	laza	közepes	tömör
a, -	0,32	0,27	0,240
b, -	0,55	0,60	0,60
c, -	0,80	0,80	0,75

3.3.3 A porozitás

A további számításokhoz szükséges porozitás becsléséhez a Beyer-féle diagramot alkalmaztuk (*Busch – Luckner, 1972*), melyet a 12. ábra folytonos vonalai mutatnak. A módszer, mely az egyenlőtlenségi mutató (C_u) függvényében adja meg a porozitást, szemcsés talajok esetén alkalmazható. Az ábrán feltüntetett szaggatott vonalak az egyes görbék közelítéséhez használható $n = a[1 + b^{(c-C_u)}]$ összefüggésből számított értékeket mutatják. Az összefüggés $a \dots c$ paramétereit a 6. táblázat tartalmazza. Az összefüggés $\pm 10\%$ -on belüli hibával adja meg a porozitás értékeit. A korábbi megfontolások alapján a porozitás számítását laza talajok feltételezésével végeztük.



12. ábra: A porozitás meghatározása

Bár az egyes rétegek porozitását a *HydrogeoSieveXL* is megadja, hiszen a szivárgási tényező meghatározására szolgáló egyes módszerek ezt igénylik, azonban az ott számított érték a közepes viszonyokat veszi figyelembe, míg jelen talaj inkább tekinthető lazának.

A számításokat a korábbiakhoz hasonlóan Majosháza II. és Délegyháza IX. esetén a két-két szélső szemeloszlási görbével, míg a *Kutatási jelentés (1996.)* esetén a három fúrás csoport finomabb és durvább rétegeinek átlagos szemeloszlásával végeztük, a *HydrogeoSieveXL* által megadott egyenlőtlenségi mutatók alapján. A kiindulási értékeket és az eredményeket a 7. táblázat tartalmazza. A kapott érték a durvább, alsó rétegekben $n = 0,320$, míg a finomabb, felső rétegekben $n = 0,33 - 0,38$.

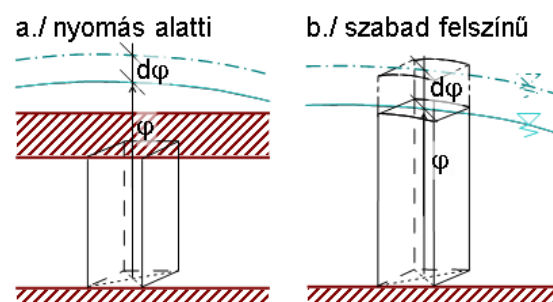
7. táblázat: Porozitás

	C_U	n
Majosháza II.		
alsó	73,1	0,320
felső	3,4	0,383
Délegyháza IX.		
alsó	31,0	0,320
felső	4,1	0,364
Kutatási jelentés (1996)		
Dél jelű fúrások		
finomabb	6,5	0,334
durvább	33,4	0,320
KKL jelű fúrások		
finomabb	5,0	0,350
durvább	38,5	0,320
Ap jelű fúrások		
finomabb	4,2	0,363
durvább	33,6	0,320

3.3.4 A tározási tényező

Időben változó folyamatok számításához elengedhetetlen a tározási tényező ismerete, mely a talajban az egységnyi nyomásváltozás hatására történő tározódást adja meg. Nyomás alatti rétegekben ez csupán a szilárd váz rugalmas alakváltozásából ered (a 13. ábra a./ része), tényleges vízszintváltozás nincsen. Így nagyságrendje kicsiny, $10^{-3} - 10^{-5}$.

Szabad felszínű rétegekben a tározódás főként a talajvízszint tényleges megemelkedéséből, a telítetlen zóna telítődéséből vagy csökkenéséből az ürüléséből származik (a 13. ábra b./ része), ezért a tározási tényező nagyságrendje a porozitás nagyságrendjével egyezik meg, tényleges értéke azonban annál kisebb.



13. ábra: A tározási tényező

Nyomás alatti vízvezető réteg esetén egy egyszerű lehetőség a vízvezető és fedőrétegek vastagságára alapján becsülni a tározási tényezőt. Ehhez a 14. ábra grafikonja alkalmazható, mely az alábbi összefüggés segítségével adható meg: (Boonstra - de Ridder 1981.):

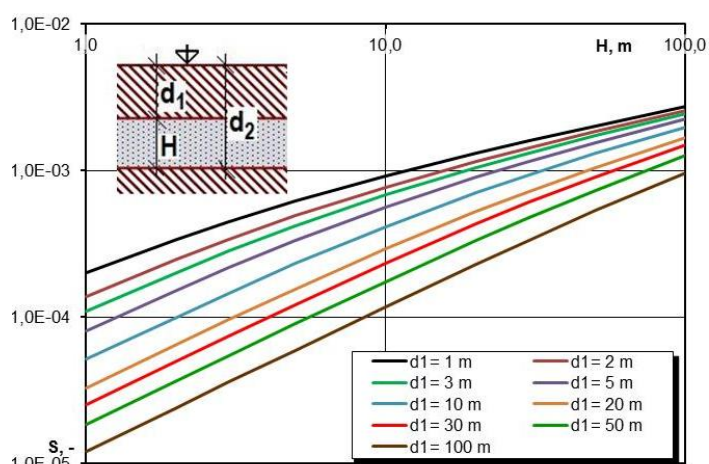
$$S = 1,8 \cdot 10^{-6} (d_2 - d_1) + 8,6 \cdot 10^{-4} (d_2^{0,3} - d_1^{0,3})$$

ahol (lásd a 14. ábra)

d_1 , m : a fedő vastagsága,

H , m : a vízvezető réteg vastagsága,

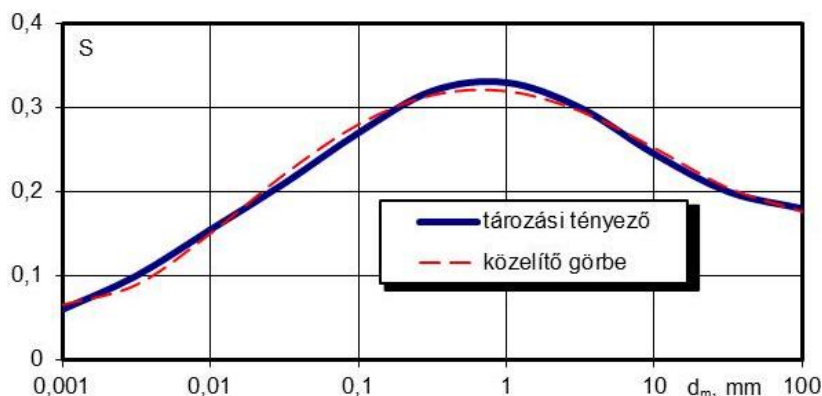
$$d_2 = d_1 + H$$



14. ábra: A tározási tényező nyomás alatti vízvezető rétegre

Amennyiben a vízvezető réteg nyomás alatti, a fedő $d_1 = 1,5$ m-es és a vízvezető réteg $H = 9,0$ m-es átlagos vastagságával a tározási tényező értéke $S_{ny} = 8 \cdot 10^{-4}$.

Szabad felszínű rétegek esetén a tározási tényezőt első sorban a szemszerkezet határozza meg. Becslésére grafikusán a 15. ábra ad lehetőséget, ahol a d_m a leggyakoribb szemátmérő (Bear, 1979). Az ábrán feltüntetett szaggatott vonal a görbe közelítéséhez alkalmazható összefüggésből számított értékeket mutatja. A $\pm 10\%$ -on belüli pontosságú közelítés alábbi:



15. ábra: A tározási tényező, szabad felszínű vízvezető réteg

$$S = 4,8951 \cdot 10^{-3} \cdot [\log(d_m)]^4 + 6,8531 \cdot 10^{-3} \cdot [\log(d_m)]^3 - 5,8706 \cdot 10^{-2} \cdot [\log(d_m)]^2 - 2,0874 \cdot 10^{-2} \cdot \log(d_m) + 3,1990 \cdot 10^{-1}$$

Szabad felszínű vízvezető réteg feltételezésével a porozitáshoz hasonlóan Majosháza II. és Délegyháza IX. esetén is a két-két szélső szemeloszlási görbével, míg a *Kutatási jelentés (1996.)* esetén a három fúrascsoport finomabb és durvább rétegeinek átlagos szemeloszlásával végeztük, a *HydrogeoSieveXL* által megadott leggyakoribb szemátmérők alapján. A kiindulási értékeket és az eredményeket a 8. táblázat mutatja. A kapott tározási tényező $S_{sz} = 0,26 - 0,31$, itt is a finomabb, felső réteg adja a magasabb értéket. Összevetve a porozitásokkal megállapítható, értékük valamelyest alacsonyabb, így a korábban megadott feltételnek eleget tesznek.

Azt, hogy a későbbi számítások során a nyomás alatti vagy a szabad felszínű rétegre vonatkozó érték figyelembe vétele szükséges, a térség talajvízszintjeinek későbbi elemzése alapján lehet eldönteni.

8. táblázat: Tározási tényező

	d_m	S_{sz}
Majosháza II.		
alsó	8,00	0,261
felső	0,25	0,310
Délegyháza IX.		
alsó	2,00	0,309
felső	0,25	0,310
Kutatási jelentés		
Dél jelű fúrások		
finomabb	0,25	0,310
durvább	4,00	0,288
KKL jelű fúrások		
finomabb	0,25	0,310
durvább	4,00	0,288
Ap jelű fúrások		
finomabb	0,25	0,310
durvább	4,00	0,288

3.4 ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉS

A fenti megállapításokat összevetve további forrásokkal, mint például *Mike (1991.)*, *Rónai (1985.)* és a *Dunai Alföld (1967.)* nagyobb térségre vonatkozó, valamint a *Tájéktaszter (1990.)* kisebb területegységeket vizsgáló információival, az alábbiak állapíthatók meg:

- a terület terepszintje átlagosan 97 – 99 m B.f. körüli;
- a fedőréteget humusz és néhol kőzetliszt alkotja, átlagosan 1,5 m vastagságban;
- a vízvezető réteg 8 – 10 m vastagságú, homok, homokos kavics, néhol közbetelepült finomabb réteggel;
- a fekvő a pannon agyag, 86 – 90 m B.f., átlagosan 88,5 m B.f. körüli szinttel;
- a vízvezető réteg szivárgás tényezője, figyelembe véve a térségi vizsgálatokat is 10 – 40 m/d, átlagosan 25 m/d;
- a porozitás értéke $n = 0,32 - 0,36$ közé tehető;
- a tározási tényező nagysága szabad felszínű vízvezető réteg esetén $S_{sz} = 0,26 - 0,31$, míg nyomás alatti esetben $S_{ny} = 8 \cdot 10^{-4}$.

A fentiekben megadott értékek viszonylag tág határokat jelölnek ki a vízvezető réteg jellemzésére. Azonban ez adja az alapot a leendő modellhez, melynek kalibrálása és validálása elengedhetetlen.

4 HIDROMETEOROLÓGIAI JELLEMZŐK

4.1 A VIZSGÁKATOK CÉLJA ÉS FORRÁSAI

A térség hidrometeorológiai jellemzését a csapadékviszonyok bemutatásával kezdjük. Ennek segítségével szemléltethetők a száraz és nedves időszakok. A csapadékviszonyokat egyrészt a korábban megadott referencia időszak, 1996-2006. *Vízrajzi Évkönyvekben* szereplő adataival vizsgáljuk, melyet kiegészítettünk a jelenleg nem működő *Vízügyi Adatbank* egy korábbi feldolgozásból származó 2001-2006. évre vonatkozó csapadék adatsoraival is.

Rendelkezésünkre álltak továbbá egy korábbi, *Évkönyveken* alapuló feldolgozás nyomán (*Thesis*, 1998.) két csapadékmérő állomáson (Bugyi és Dunaharaszti) az 1979-1995. évek csapadékösszegei is, melyet a hosszabb idejű tendenciák elemzéséhez használunk. Ezen csapadékmérők jelenleg már nem működnek, így két másik, működő csapadékmérő (Vecsés és Kunpeszér) esetére is elvégeztük a hosszú idejű adatsor vizsgálatát.

A 2006. után, a szünetelő *Vízrajzi Évkönyv* miatt a csapadékviszonyok jellemzésére a *Víz-háztartási tájékoztató* információit alkalmaztuk. A teljes címen *Integrált Vízháztartási tájékoztató és előrejelzés* havi értékeléseit az *Alsó-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság* és korábban a *VITUKI Kht.* majd az *Országos Vízügyi Főigazgatóság* készíti és a *Vízügyi Honlapon* (www.vizuqy.hu) teszik közzé.

A későbbi vizsgálatokhoz alapvető párolgási viszonyokat is többféleképpen, több forrás alapján vizsgáljuk. Ehhez egyrészt a szakirodalom sokéves átlagos párolgás-adatait alkalmazzuk, másrészt a *Vízrajzi Évkönyvek* alapján a fenti referencia-időszak országos átlagait és területi adatait elemezzük, majd a vizsgált területünkhöz legközelebb eső állomás értékeit adjuk meg.

Aszályosság a jelen fogalmaink szerinti száraz időszak jellemzésére alkalmas. Jellemzésére Hazánkban egyebek mellett a Pálfai-féle aszályindex használatos (*Pálfai, 2002.*), mely a csapadék mellett a hőmérsékletet is figyelembe veszi. A jellemzőt, mellyel az egyes időszakok jól jellemezhetők, országos értékelés alapján adjuk meg.

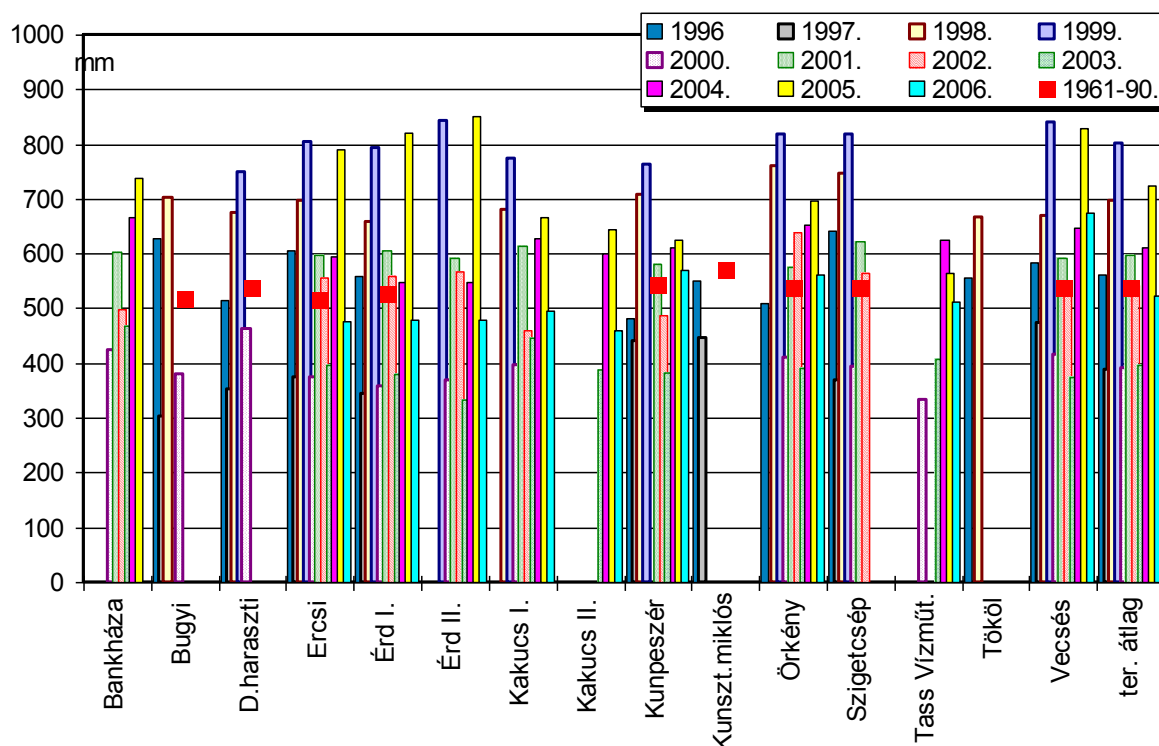
4.2 CSAPADÉK

4.2.1 A referencia-időszak csapadékai a *Vízrajzi Évkönyvek* alapján

A *Vízrajzi Évkönyvekben* a referencia időszakban a vizsgált térség tágabb környezetében 15 olyan csapadékmérő állomás található, melyek a vizsgálatba bevonhatók. A csapadékmérők főbb adatait (név, törzsszám, hely) a 4.1.1. *melléklet* tartalmazza. A mérőállomások havi és éves csapadékadatait a 4.1.2. *mellékletben* foglaltuk össze. Az egyes mérőhelyek havi csapadékösszegeit a 4.1.3. *melléklet*, míg az ezekből képezett területi átlagos és szélső értékeket a 4.1.4. *melléklet* mutatja. Az évi csapadékösszegeket, valamint az 1961 - 1990. időszak átlagos értékeit a 9. táblázat illetve az 16. ábra tünteti fel.

Az összegzett csapadéktöbblet ill. hiány változását a referencia időszakra a 17. ábra mutatja. Itt az időszak szárazabb illetve nedvesebb periódusait a sokéves átlagról való eltérések göngyöltített összegével jellemezhetjük. Az ábrán a pozitív értékek többletet, a negatív értékek hiányt jelentenek a sokéves átlaghoz képest, az emelkedő vonalú időszak a csapadékos, a közel vízszintes az átlag körüli csapadékos, a süllyedő vonalú időszak pedig a száraz időszakot jelez. Az ábrán a területi átlagos értékeket is megadjuk.

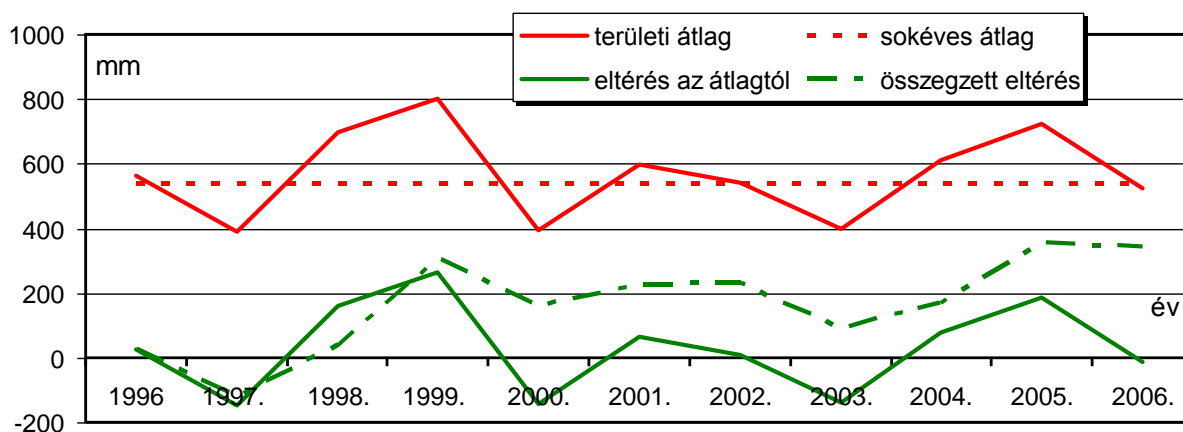
A vizsgált 11 éves adatsor átlagosnak tekinthető évvel kezdődik. Ezt két - két eltérő irányban szélsőségesebb év, majd két átlaghoz közeli, de annál nedvesebb időszak követi, melyet egy igen száraz év, egy nedvesebb időszak, majd egy átlagos csapadékos év zár.



16. ábra: Évi csapadékösszegek, 1996 - 2006.

Az ábrák és a táblázat alapján látható, hogy a szárazabb 1997. és 2000. és 2003. évek átlagosan mintegy 130 - 140 mm csapadékhiánnyal, míg az 1998 - 1999. valamint a 2005. évek mintegy 170 - 250 mm csapadéktöbblettel jellemezhetők a 30 éves átlaghoz képest. A vizsgált időszakban a legnagyobb hiány (-215 mm) 1997-ben Bugyin, míg a legnagyobb többlet (+302 mm) 1999-ben Vecsésen jelentkezett, mely értékeket az 9. táblázat külön jelöl.

A vizsgált időszak egyenlege az 17. ábra tanulsága szerint pozitív, a 11 éves periódus végül 350 mm többletet mutat az 1961 – 90. évek átlagához képest. Azonban ez a többlet általában egy-egy kimagasló, főként nyári csapadékból származik.



17. ábra: Területi csapadékatlag eltérése a sokéves átlagtól

9. táblázat: Évi csapadékösszegek (mm) és eltérések a sokéves átlagtól

	1961-90.	1996		1997.		1998.		1999.		2000.		2001.		2002.		2003.		2004.		2005.		2006.	
állomás	mm	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ	mm	Δ
45111 Bankháza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	423	-	602	-	499	-	469	-	666	-	739	-	-	-
45105 Bugyi	517	627	110	302	-215	703	186	-	-	380	-137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44503 Dunaharaszti	537	514	-23	353	-184	674	137	748	211	464	-73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35407 Ercsi	516	607	91	375	-141	696	180	805	289	376	-140	599	83	558	42	396	-120	594	78	792	276	477	-39
34804 Érd I.	527	558	-	344	-	659	-	794	-	357	-	607	-	559	-	381	-	549	-	821	-	478	-
34813 Érd II.	-	-	-	-	-	-	-	844	-	369	-	593	-	568	-	334	-	548	-	851	-	481	-
45206 Kakucs I.	-	-	-	-	-	681	-	774	-	397	-	614	-	460	-	445	-	628	-	667	-	496	-
45208 Kakucs II.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	390	-	600	-	645	-	460	-
45602 Kunpeszér	544	482	-62	441	-103	707	163	764	220	-	-	581	-	487	-	383	-161	612	68	626	82	569	25
45501 Kunszentmiklós	571	551	-20	447	-124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45607 Örkény	536	510	-26	-	-	759	223	817	281	410	-126	576	40	640	104	391	-146	653	117	698	162	561	25
35412 Szigetcsép	538	643	105	370	-168	747	209	819	281	393	-145	623	85	564	26	-	-	-	-	-	-	-	-
35800 Tass Vízműtelep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	334	-	-	-	-	-	407	-	625	-	565	-	513	-
34806 Tököl	-	557	-	-	-	667	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44615 Vecsés	537	584	47	474	-63	670	133	839	302	415	-122	592	55	544	7	374	-163	647	110	830	293	675	138
területi átlag	536	563	27	388	-148	696	160	800	265	393	-143	599	66	542	6	397	-139	612	76	723	187	523	-13

10. táblázat: Legnagyobb napi csapadékok évente

	1996		1997.		1998.		1999.		2000.		2001.		2002.		2003.		2004.		2005.		2006.	
állomás	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap	mm	hó,nap
Bankháza	-	-	-	-	-	-	-	-	30,0	ápr. 25.	36,0	júl. 17.	48,5	júl. 31.	44,0	júl. 28.	56,0	júl. 24.	53,0	aug. 4.	-	-
Bugyi	86,0	szept. 1.	15,0	dec. 26.	38,0	ápr. 18.	-	-	36,0	ápr. 5.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dunaharaszti	35,8	szept. 1.	26,2	aug. 9.	39,0	ápr. 18.	61,1	jún. 4.	35,7	júl. 28.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ercsi	48,8	szept. 1.	23,5	máj. 1.	48,5	ápr. 18.	50,9	jún. 21.	28,5	ápr. 5.	34,0	júl. 17.	32,5	júl. 18.	25,0	okt. 30.	31,8	nov. 8.	56,5	aug. 4.	30,5	jún. 2.
Érd I.	30,2	szept. 23.	23,8	júl. 18.	43,9	ápr. 18.	51,3	jún. 4.	25,0	ápr. 5.	36,0	aug. 22.	37,0	júl. 31.	24,0	júl. 19.	33,0	nov. 8.	67,9	júl. 11.	44,0	aug. 1.
Érd II.	-	-	-	-	-	-	61,5	jún. 4.	27,5	ápr. 5.	30,5	júl. 17.	68,1	júl. 31.	21,7	okt. 30.	29,5	nov. 8.	86,5	aug. 4.	36,0	aug. 1.
Kakucs I.	-	-	-	-	30,0	ápr. 18.	43,0	jún. 4.	29,4	ápr. 5.	31,9	júl. 23.	-	-	95,0	júl. 28.	29,5	nov. 8.	36,3	máj. 18.	27,5	júl. 1.
Kakucs II.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,8	júl. 28.	31,7	aug. 21.	35,6	máj. 18.	27,2	júl. 1.
Kunpeszér	27,1	szept. 23.	84,6	aug. 9.	35,2	júl. 7.	28,5	nov. 9.	-	-	32,0	jún. 3.	60,0	júl. 18.	50,2	júl. 28.	34,0	ápr. 13.	40,9	máj. 18.	50,0	jún. 4.
Kunszt.miklós	30,5	szept. 23.	18,9	dec. 26.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Örkény	24,6	szept. 23.	-	-	47,5	jún. 30.	34,2	jún. 4.	31,3	szept. 2.	33,3	szept. 8.	65,3	júl. 18.	39,8	júl. 28.	29,5	nov. 8.	41,2	júl. 9.	38,2	aug. 1.
Szigetcsép	75,8	szept. 1.	17,2	máj. 8.	36,4	ápr. 18.	43,7	júl. 10.	30,3	ápr. 5.	30,3	júl. 17.	44,2	júl. 18.	-	-	-	-	-	-	-	-
Tass Vízműt.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,5	júl. 28.	46,9	júl. 26.	38,0	jún. 9.	27,2	jún. 29.
Tököl	52,1	máj. 8.	-	-	47,5	ápr. 18.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vecsés	37,9	szept. 1.	37,2	jún. 30.	36,3	ápr. 17.	44,6	júl. 9.	33,9	ápr. 5.	31,4	júl. 23.	50,0	júl. 18.	23,8	nov. 1.	28,8	nov. 13.	53,5	aug. 4.	58,7	aug. 1.

Fentieket igazolja a 10. táblázat is, mely az egyes állomásokon az egyes években mért legnagyobb csapadékokat mutatja, feltüntetve az adott maximum napját is. Itt vörössel külön jeöltük az adott év legnagyobb csapadékát is. Fentiek nyomán a 11. táblázat azon állomásokat mutatja, melyek az adott év maximumát adták a térségben. A szélső értékeket itt is jeöltük: a maximum vörös, a minimum zöld.

11. táblázat: A térség legnagyobb napi csapadékai

év	állomás	értéke, mm	napja	megjegyzés
1996.	Bugyi	86	szeptember 1.	öt állomáson
1997.	Kunpeszér	85	augusztus 9.	szinte minden állomáson máskor
1998.	Ercsi	49	április 18.	hét állomáson
1999.	Érd II.	62	június 4.	öt állomáson
2000.	Bugyi	36	április 5.	hét állomáson
2001.	Bankháza és Érd I.	36	július 17.	négy állomáson
			augusztus 22.	egyedül itt
2002.	Érd II.	68	július 31.	három állomáson, a többin júl. 18.
2003.	Kakucs II.	96	július 28.	hat állomáson
2004.	Bankháza	56	július 24.	egyedül itt
2005.	Érd II.	87	augusztus 4.	négy állomáson
2006.	Kunpeszér	50	június 4.	egyedül itt

A táblázatok alapján megállapítható, hogy a napi maximumok akár egy átlagos évi csapadék 10 – 15 %-át is meghaladhatják, mint például 2003-ban Kakucson, Érden 2005-ben, Bugyin 1996-ban vagy Kunpeszén 1997-ben. A napi maximumok szinte mindig a nyári félévben jelentkeznek, a néhány kivételt a 10. táblázat külön jelöli. Ezek az őszi-téli maximumok azonban egyik évben sem adják a térségi maximumot. Igen gyakori azonban az az eset, amikor a napi maximum több állomáson is ugyanazon a napon jelentkezik.

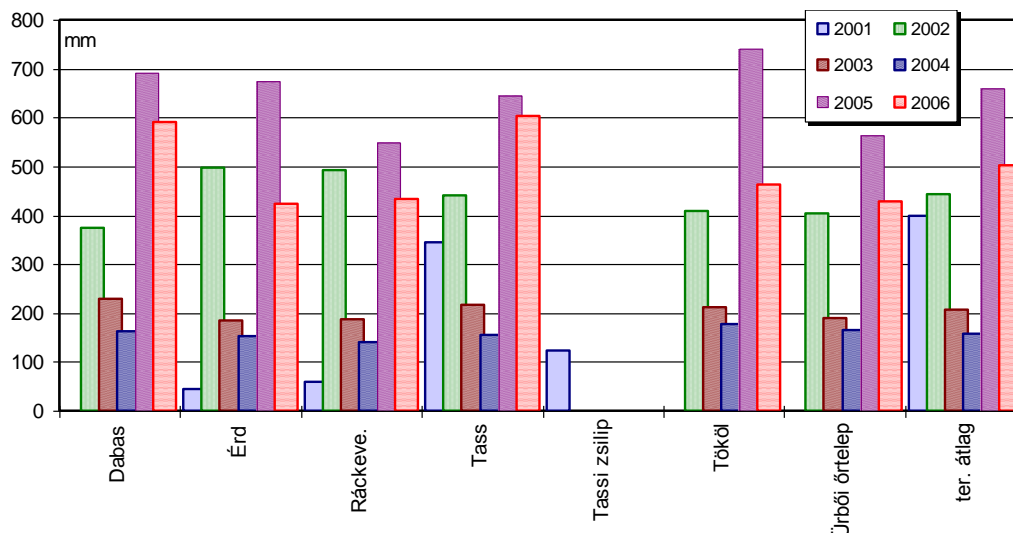
4.2.2 A referencia-időszak kiegészítése a Vízügyi Adatbank alapján

A Vízügyi Adatbank részlegesen feltöltött, jelenleg nem üzemelő adatállományában a referencia-időszak egy részére hét további állomás adatsora volt fellelhető. A napi adatokból képezett havi és éves csapadékösszegeket foglalja össze a 4.2.1. melléklet. Az egyes mérőhelyek havi csapadékösszegeit a 4.2.2. melléklet, míg az ezekből képezett területi átlagos és szélső értékeket a 4.2.3. melléklet mutatja. Mivel az idősorok sok esetben hiányosak, az értékeket tájékoztató jelleggel közöljük. Az állomások évi csapadékösszegeit a 12. táblázat illetve az 18. ábra mutatja. A táblázatban dőlttel jeöltük a hiányos adatsorból származó összegeket.

12. táblázat: Évi csapadékösszegek, 2001 - 2006, mm

év	AAY152 Dabas	AAY864 Érd	ABE138 Ráckeve	ABF796 Tass	ABF809 Tassi zsilip	ABG690 Tököl	ABG941 Ürbőri őrtelep	ter. átlag
2001		45	58	344	123			400
2002	375	497	493	442		408	403	443
2003	229	185	186	216		213	190	206
2004	163	154	140	156		176	165	158
2005	691	673	549	645		741	564	660
2006	590	422	434	602		463	430	502

A 2001 - 2006. időszak első teljesebb éve, 2002. közepes időszaknak tekinthető. A 2003. év kisebb, elszórt és 2004. év elején a nagyobb összefüggő adathiánya ellenére egyértelműnek tűnik a szárazabb időszak. A 2005. év egyértelműen az átlagosnál - néhol számottevően - nedvesebb időszak, mely eltérő mértékben, de 2006-ban is folytatódott.

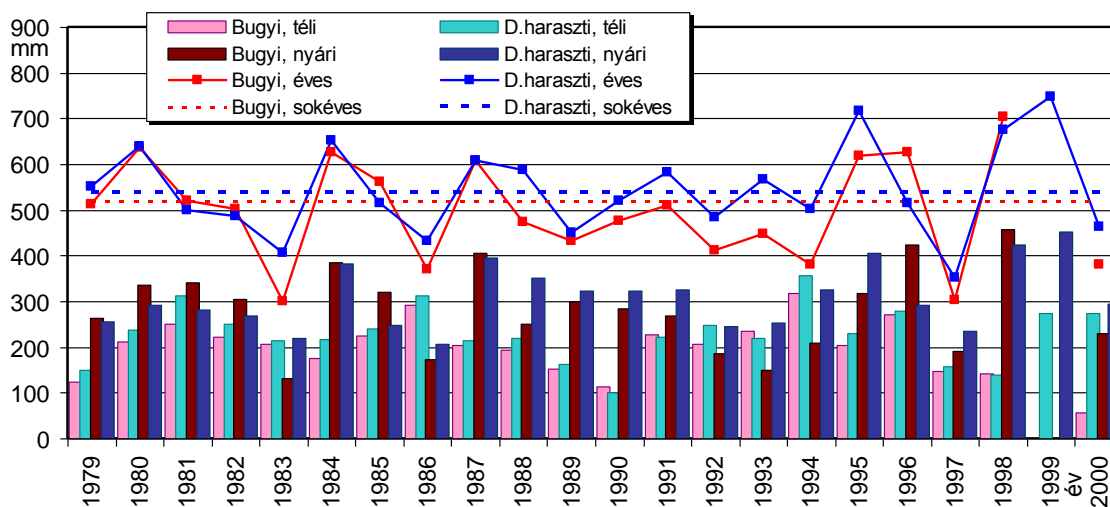


18. ábra: Évi csapadékösszegek, 2001 - 2006.

4.2.3 Korábbi csapadékadatok elemzése

Egy korábbi, *Évkönyveken* alapuló feldolgozás nyomán (*Thesis, 1998.*) rendelkezésünkre álltak további két csapadékmérő állomáson az 1979 -1995. évek havi, féléves és éves csapadékösszegek is, melyet a vizsgált időszaknak megfelelően kiegészítettünk. A két vizsgált állomás 45105 Bugyi és 44503 Dunaharaszti. Sajnos az *Évkönyvek* 2000. után egyik állomásról sem közölnek adatot, azonban a hosszabb idejű csapadékviszonyokat ezen csonka adatsor is kielégítően jellemzi.

A két állomás éves és féléves adatsorait a 4.1.5. melléklet, míg a havi csapadékösszegeket a 4.1.6. mellékletben adjuk meg. A féléves és éves adatsorokat 19. ábra szemlélteti. Az ábrán szaggatottal feltüntettük az 1961 - 1990. időszak átlagos értékeit is. A féléves összegeket ugyanezen ábra oszlopdiagramjai mutatják. Itt a nyári félév az áprilistól szeptemberig tartó tenyészidőszak, míg a téli az év fennmaradó része. Ezt folyamatos időszaknak tekintettük, így egy adott év téli félévének a megelőző év októberétől tárgyév márciusáig tartó időszakot vettük. Így az első téli félév csonka, 3 hónapos időszak adatait mutatja. A bugyi idősor az 1999. évi adathiány miatt szintén csonkának tekinthető.

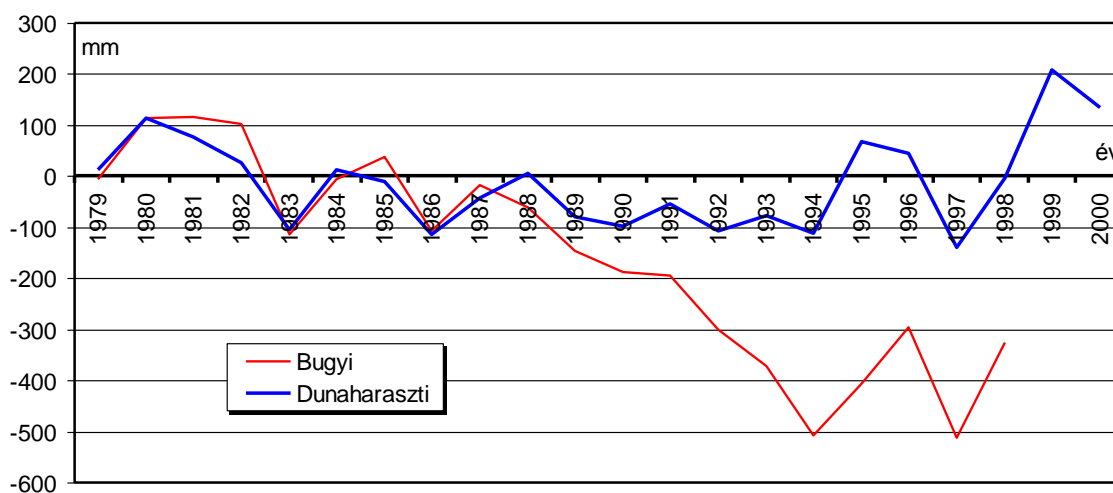


19. ábra: Csapadékösszegek, Bugyi és Dunaharaszti

Az ábrán szembetűnő az utóbbi évek egyre szélsőségesebbé váló értékei, melyek nemcsak az évi összegekben jelentkeznek, hanem a féléves megoszlásban is: általában a téli félévek szárazabbak, a nyáriak nedvesebbek lettek. A nyári nagyobb csapadékösszegeket azonban

nem tartósan csapadékos időszak, hanem egy-egy intenzívebb zápor okozza. Ezt bizonyítják a napi legnagyobb csapadékok is, melyek közül néhány jellemző példa a 10. táblázat nyomán: Bugyin 1996. szeptember 1-én 86 mm, Dunaharaszti 1999. június 4-én 61 mm, vagy a további állomások közül 1997 augusztus 9-én Kunpeszéren 85 mm, 2003. július 28-án Kacson 96 mm hullott.

A hosszabb időszak szárazabb illetve nedvesebb periódusait a referencia időszakhoz hasonlóan a sokéves átlagtól való eltérések göngyöltett összegével jellemezhetjük, melyet a két vizsgált állomásra az 20. ábra mutat. A pozitív értékek az előzőhöz hasonlóan többletet, a negatív értékek hiányt jelentenek a sokéves átlaghoz képest, az emelkedő vonalú időszak a csapadékos (pl. Dunaharaszti, 1998-99) a közel vízszintes az átlag körüli csapadéku (pl. Dunaharaszti, 1990-94), a süllyedő vonalú időszak pedig a száraz időszakot jelez. (pl. Bugyi, 1988-94) jelzi. Az ábra egy átlag körüli évvel indít, mely a vizsgálat szempontjából szerencsés. Szembetűnő, hogy az első kb. 10 évben a két görbe menete hasonló, azonban 1988 után Bugyin lényegesen nagyobb hiány alakult ki, mint a tőle kevesebb, mint 15 km-re északnyugatra levő Dunaharaszti. Ez az állomás a Dunához is közelebb található.

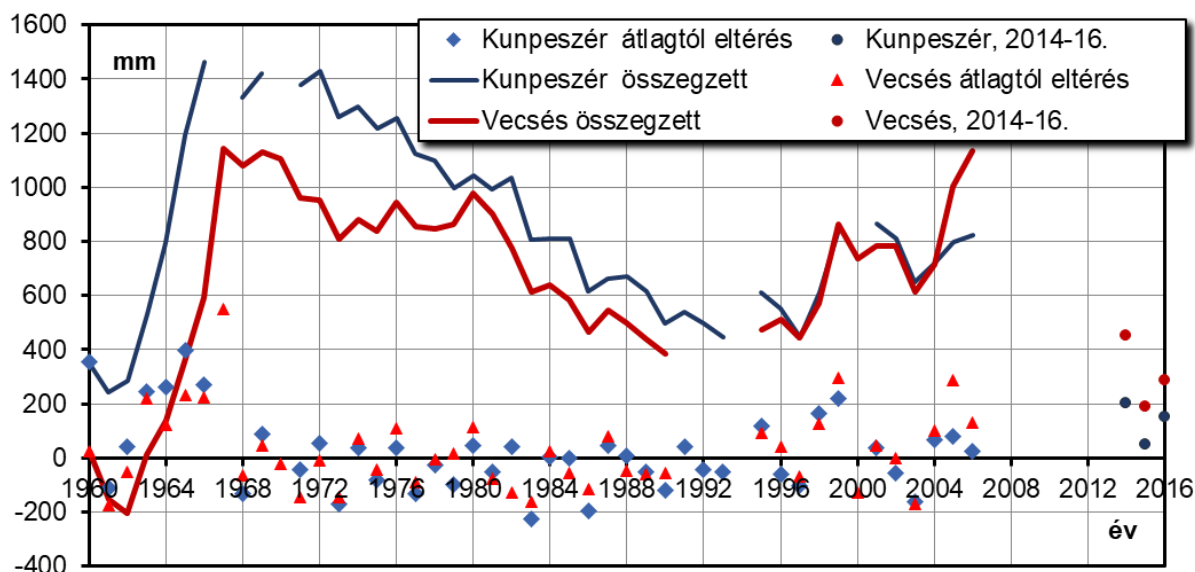


20. ábra: Összegzett csapadéktöbblet illetve hiány, Bugyi és Dunaharaszti

Tekintettel arra, hogy a fenti két állomásról 2000 után nincsen adat, két további állomás, 44615. Vecsés és 45602. Kunpeszér hosszabb idejű adatsorát is összeállítottuk. Az 1960 – 2006. évi csapadékösszegeket a legújabb Évkönyvek 2014 - 2016. évi adataival kiegészítve a 4.1.7. mellékletben adjuk meg, és a 4.1.8. melléklet szemlélteti. Mindkét mellékleten feltüntetjük az 1961 – 1990. időszak átlagos csapadékösszegeit is. A 4.1.8. melléklet két szaggatott vonala az 1960 – 2006. időszak trendjét mutatja, míg a 2014 - 2016. évi adatokat külön jelöltük, melyeket a trend számításába nem vontunk bele. A két állomás 30 éves átlaga nagyjából megegyezik, és mindkét esetben lényegesen alacsonyabb, mint a vizsgált közel 50 év átlaga. Vecsés esetén a trend csekély mértékben emelkedik, míg Kunpeszér esetén erőteljesebben csökken. Az utóbbi néhány év csapadéka azonban a trendektől jelentősen eltér.

A hosszabb időszak periódusait itt is a sokéves átlagtól való eltérésekkel és azok görgetett összegével jellemezhetjük, melyet a két vizsgált állomásra a 21. ábra mutat. Az ábra az átlagtól eltéréseket jelölőkkel, a görgetett összeget folytonos vonallal jelzi. Az ábra szinte végig pozitív, azaz mindkét állomást többlet jellemzi a 30 éves átlaghoz képest. Ez összhangban van az előzőekben megállapítottakkal, mely szerint a 30 éves átlag a vizsgált időszak átlagához képest alacsonyabb. Az időszak első 8 éve emelkedő görbét mutat, mely csapadékos időszakot jelez, majd néhány átlagos év közel állandó értékei után az 1990-es évek elejéig egy szárazabb időszaknak megfelelően süllyed. Ezt követően egy 8 – 10 év átlagos időszaka – nagyjából állandó görbékkel – után kisebb-nagyobb megszakításokkal folyamatosan emelkedik, csapadékosabb időszakra utalva. Ezzel összhangban vizsgált időszak legutolsó évében görgetett összeg többlete Kunpeszéren több, mint egy éves, Vecsésen több, mint

kétéves átlagos csapadékösszegnek felel meg.



21. ábra: Összegzett csapadéktöbblet illetve hiány, Kunpeszér és Vecsés

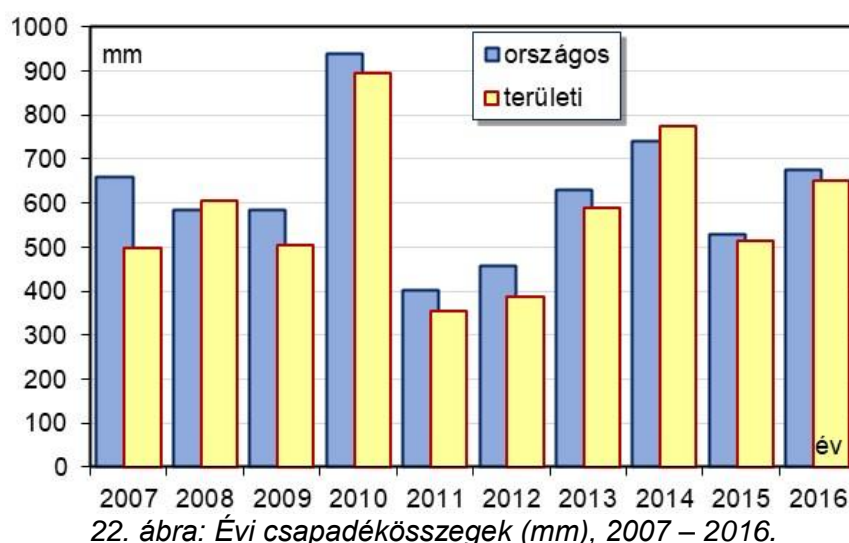
Ha a 20. ábra grafikonját a 21. ábra azonos idejű időszakával vetjük össze, az 1980 – 1995 közötti süllyedés a bugyi értékeket igazolja, míg az ezredforduló körüli emelkedés Dunaharaszton is megjelenik.

4.2.4 Kiegészítés a Vízháztartási tájékoztató segítségével

Fentieket jól egészítik ki a *Vízháztartási tájékoztató* országos csapadéktérképei, melyeket a szünetelő *Vízrajzi Évkönyvek* időszakának rövid értékelésére alkalmaztuk. A havonta megjelenő *Vízháztartási tájékoztató* egyebek mellett havi csapadéktérképeket ad meg, valamint százalékosan megadja az adott hónap csapadékösszegének eltérését az 1971 – 2000. évek havi átlagaitól is. Egy adott év első száma általában az előző év összegzését is megadja. Ezeket a térképet foglaltuk össze a 4.3.1. mellékletben. Ezen, évi összegzések alapján adjuk meg a 2007 – 2016. időszak éves országos csapadékösszegeit, melyekt a 13. táblázat tartalmaz.

13. táblázat: Évi csap.mm

év	összeg, mm	
	területi	országos
2007	498	660
2008	605	583
2009	505	585
2010	895	938
2011	354	403
2012	387	456
2013	589	630
2014	773	740
2015	515	528
2016	652	676



22. ábra: Évi csapadékösszegek (mm), 2007 – 2016.

Az országos, havi csapadéktérképek alapján a területre becsült csapadékösszegeket a

4.3.2. *melléklet* táblázatosan és a 4.3.3. *melléklet* grafikusan tartalmazza. A területre így becsült havi csapadékösszegek ábrája valójában a 4.1.4. *melléklet* és a 4.2.3. *melléklet* átlagos értékei folytatásának tekinthető. Így az összehasonlíthatóság érdekében azonos léptékeket is alkalmaztunk. A 4.3.2. *melléklet* táblázata feltünteti a becsült területi csapadékmennyiségek éves összegeit is. Ez látható a 13. *táblázat* első oszlopában is, melyet az a 22. *ábra* is szemléltet.

A csapadékösszegek százalékos eltérése az 1971 – 2000. évek havi átlagaitól az évente elkészített grafikonok alapján a 4.3.4. *mellékletben* látható a 2007. január – 2016. december időszakra. Az igen szemléletes ábrák a havi többletet illetve hiányt nemcsak eltérő előjellel, hanem eltérő színekkel is jelölik.

Az ábrák nyomán megállapítható, hogy a 2007 – 2009. periódus mind országosan, mind pedig a térségben átlagosnak tekinthető. A 2010-es év különösen csapadékos volt, ebben az évben adódott a térségre jellemző két legmagasabb érték is. Az 1000 mm-t megközelítő évi csapadékösszeg ritka magas érték. Az azt követő két év viszont különösen száraz volt. Ekkor – 2011 novemberében - jelentkezett mind relatív, mind pedig abszolút értékben a legnagyobb hiány. Bár a 2013-as év összességében átlagosnak tekinthető, az első három hónap országosan különlegesen csapadékos volt: márciusban például a sokéves átlag közel háromszorosa hullott. Ezt követően viszont 2014 őszéig egy bő éves időtartammal inkább a hiány, majd ősszel a bőséges többlet volt jellemző. A 2015. év első nyolc hónapja (január- augusztus) mindkét ábra alapján viszont egyértelműen vízhiányos volt, jelentős többlet csak az év elején illetve végén jelentkezett. Ehhez hasonló a 2016-os év is.

4.3 PÁROLGÁS

4.3.1 Általános megfontolások

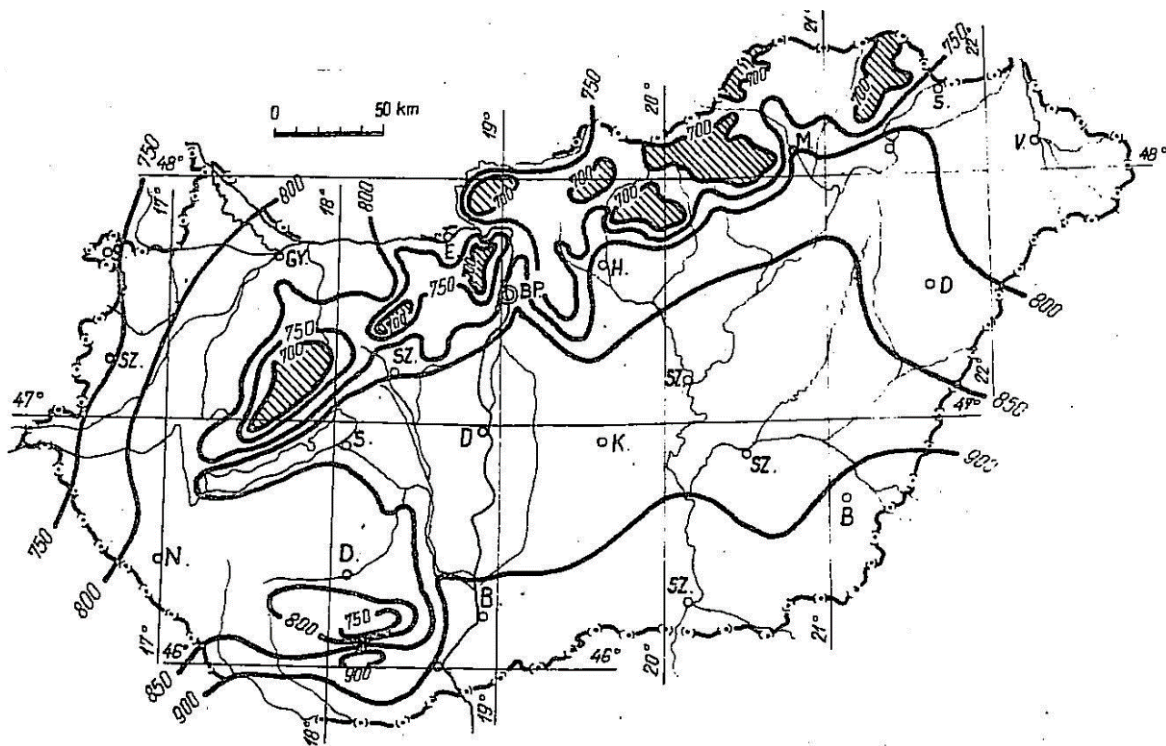
A párolgás vizsgálata esetén különválasztandó a kitermelés előtti, fedett felület területi párolgása, az evapotranszspiráció és a nyílt vízfelület párolgása, azaz az evaporáció. A fedett és a fedetlen felületek párolgása közül a vízfelület párolgása a nagyobb. A párolgás jellemzésére az egységnyi felületen adott időtartam (általában hónap vagy év) alatt elpárolgó folyadékoszlop magasságát alkalmazzuk, pl. *mm/év* formában.

Amennyiben egy bánya megnyitásával a kitermelés eléri a talajvízszintet, a fedett felületről nyílt vízfelület lesz, így az evapotranszspirációból – mely a talaj és a talajközeli légréteg hidrometeorológiai jellemzőinek bonyolult függvénye – a magasabb evaporáció lesz. A kitermelés megindulásából vagy bővítéséből származó vízvesztés így a szabad vízfelszín fedett felülethez viszonyított többletpárolgása, tehát a kétféle párolgás különbsége lesz.

Tekintettel arra, hogy egy kavicsbányató környezetének vízháztartása szempontjából a többletpárolgás alapvető, vizsgálatát többféleképpen is elvégezzük.

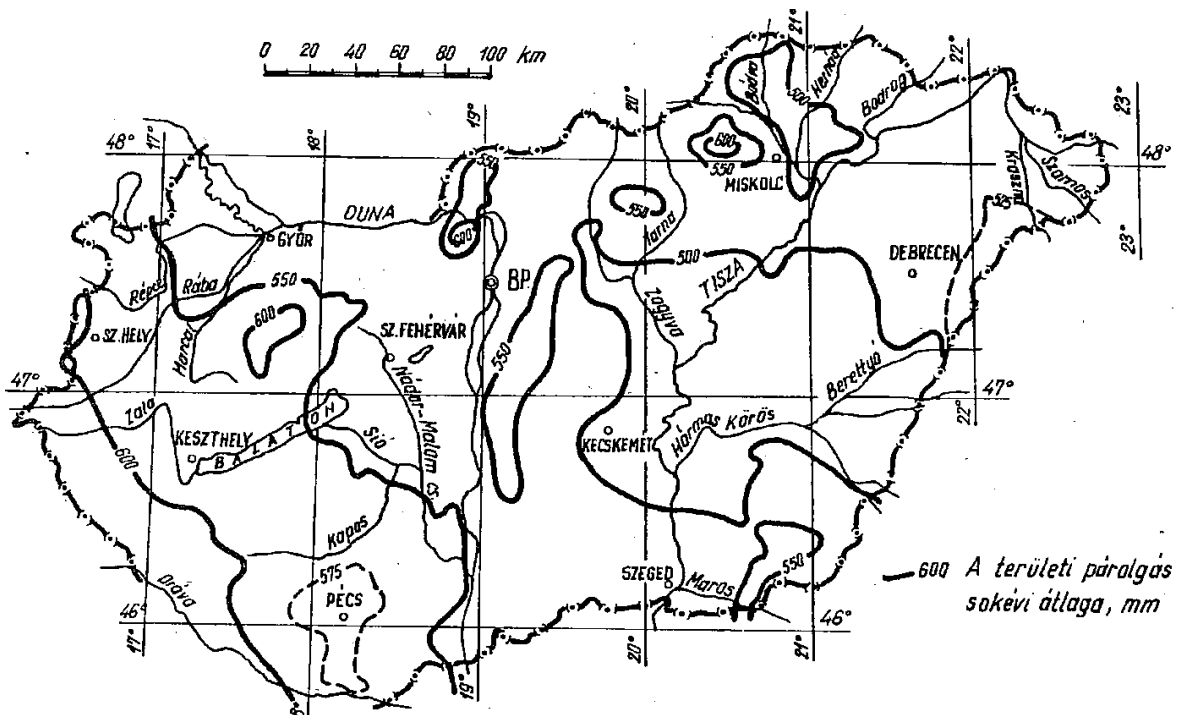
4.3.2 A sokéves átlagos párolgás

Első lehetőségként a sokéves átlagos párolgás-adatok alapján becsülhetjük a különbséget. Ehhez *Kontur – Koris – Winter: Hidrológiai számítások (1993.)* c. munkája (röviden *KOKOWIN*) nyújt segítséget. A mű 186. oldalán a szabad vízfelszín párolgására ad meg sokéves átlagos értéket országos térképpel, mely jellemzően a síkvidéki területekre jellemző. A térképet az 23. *ábra* mutatja, ahol a vonalkázott, hegyvidéki területek párolgásának becslésére az idézett műben megadott korrekció szükséges. Az ábrán jól látható, hogy a vizsgált területen a vízfelület párolgása átlagos esetben mintegy 870 - 880 mm/év. Azonban a párolgást a víz hőfok nagy mértékben befolyásolja, a nagyobb mélységű tavak párolgása az átlagosnál akár 10 - 20 %-kal is alacsonyabb lehet (*KOKOWIN*, 1993).



23. ábra: A párolgás sokévi átlagértéke a KOKOWIN (1993) nyomán

A korábban idézett mű 200. oldalán a területi párolgásra ad meg sokéves átlagos értéket szintén országos térképpel, melyet az 24. ábra mutat. A térképen egyértelmű, hogy a vízgált területen az evapotranszpiráció értéke mintegy 520 - 550 mm/év. A bányatavak többletpárolgását így a kettő különbsége adja, mely 340 - 350 mm/év.



24. ábra: A területi párolgás sokévi átlagértéke a KOKOWIN (1993) nyomán

Ha figyelembe vesszük azt, hogy a vízfelszín párolgása a nagyobb mélységű bányatavak miatt az átlagosnál alacsonyabb, egy becsült, körülbelül 10 %-os csökkentéssel, nagyjából 800 mm/év értékkel becsülve a különbség már csak 250 mm/év lesz. Tehát a szabad vízfelszín többletpárolgása a fedett felülethez képest úgy 250 - 300 mm/év-re becsülhető.

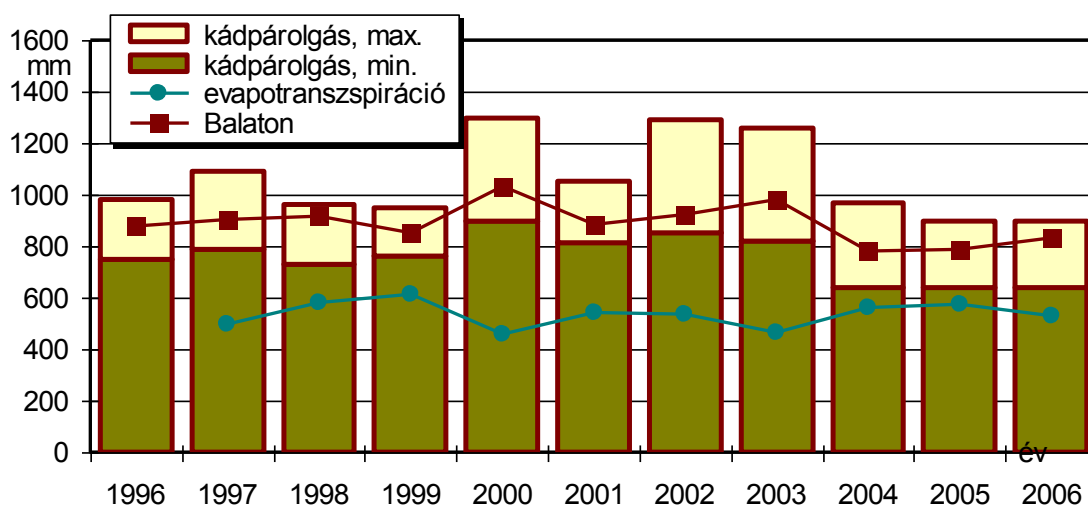
4.3.3 A referencia-időszak országos párolgás-adatai *Vízrajzi Évkönyvek* alapján

A párolgás vizsgálatának mások lehetősége a csapadékhoz hasonlóan az 1996 – 2006. referencia-időszak adatainak elemzése, melyeket a 14. táblázat és 25. ábra foglal össze. A szabad vízfelszín párolgását a *Vízrajzi Évkönyvek* kádpárolgási adatai alapján jellemeztük. Összehasonlításképp feltüntettük a körülbelül 3,3 m átlagos mélységű *Balaton* tényleges párolgási értékeit is, melyet *Közép-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság* által évente kiadott balatoni vízmérleg alapján adunk meg (*Kravinszkaja – Fejér, 1996 – 2006*). A táblázat tartalmazza továbbá a területi párolgás (tényleges evapotranszpiráció) országos átlagait is, mely valójában fedett felületen a talajvíz és a növényzet együttes párolását jelenti.

14. táblázat: Párolgás, mm

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
kádpárolgás, min.	750	790	730	760	900	810	850	820	640	640	640
kádpárolgás, max.	980	1090	960	950	1300	1050	1290	1260	970	900	900
Balaton	875	906	919	851	1033	887	922	982	778	790	832
evapotranszpiráció	-	495	582	610	461	544	533	466	560	571	530

A korábban is említett tapasztalatok szerint a bányatavak hőmérséklete a nagyobb mélység miatt a *Balatonénál* általában alacsonyabb, mely különösen nyáron a párolgást mérsékeli. Így tényleges párolgásuk ezek alapján a *Balaton* párolgásánál kisebbre – a kádpárolgás alsó határának közelébe – tehető. Összevetve mindezeket a tényleges evapotranszpiráció országos átlagaival, a szabad vízfelszín többletpárolgása a kettő különbségeként, 250 – 300 mm-re becsülhető, mely nagyjából megegyezik az előző becsléssel.



25. ábra: Párolgás, 1996 – 2006.

4.3.4 A referencia-időszak pestszentlőrinci párolgás-adatai

A vizsgált területhez legközelebb eső állomás Budapest – Pestszentlőrinc, melynek havi párolgási adatait a *Vízrajzi Évkönyv* alapján a 4.4 melléklet tartalmazza a referencia időszakra. Ennek első éve azonban hiányzik, mivel az *Évkönyv* 1996. évi kötetet erre az állomásra nem ad meg párolgást. A havi értékek áprilistól októberig (7 hónap) mérésből származnak, novembertől márciusig (5 hónap) pedig számítottak.

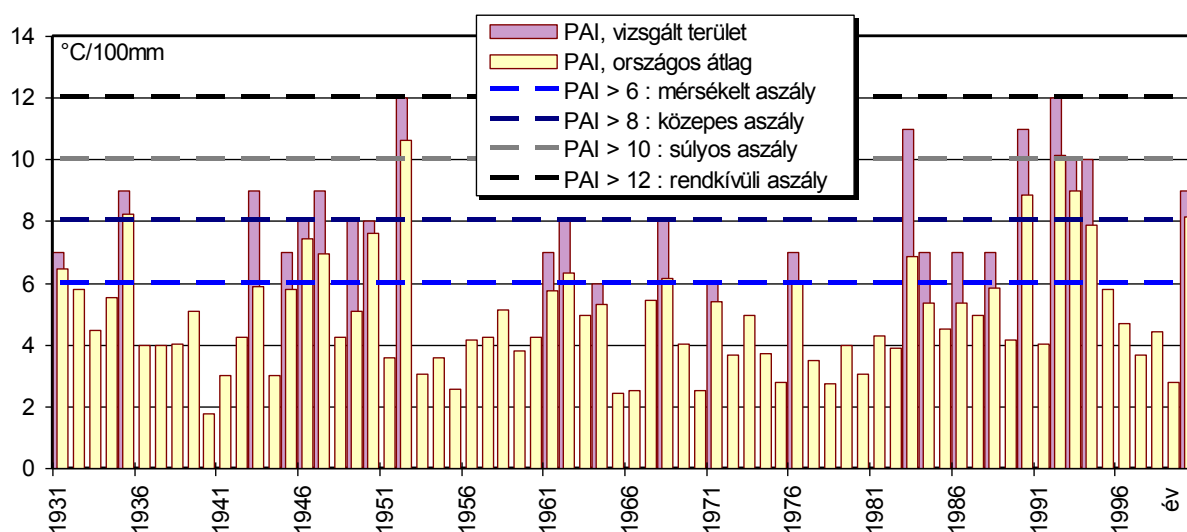
Az ábráról jól követhető a párolgás éves menete, mely az előző pont csapadékainak ellentettje, így jól kijelöli a szárazabb és nedvesebb időszakokat.

Az állomás évi párolgás-összege a vizsgált 10 év átlagában 1015 mm, mely a 14. táblázat maximális kádpárolgási értékeivel van összhangban. A vizsgált időszak évi párolgás-összegeinek maximuma több, mint 1250 mm (2000), minimuma pedig 850 mm (1999. és

2005.). A nyári hónapok megnagyobb párolgása 250 mm (2000 június), mely egy átlagos év negyede, míg a legkisebb nem éri el a 100 mm-t, mely egy átlagos év tizede.

4.4 ASZÁLYOSSÁG

Az utóbbi időben egyre gyakrabban alkalmazott jellemző, a *Pálfai*-féle aszályindex alapvetően a csapadéktól és a párolgást leginkább befolyásoló hőmérséklettől függ. Attól függően, hogy meghatározásához hány mérőállomás adatait vesszük figyelembe, megadható kisebb térségre vagy akár az egész országra is. Ezen utóbbit adja meg *Pálfai* (2002.) az 1931 – 2000. időszakra, melynek értékeit az idézett mű nyomán a 4.5.1. melléklet tartalmazza, és grafikusan 26. ábra foglalja össze. Az ábrán a Szerző definíciói alapján feltüntettük az aszályossági kategóriákat is.



26. ábra: A *Pálfai*-féle aszályindex, 1931 – 2000

Ezek alapján aszályosnak tekinthető az olyan esztendő, amikor az index értéke bármely vizsgált mérőállomáson meghaladta a $PAI = 6 \text{ °C}/100 \text{ mm}$ határértéket. A Szerző értékelése szerint a vizsgált időszakban 32 aszályosnak tekinthető év fordult elő, mely a vizsgált időszak 46 %-a. Ezen évekre adott az aszályindex országos eloszlása is, melyeket fent idézett mű ábrái nyomán a 4.5.2. – 4.5.3. mellékletek mutatnak. Az ábrák segítségével az aszályos években becsülhető jelen vizsgált terület évenkénti aszályindexe is, melyet a 4.5.1. melléklet is megad. A becsült értékeket az 26. ábra szintén tartalmazza.

Ezek alapján megállapítható, hogy a vizsgált térségben az országosnál ritkábban, 24-szer, a vizsgált időszak 34 %-ában fordult elő aszály. Az index becsült értéke azonban az országos átlagnál minden esetben magasabb. Külön figyelmet érdemel, hogy az utóbbi időben a szoros egymást követő aszályos évek száma megnőtt.

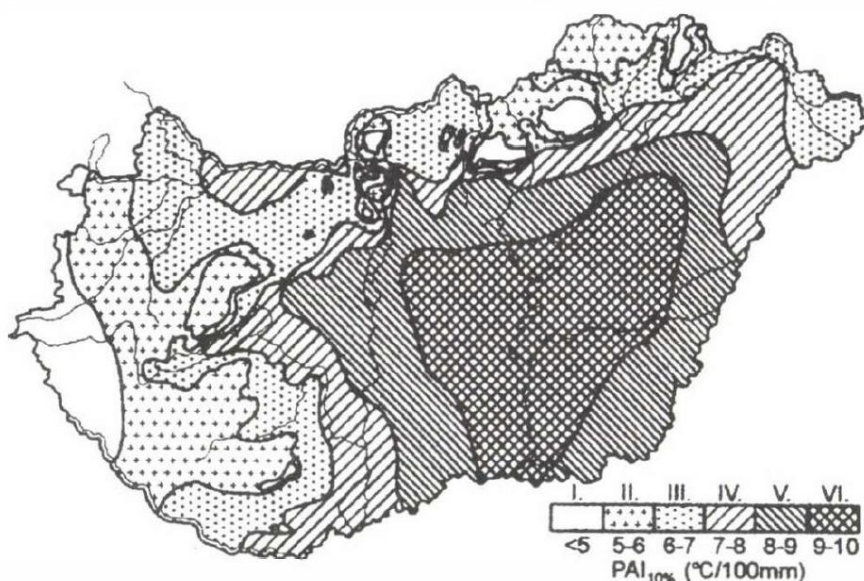
Fentiek alapján, a jelenség gyakoriságát és egyéb tényezőket is figyelembe véve szerkesztette meg Szerző az ország aszályossági zónáinak térképét, melyet a 27. ábra mutat. Itt a $PAI_{10\%}$ a 10 %-os előfordulási valószínűségű, 10 éves visszatérési idejű aszályt jelenti. Azon területeken, ahol ennek értéke $PAI_{10\%} < 5$ a térség aszálymentes, a többi kategóriát a 15. táblázat mutatja.

15. táblázat: Aszályossági zónák

aszályossági zóna	határérték
I. aszálymentes	$PAI_{10\%} < 5$
II. enyhén aszályos	$5 < PAI_{10\%} < 6$
III. mérsékeltén aszályos	$6 < PAI_{10\%} < 7$
IV. közepesen aszályos	$7 < PAI_{10\%} < 8$
V. erősen aszályos	$8 < PAI_{10\%} < 9$
VI. nagyon erősen aszályos	$9 < PAI_{10\%} < 10$

Az ábra és a táblázat alapján megállapíthatók hogy a vizsgált terület az V – VI. zónába tartozik, azaz a térségben 10 %-os előfordulási valószínűséggel – azaz tízévente – erős vagy na-

gyon erős aszály várható.



27. ábra: Magyarország aszályossági zónái

4.5 ÖSSZEFOGLALÓ MEGJEGYZÉSEK

Az előzőekben vizsgáltakat összegezve a térség csapadékvizszo-nyait tekintve a következők álla-
píthatók meg:

- a vizsgált 15 állomás alapján a referencia időszak területi átlagos csapadékösszege 567 mm, mely mintegy 30 mm-rel magasabb, mint a térségre számított 1961 – 1990. évi (30 éves) átlag;
- a referenciaidőszak legnagyobb csapadéka 851 mm (2005. Érd), melynél magasabb csa-
padékösszegek akár az időszak előtt, akár után a kunpeszéri és vecsési hosszabb időso-
rokban többször is előfordulnak, pl. 2014. Vecsés 995 mm;
- a referencia időszak legalacsonyabb csapadékösszege 302 mm (1997. Bugyi), melynél
számottevően kisebb csapadék az 1983-as 301 mm (szintén Bugyi) kivételével sem koráb-
ban, sem későbbben nem fordult elő;
- fentiek jól illeszkednek a *Tájéktaszter 1.1.21. Csepeli-sík* kistáj északi és középső részére
megadott 530 – 550 mm-es évi csapadékösszegéhez;
- a hosszú idejű adatsorok vizsgálata nyomán úgy tűnik, hogy a szélsőségek – különösen a
nagy csapadék – előfordulása az utóbbi időben gyakoribbá vált;
- növekedtek a nyári félév csapadékösszegei, melyek azonban nem nedvesebb időszakokra
utalnak, hanem egy-egy intenzív zápor hatására, melyből egy nap alatt akár havi csapa-
dékösszegnek megfelelő mennyiség is lehetséges.

Párolgás tekintetében az alábbiak a főbb megállapítások:

- a szakirodalom sokéves átlagos adatai alapján a térségben a szabad vízfelszín többletpá-
rolgása a fedett felülethez képest, azaz az evaporáció és az evapotranszpiráció különbsé-
ge évi 250 -300 mm;
- hasonló értékkel becsülhető a referencia időszakban az evaporáció és az
evapotranszpiráció különbsége;
- a párolgás évi összege a közeli Pestszentlőrinc állomáson a referencia időszakban 1015
mm volt, mely inkább a Balaton párolgásához közeli;
- a térség a *Tájéktaszter (1990)* szerint az ország vízhiányos területei közé tartozik, a sok-
éves átlagban a csapadék és a potenciális evapotranszpiráció különbsége negatív, mint-
egy 120 mm/év.

Végül a Pálfi-féle aszályindex hosszabb idősorának elemzése alapján a fontosabb kijelen-
tések:

- egy 70 éves időszak adatai alapján megállapítható, hogy a térségben az országosnál ritkábban fordul elő aszály;
- ezekben az években azonban az aszályindex az országos átlagnál minden esetben magasabb;
- a vizsgált terület az V – VI. zónába tartozik, így a térségben mintegy tízévente erős - nagyon erős aszály várható.

5 FELSZÍNI VIZEK

5.1 FOLYÓK ÉS CSATORNÁK

A vizsgált térség legfőbb vízfolyása a Ráckevei (Soroksári)-Duna (RSD), melyet felülről a megújítás alatt álló Kvassay-zsilip, alulról a tassi zsilip szabályoz. Az Dunaág korábbi *Üzemelési szabályzata* (1976.) normál illetve rendkívüli üzemállapot esetén *Tassnál* a 16. táblázatban megadott szinteket írja elő, míg a jelenlegi *Üzemelési szabályzat* (2019.) előírásait a 17. táblázat tartalmazza. Ez azonban a nemrég Tasson átadott, *Sajó Eleméről* elnevezett többfunkciójú vízleeresztő műtárgy próbaüzemét követően esetleg kismértékben változhat.

16. táblázat: Az RSD korábbi tassi vízszintje, m B.f.

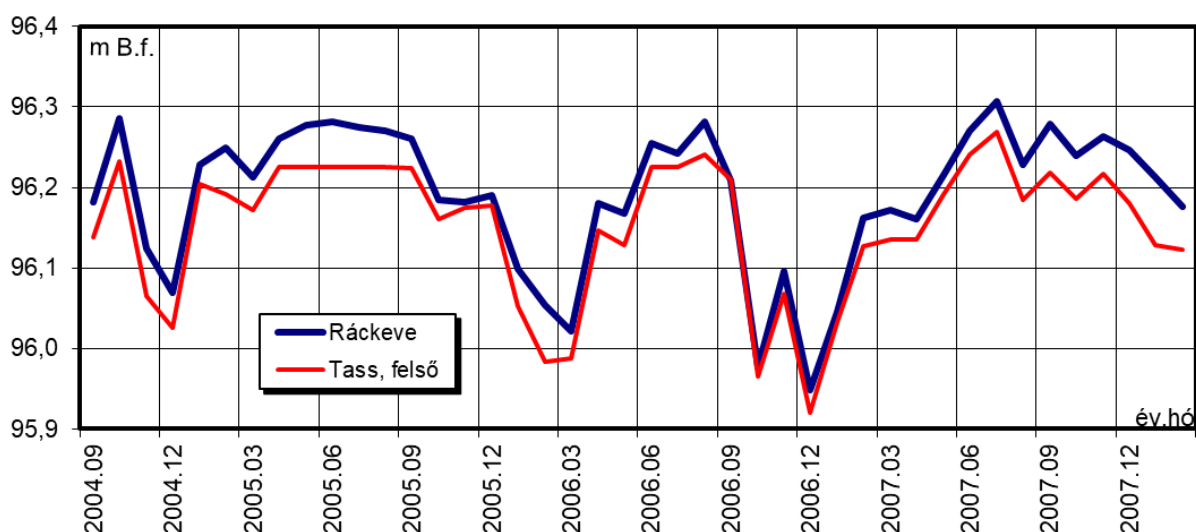
üzemállapot	Z _{Tass}
rendkívüli kisvíz	95,82
téli időszak	95,92
öntözési max.	96,22
öntözési min.	96,07
belvizes	95,67
rendkívüli nagyvíz	96,47

17. táblázat: Az RSD jelenlegi tassi vízszintje, m B.f.

sz.	időszak	üzemmód		Tass ÜV. szint, m B.f.
		je-le	neve	
1	IV.1 - IX. 30	N1	vegetációs időszak	96,23
2	X.1 - III. 31	N2	vegetációs időszakon kívül	96,13
3	elrendelés szerint	B1	belvízi	95,67
4	elrendelés szerint	B2	belvíz + árvíz egyszerre	95,78
5	elrendelés szerint	R1	árvíz	96,23
6	OMIT elrendelés szerint	R2	kisvíz	96,23
7	-	R2	ideiglenes túlemelés	96,33
8	-	R4	előürítés	idényfüggő

Mind a korábbi, mind a jelenlegi üzemrend a 95,67 m B.f. minimális szint mellett mintegy 70 – 80 cm vízszintingadozást enged a hidrológiai helyzet függvényében. Az RSD kis esése miatt ezen szintek a vizsgált térségben legfeljebb mintegy 5 – 10 cm-rel lehet magasabbak (Thesis, 1998).

Fentieket igazolja a *Vízügyi Adatbank* alapján a 2004. IX. - 2008. II. időszak vízszint-idősora is. A ráckevei és a tassi felvízi vízszintek napi idősorát az 5.1.1. melléklet mutatja, a havi átlagokat az 5.1.2. melléklet foglalja össze és a 28. ábra szemlélteti. A korábbi számítások (Thesis, 1998), valamint jelen ábrák és táblázatok alapján - a csekély tartósságú rendkívüli üzemállapotok figyelmen kívül hagyásával - megállapítható, hogy a térségben az RSD szintje a vizsgált térségben egy 30 - 40 cm-s sávban 96,0 – 96,40 m B.f. között ingadozik.



28. ábra: Havi közepes vízszintek az RSD alsó szakaszán

A térségben több kettős működésű csatorna üzemel, melyeknek mind a vízszintje, mind pedig több esetben a vízzállítás iránya is a hidrológiai helyzetnek és az igényeknek megfelelően változtatható. Ezen csatornák és vízszintszabályozó műtárgyaik igen összetett vízkormányzási rendszer alkotnak. Ennek az összetett rendszernek a működését elemzi Galambos (2019.) munkája, mely nyomán az áramlási viszonyokat az 5.1.3. melléklet öntözési időszakokra, míg az 5.1.4. melléklet belvizes időszakokra foglalja össze. Az összetett rendszer két legfontosabb eleme a Duna-Tisza - csatorna (DTCS) és a távolabb első Duna-völgyi-főcsatorna (DVCS).



29. ábra: A DTCS Sári térségében

A DTCS, melynek Sári környéki szakaszát a 29. ábra mutat, közel 40 km hosszú regionális jelentőségű, kettős működésű főmű, áramlási iránya az 5.1.3 – 5.1.4. mellékletek szerint belvízelvezetés illetve vízpótlás esetén eltérő. Szintjeit több helyen, például az Alsónémedi I. bányató szintjével párhuzamosan észlelik. Ebből egy rövidebb időszakot az 18. táblázatban foglaltunk össze. Jól látható, hogy a csatornaszintek a szabályozásnak köszönhetően kiegyenlítettek és jól illeszkednek a DVCS Sári zsilipjének (30. ábra) a szintjeihez is, melyet a Vízügyi Honlap (www.vizugy.hu) Operatív vízállások címmel tesz közzé.

18. táblázat: A DTCS szintjei, m B.f.

év	1999	2000	2001
max	95,30	95,37	95,35
átl.	95,24	95,24	94,15
min.	95,12	94,90	92,60

A DVCS a vizsgált terület keleti-délkeleti határát jelenti. Tovább, helyi jelentőségű csatornák többek között az I. (Dömsödi)-árapasztó, a Szittyó-csatorna, a XXX.-csatorna, a XXIV. (Buggy)-csatorna és a XXXI. (Apaji)-csatorna. A csatornák legtöbbje teljes hosszában vagy egy-egy szakaszán a DTCS-hez hasonlóan kettős működésű, váltakozó áramlási iránnyal. Mindezek szabályozására több zsilip (pl. az Ürbői-, Borzasi-, Kunpeszéri-zsilipek) valamint szivattyútelepek (pl. Szunyogi-, Dömsödi-szivattyútelep) létesültek. Mindezek jól követhetők az 5.1.3. - 5.1.4. mellékletek ábráin is.



30. ábra: A Sári zsilip

5.2 BÁNYATAVAK JELLEMZŐI

A vizsgált térségben az elmúlt időszak kavicsbányászatának köszönhetően több, számottevő területű bányató alakult ki. A jelenlegi állapotot az 1. ábra mutatja, míg az elmúlt 20 év fejlődését a Google Earth nyomán az 5.2.1 – 5.2.11. mellékletek mutatják. A kétvétenként készült felvételeken jól látható, ahogy az egyes területeken a növényzettel fedett – általában zöld - területekből először letakarított – sárgásabb – terület lesz még talajvízszint fölötti kitermeléssel, majd megjelenik a vízfelület. Így lesz egyre kiterjedtebb például a Kiskunlacházát Bugyival összekötő út mentén kialakult, több bányatavat is magába foglaló tórendszer, vagy a délegyházi, régóta

felhagyott, jelenleg üdülőtóként működő bányatótól délre eső tórendszer is.

A térségben várható további folyamatok becsléséhez az *MBFSZ térképszer*
Ásványinyersanyag-katasztere ad támpontot, melyet az 5.2.12. *melléklet* tartalmaz.

Az *MFGI 2012-es* illetve 2015-ös nyilvántartása alapján a térségben közel 70 megállapított bányatelek található, melyek legfontosabb paramétereit az 5.2.13. *melléklet*, elhelyezkedésüket az 5.2.14. *melléklet* tartalmazza.

A környező bányatavak jelentőségét egyrészt a méretük és a fejlesztési területhez való közelségük adja, másrészt a fellelhető megbízható vízszintészlelés. A tavakat az ábrán is jól követhető elhelyezkedésük szerint öt csoportba rendezve vesszük figyelembe az alábbiak szerint:

I. az északi részen, a DTCS közelében elhelyezkedő tavak:

Működő és felhagyott bányatavak *Taksony, Dunaharaszti, Alsónémedi* térségében, melyek közül kiemelendő *Dunaharaszti II.* mintegy 25 - 30 ha területtel.

II. Dunavarsány környéki tavak:

Néhány felhagyott (pl. *Rukke*-tó) és főként működő és bányák (pl. *Dunavarsány II, III, Majosháza I, II.* stb.), melyek közül több esetben a bővítés folyamatban van.

III. Délegyháza és környéke bányatavai:

A jól ismert délegyházi üdülőtó, melyet több évtizedes működés után hagytak fel, az egyik legjelentősebb tó a térségben, több, mint 200 ha területtel. Ennek mintegy fele az üzemelő *Délegyháza II.* A további tavak, tórendszerek ennél lényegesen kisebbek.

IV. Bugyi környéki tavak:

Ez a csoport elszórtabb tavakból áll, melyek a települést szinte körbeveszik. Közülük kiemelhető az északi részen *Bugyi IX*, míg a déli részen *Bugyi V.* számos tava.

V. Kiskunlacháza - Apaj bányaterületei:

Itt számos kisebb - nagyobb tó igen közel fekszik egymáshoz, gyakorlatilag összefüggő tórendszert alkotnak. A rendszer kiemelendő tagja *Kiskunlacháza II*, mely 146 ha területtel az egyik legnagyobb a térségben.

Jelen vizsgált bányaterületen a *Délegyháza II.*-homok, kavics védnevű bányatelek eredetileg 1975-ben létesült, melyet többször módosítottak. Így 2004-ben megosztották *Délegyháza II.*-homok, kavics és *Majosháza III.*-homok, kavics bányatelkekre. Ezután 2008 - 2009-ben *Délegyháza II.*-homok, kavics bányatelek tovább osztódott, *Délegyháza XIX.*-homok, kavics *Kiskunlacháza XIX.*-homok, kavics, *Kiskunlacháza XX.*-homok, kavics és *Kiskunlacháza XXI.*-homok, kavics bányatelkekké. Az 5.2.13. - 5.2.14. *mellékleteken* is ez szerepel. Jelenleg folyik a három kiskunlacházi bányatelek összevívása *Kiskunlacháza XXVI.*-homok, kavics néven. Hasonló átalakítások egyéb bányák esetén is előfordultak. A továbbiakban – egyéb nem igényli – a munka kezdésekor érvényes, három külön bányatelek elnevezését használjuk.

Az 5.2.1. - 5.2.11. *mellékletek* szerint folytonosan változó tavak méreteit légifelvételek alapján vettük figyelembe. Több tó rendszeres, heti vízszintészlelésre kötelezett, melyek közül néhány esetben rendelkezésünkre áll hosszabb-rövidebb vízszint-idősor. Ezek évi átlagos illetve szélső értékeit az 1997 – 2015. időszakra az 5.2.15. *mellékletben* adjuk meg, és az 5.2.16. *melléklet* szemlélteti. Kiemelten kezelünk három közelebbi tavat, melyek szintjeit a 2007. január – 2015. szeptember időszakra a 19. *táblázatban* foglaltuk össze, és a 31. *ábra* szemléltet. A táblázatokban és az ábrákon az egyes bányatavak elnevelése az adott észlelés idején érvényes név.

A táblázatokban mind a teljes, mint pedig a csonka éves átlagokat feltüntettük. Teljes évnek tekintettük az 52 heti észlelésen túl azon esetet is, ha az évnek legalább 80 %-ában rendelkezésünkre állt adat, míg ennél kevesebb adat esetén az évet csonkának tekintettük. A 80 %-os hátrát az indokolja, hogy téli időszakban, ha a tavakat egybefüggő jég borítja, az észlelés szünetel. A csonka évi átlagokat a táblázatokban *dőlttel* jelöltük.

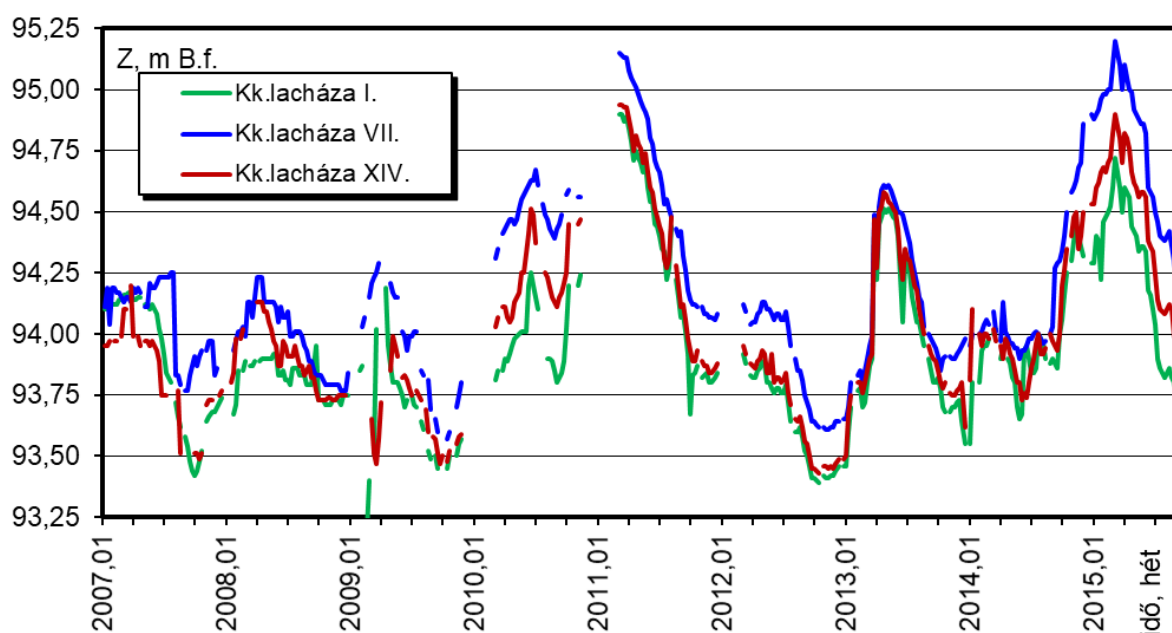
Megvizsgálva az 5.2.15 - 5.2.16. *mellékletek* táblázatának és ábrájának vízszint-idősorait, a görbék négy jellemző csoportra oszthatók, mely különösen az első időszakban figyelhető meg jól. Az elsőt egyedül a *Dunaharaszti II.* adja, mely a DTCS északi oldalán helyezkedik

el, míg a többi a csatornától délre. A következő csoportot az északabbi tavak (Áporka, Délegyháza II. két tava, Dunavarsány II. és III, Majosháza I.) alkotják, a harmadikba a középső Délegyháza III. és IV. valamint Bugyi VI. tartozik. A végül a negyedik csoportot a legdélebbi terület, Apaj I., Kiskunlacháza VII, XI, XII, Bugyi VII. valamint a DTCS déli partján Alsónémedi VI. alkotja.

19. táblázat: Kiskunlacházi tavak szintjei, m B.f.

év	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Kiskunlacháza I.									
max.	94,17	93,95	94,20	94,38	94,90	93,92	94,51	94,45	94,72
átl.	93,89	93,81	93,69	94,01	94,31	93,65	93,99	93,97	94,24
min.	93,42	93,67	93,20	93,80	93,67	93,39	93,46	93,55	93,76
Kiskunlacháza VII.									
max.	94,25	94,23	94,29	94,72	95,15	94,13	94,61	94,90	95,20
átl.	94,06	93,98	93,95	94,51	94,57	93,89	94,14	94,15	94,76
min.	93,77	93,77	93,57	94,31	94,06	93,61	93,65	93,90	94,23
Kiskunlacháza XIV.									
max.	94,20	94,13	93,99	94,62	94,94	93,95	94,58	94,85	94,90
átl.	93,83	93,89	93,70	94,26	94,36	93,69	94,05	94,05	94,47
min.	93,49	93,73	93,47	94,03	93,84	93,43	93,50	93,73	93,96

Jól látható, hogy valamennyi csoportba hasonló jellegű görbék tartoznak, a szintek azonban északról dél felé csökkennek. A dunaharaszti tó szintje a dunavarsányi tavak szintje fölött közel 3 m-rel húzódik. Ezen, második csoportbeli tavak szintjei mintegy 1,5 m-rel magasabb és a vízjátékuk is talán egy kicsit kiegyenlítettebb, mint a harmadik csoporté. Ezen utóbbi hatás valószínűleg annak köszönhető, hogy a talajvizet tápláló, gyakorlatilag állandó szintű RSD távolsága itt kisebb, befolyása viszont nagyobb, mint a folyótól távolabbi Délegyháza III. és IV. területeknél. Ezt látszik igazolni Délegyháza II. két tavaának a vízjárása is, mely 2006. tavaszán a dunai árvíznek megfelelően igen magas szinteket mutat. Ez a szintemelkedés a távolabbi, negyedik csoport (kiskunlacházi tavak) esetén is megfigyelhető, azonban lényegesen kisebb mértékben. Ezen tavak adatsorai az előző szintek alatti értékeket mutatnak, az eltérés a vizsgált periódus első felében mintegy 0,5 – 1,0 m, mely idővel csökken.



31. ábra: Kiskunlacházi bányatavak vízszintjei

A három kiemelt kiskunlacházi tó utolsó néhány évének szintjei esetén (19. táblázat és 31. ábra) a fentiekhez hasonló vízszintingadozás figyelhető meg, mely feltehetőleg az időjárási

szélsőségeket követi.

A tószintek alakulása szorosan összefügg a csapadékviszonyokkal is (4.2. pont). Például csapadékosabb 1998 - 1999. évek hatása időben eltolódva, 1998. második félévétől kezdődően jelentkezik a tóvízszintek emelkedésében is. Hasonlóan jól követik a tavak szintjei a szárazabb, 2003-as időszakot, melyek azonban egy csapadékosabb második félév hatására mintegy 0,5 – 1,0 m-t emelkednek. Végül a 2010. évi vízszintemelkedés is a csapadékosabb, belvizes időszaknak köszönhető, míg az azt kövöző süllyedés a száraz 2011-es évnél. A 2013-as emelkedés az év eleji nagy csapadéknak és az emlékeztető dunai árvíznek is köszönhető. A 2013 – 14-es szárazabb időszakot követő 2014. őszi csapadék hatása, majd a 2015. száraz nyara is megmutatkozik az ábrákon.

Természetesen a tószintek alakulásában szerepet játszanak még egyéb tényezők is. Csapadékosabb időszakban a párolgás is kevesebb, valamint a haszonnövények öntözési igénye is csökken vagy szükségtelenné válik. Tehát a területre jutó nagyobb mennyiségű csapadék mellett a vízhasználatok, vízvesztések is csökkennek.

5.3 ÖSSZEFOGLALÓ MEGJEGYZÉSEK

Összefoglalva a térség felszíni vizeinek – Dunaág, csatornák, tavak – főbb jellemzőit, az alábbiak emelhetők ki:

- Az RSD, illetve a nagy csatornák (DTCS, DVCS) üzemi vízszintje nagy tartóssággal a 94,5 – 96,6 m B. f. tartományban ingadozik.
- A kisebb, gyakran kettős működésű csatornák üzemi vízszintjei olyan tartományban változtathatók, hogy az áramlási irányuk a megfelelő vízkormányzási művekkel (zsilip, szivattyútelep) megfordítható.
- A térségben üzemelő illetve felhagyott bányatavak összterülete meghaladja az 1500 ha-t.
- A Dunaág, illetve a nagyobb csatornák közelében levő bányatavak szintje kiegyenlítettebb, vízjátékuk a vízfolyásokéhoz hasonló.
- A térség déli részen levő bányatavak szintjei lényegesen jobban mutatják a külső, hidrometeorológiai hatásokat.

6 TALAJVÍZVISZONYOK

6.1 A TÉRSÉG ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A vizsgált térség talajvízjárását a hidrometeorológiai jellemzőkön túl az 1. ábra tanulsága szerint egyrészt a szabályozott szintű RSD, másrészt a Gödöllői-dombság irányából származó északkelet - délnyugati irányú háttáráramlás befolyásolja. Maga a térség *Vízföldtani Atlasz* (1961) 21. sz. térképe (*Magyarország vízföldtani tájegységei, M 1:1000000*) szerint a 44. sz. Duna balparti törmelékkúp része, határos a 41. sz. Budapest – kecskeméti árok tájegységgel. A térkép kivágatát az 1.2.1. melléklet mutatja.

A térség talajvízviszonyaival az elmúlt időszakban több kutató is foglalkozott, hiszen egy különös figyelmet igénylő területtel, a Duna-Tisza közti homokhátsággal határos. A korai munkák közül kiemelendő *Rohringer Sándor* tevékenysége az 1930-as évekből, mely nemcsak kutak telepítésére, hanem az észlelt szintek részletes értékelésére is kiterjedt. Az 1933-ban közzétett talajvíz szintvonalas térképét egy 1932 októberi állapotra a 6.1.1. melléklet adja meg. 1936-ban egy 1934. évi minimumot mutat be, melyet a 6.1.2. melléklet szemléltet. Mindkét melléklet nagyobb területet vizsgál, az egyik a Duna-völgy Budapest alatti részét egészen Bajáig, míg a másik a teljes Duna-Tisza között. A második munka azonban egy Ráckeve – Dabas metszetet is közöl, mely 6.1.3. mellékletben látható. Összevetve mindezeket *Rónai* (1961.) munkájával, melyet a 4. ábra is mutat, megerősítik a korábbi megállapításokat, mely szerint térségben jellemzően északkelet-délnyugati irányú háttáráramlásra lehet számítani.

A talajvíz felszín alatti mélységét is több forrás mutatja. Ezeket a 6.2. mellékletben gyűjtöttök össze. A 6.2.1. melléklet szintén *Rohringer* (1936.) munkája, még a kavicsbányászat térségi megjelenésének igen kezdeti időszakából, így még szinte természetes állapotnak tekinthető.

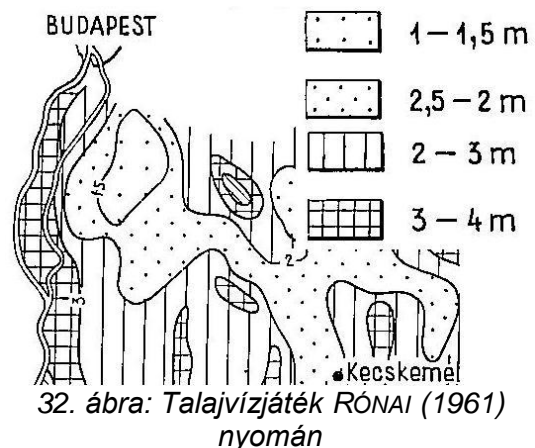
A második *Rónai* (1961.) munkája, mely térséget az 1933 – 1960. időszak adatai alapján elemezte. A munka M 1:200 000 méterarányban közli az Alföldön a talajvíztükör felszín alatti mélységét is, melynek a vizsgált területet bemutató részét a 6.2.2. melléklet mutatja. Az ábra feltűnteti a szerkesztés során egyebek mellett felhasznált talajvízszint-észlelő kutak akkori számát is, melyet a 6.3.1. melléklet a kút jelzőszámaként ad meg. A méterenkénti színekódot alkalmazó ábrán jól látható, hogy a felszín alatti mélység Bugyi térségében a legmagasabb, 1 – 2 m körüli, töle nyugatabbra, az RSD irányában csökken, elérheti a 3 – 4 m-t is.

A harmadik térkép *Kuti* (1973.) igen részletes munkája, mely a vizsgált térségünk keleti részére fókuszál. A térképet a 6.2.3. melléklet mutatja. Szintén *Kuti* (2002) elemzi a Duna-Tisza közti hátság talajvízviszonyait, mely térképek érintik a vizsgált területünket is.

Végül az MBFSZ térképszerver Magyarország talajvíztérképe címmel teszi közzé a legfrissebb feldolgozást, melyet a 6.2.4. melléklet mutat.

A mellékletek összevetéséből jól látszik, hogy az elmúlt közel 100 évben a talajvíz felszín alatti mélysége számottevően nem változott. Bár a munkák között van részletesebb, mely néhol lokális hatásokat is mutat, és van átfogóbb, mely nagyobb térségeket vizsgál, jellegében és nagyságrendjében a vizsgált közel 100 évben alig észlelhető eltérés.

A talajvízszint ingadozását az 1933 – 1960. időszakra szintén *Rónai* (1961.) elemezte. A vizsgált időszak éppen megelőzi a szélesebb körű bányászati tevékenységet. Bár a terület zavartalannak már akkor sem volt tekinthető, azonban a természetes viszonyokat jobban megközelí-



ti. A legmagasabb és legalacsonyabb havi közepes talajvízszintek alapján szerkesztett térkép kivágatát a 32. ábra mutatja. Az ábrán jól látszik, hogy a vízjáték a vizsgált terület középső részén 1 – 1,5 m, míg a szélén a vízfolyások és csatornák közelében elérheti a 2 – 3 m-t is.

Végül megjegyzendő, hogy a *Kutatási Jelentés* szerint a feltárások idején a talajvíz átlagos szintje a vizsgált területen 94,5 m B.f. körüli volt, mely jól igazodik mind a bányatavak átlagos szintjéhez, mind a fentiekhez, mind pedig a vízrajzi törzshálózat kútjainak szintjeihez.

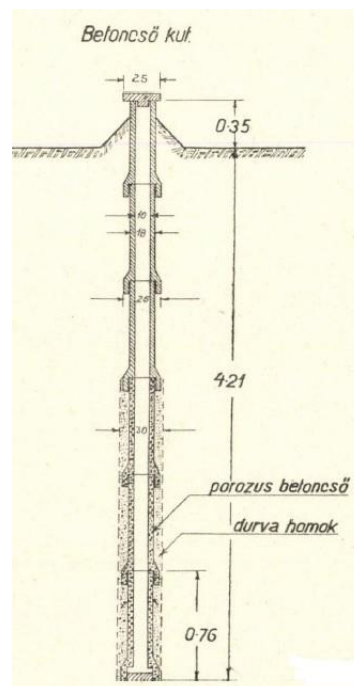
6.2 TÖRZSÁLLOMÁSOK VÍZSZINT-IDŐSORAI

6.2.1 Az adatsorok eredete és osztályozása

A *Vízrajzi Szolgálat* a tágabb térségben mintegy 60 törzsállomást üzemeltet, illetve üzemeltetett eltérő hosszúságú észlelési időtartammal. Ezen adatok a korábban megjelent *Vízrajzi Évkönyvekben*, a jelenleg nem hozzáférhető a *Vízügyi Adatbankban*, valamint a *Magyar Hidrológiai Adatbázisban* (MAHAB) fellelhetők.

Az állomások egy része a talajvízszint-észlelő hálózat kialakításával egy időben, az 1930-as években kezdte működését. Ezek a *Rohringer*-féle kutak, melyek akkori kialakítását a 33. ábra mutatja. Több ilyen kút jelenleg is üzemel (pl. 1137. Dömsöd, 1108. és 1111. Ócsa), míg néhányat fel kellett hagyni (pl. 1140. Bugyi). Ezen kutak akár 80 – 90 éves adatsorral is rendelkeznek.

A következő nagyobb kút-telepítési hullám az 1950-es évek közepétől jellemző. Ekkor létesült a vizsgált kutaknak mintegy negyede, melyek így 50 – 60 éves adatsort biztosítanak. Ekkor még a kutak észlelése adott napokon, észlelő személyzet segítségével történt. Azonban az 1990-es évektől kezdődően fokozatosan tér át a *Vízrajzi Szolgálat* az elektronikus mérő és adatgyűjtő rendszerek alkalmazására, mely folyamatos mintavételezést tesz lehetővé. Ezzel egyidejűleg folyik a kutak folyamatos felújítása, illetve szükség esetén az áttelepítés is (Kovács et al, 2004.). A működő kutak elhelyezkedését a *Vízrajzi Évkönyv* nyomán a 2. ábra mutatja. Megjegyzendő, hogy a térképen a 1137. sz. kút a ténylegesnél északabbra került.



33. ábra: A Rohringer-féle kutak metszete

Az adatsorok így az egyes időszakokban heti, heti kettő, háromnapos illetve napi észlelésből származnak. Az eltérő észlelési idők összehasonlíthatósága érdekében ezen adatokból havi közepes és szélső, valamint évi közepes és szélső vízszinteket képeztünk. Ennek során került sor a téves adatok feltárására is. Ahol egy-egy téves érték egyértelműen észlelési illetve inkább regisztrálási hibának (elírás) tűnt, azt a lehetőségek szerint javítottuk. Például egyik kút néhány hónapon keresztül nem perem alatti mélységet, hanem perem fölötti magasságot jelzett, amit egy egyszerű előjelváltással javítva az adott időszak előtti, illetve utáni adatsorba tökéletesen illeszkedő értékekké lehetett alakítani. Abban az esetben, amikor ilyen egyértelmű javítási lehetőség nem adódott, és az észlelt értékek a természetes talajvízjárással nem magyarázható idősort adtak, a bizonytalan szakaszokat külön kezeltük, illetve a további értékelésből kihagytuk. Összeadva az egyes kutak adatsorait, az értékelések mindösszesen több, mint 1700 évnyi adatsort jelentettek, melyből ilyen hibás érték csupán mintegy 10 - 15 esetben fordult elő.

Mindezek alapján az egyes kutak főbb adatait (hely, mélység, perem), a teljes észlelési időszakra a középvizet és vízjátékot, valamint a közepes kisvizet (KKV) és nagyvizet (KNV) a 6.3.1. melléklet tartalmazza. A KKV a vizsgált időszak évi legkisebb vízszintjeinek, míg a

KNV az évi legnagyobb vízszintek középértéke.

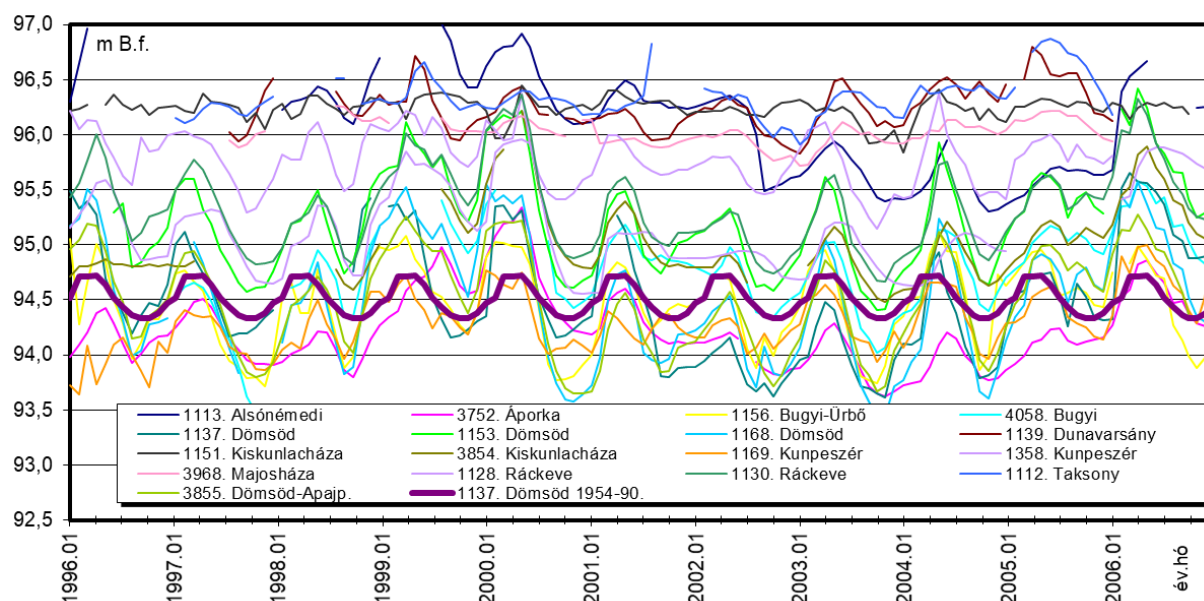
A táblázat külön színnel jelöl egyes mérőállomás-csoportokat az alábbiak szerint:

- **Zöld** jelöli azon kutakat, amelyek észlelése több, mint 25 éve megszűnt, azonban a *Vízügyi Adatbank* idősorait nyilván tartotta. A kutak legtöbbje a régebbi *Vízrajzi Évkönyvek*-ben szerepel, azonban helyük nem minden esetben, illetve nem EOVS rendszerben adott, mélységük, illetve peremmagasságuk nem mindig ismert. Ezen utóbbi esetben KÖV, a KKV és KNV is hiányzik, viszont a kettő különbsége illetve a teljes vízjáték számítható.
- **Sárga** jelöli az elmúlt 20 - 25 évben felhagyott kutakat. Ezeknek minden adata a *Vízrajzi Évkönyvekben* fellelhető, értékelésük az itt megadott időszakra teljes.
- A külön színnel nem jelölt kutak a referencia időszakban a *Vízrajzi Évkönyveinek* megfelelő kötetiben szerepelnek.
- Végül a **piros** színű kutak vízállásait a jelenleg nem működő *Vízügyi Adatbank* a referencia-időszakon túl, 2007-ig megadja. Ezek általában korábbi telepítésű kutak, legalább 40 – 70 éves adatsorokkal.
- Azon kutak esetén, melyeket a 2014-ben újra indult *Vízrajzi Évkönyv* nyilván tart, az észlelési időszak rovatban kézzel szerepel az évszám. Ha csak nyilvántartja a kutat, de adat nincs, az évszám zárójelbe került.
- A kutak koordinátái minden esetben azon legutolsó évkönyv szerinti értékek, amely évben a kútról adat állt rendelkezésre.
- Két kút (1137. és 1153, Dömsöd) esetében egy korábbi adatszolgáltatás nyomán rendelkezésünkre álltak a 2014-ig a *MAHAB* által nyilvántartott havi közepes és éves szélső talajvízszintek is. A két kutat **vastag betűvel** jelöltük.
- Ha a peremmagasság az észlelési idő alatt változott, a megfelelő rovatban több érték szerepel, esetleg a fentieknek figyelembe vételével eltérő színnel. A változtatás idejét külön nem jelöljük, de a szinteket mindig az adott időszakra érvényes peremmagassággal számítottuk.
- Végül külön jelöltünk néhány olyan kutat (pl. 4518. Dabas-Mántelek), melynek a korábban megadott pereme bizonytalan, a 2014. utáni érték azonban jelentősen más. Míg a korábbi értékkel kapott talajvízszintek azonban a környező kutak szintjeitől indokolatlan mértékben eltérnek, az utóbbi perem szerint számított értékek már elfogadható képet adnak. Ezen értékek kiemelt hátteret kaptak.

6.2.2 A referencia időszak talajvízszintjei

A referencia időszakban működő kutak közül néhány idősorát a 34. ábra mutatja. Itt külön feltüntettük 1137. Dömsöd talajvízkút havi közepes talajvízszintjeinek 1954 -1990. évekre vonatkozó átlagos értékeit is, melyet a teljes időszakra kiterjesztettünk. Ez a kút az 1930-as telepítésével a vizsgáltak közül az egyik leghosszabb észlelési idejű, így a térség vizsgálata szempontjából is alapvető. Ezért a kutat több, további, hasonló jellegű ábrán is szerepeltetjük, mely az egyes idősorok összehasonlításához adhat alapot.

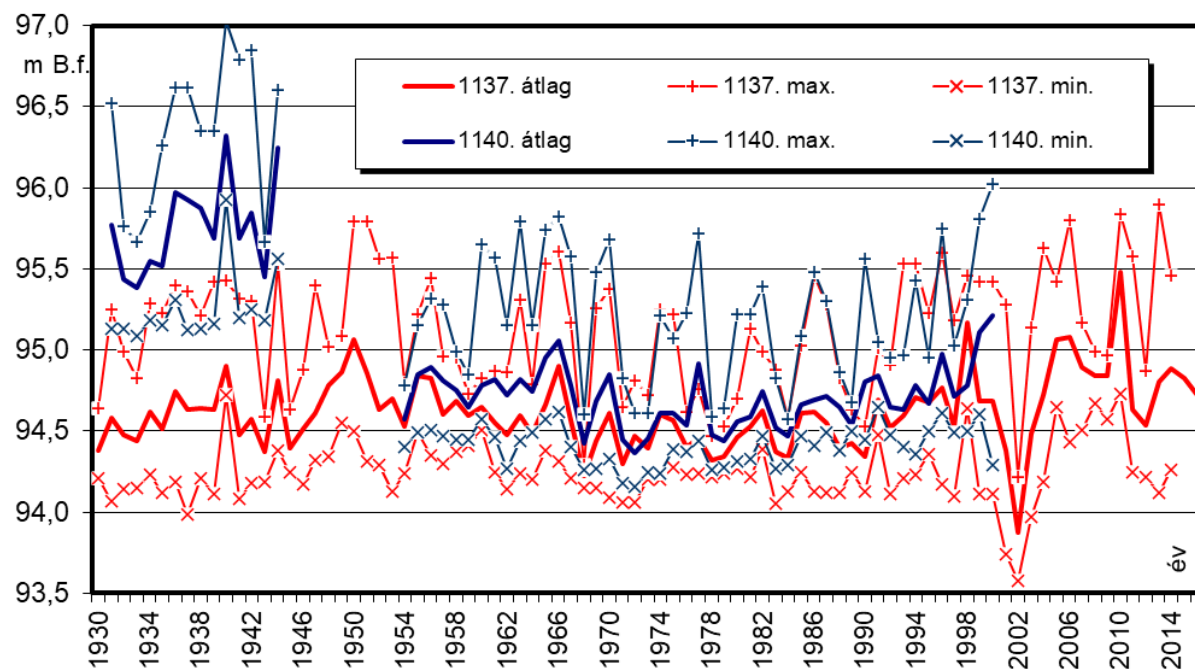
A referencia időszak kútjainak - kiegészítve a pirossal jelölt hosszú adatsorral rendelkező kutakkal - a középvízeit, valamint közepes kis- és nagyvízeit a 6.3.2. táblázat tartalmazza. Mivel ezen adatokat a modell későbbi kalibrálásához és validálásához használjuk, csak olyan kutakat vettünk figyelembe, melynek adatai többé-kevésbé hiánytalanok. Így nem vettük figyelembe az időszaknál lényegesen rövidebb észlelési idejű kutakat, legnagyobb adathiányt 2 évben szabva meg. A három állapotra a talajvízszintek becsült eloszlását a 6.3.3 -6.3.5. mellékletek tartalmazzák. Az ábrák a *Surfer* szoftverrel készültek, mely a megadott pontokra - kútszintekre - illesztett felületet a geostatistika krigelés módszerével becsüli. A vizsgálatba sem a csatornák szintjeit, sem a tószinteket nem vontuk be, így az ábrák erős közelítésnek tekinthetők, azonban így is jól láthatók a térség talajvízjárásának alapvető jellemzői.



34. ábra: Talajvízszintek a bányaterület környezetében, 1996-2006.

6.2.3 Hosszabb idősorok

A hosszabb léptékű hatásokat mutató pirossal jelölt kutak teljes észlelési időszakra kiterjedő havi közepes és évi talajvízszintjeit a 6.3.6. és 6.3.7. mellékletek mutatják. Két kút (1137. Dömsöd és 1140. Bugyi) hosszabb adatsora esetén az éves átlagok mellett a 35. ábra az adott évek havi szélső értékeit is megadja. Ez az ábra a 1137. kút jellemzőit 2016-ig közli.



35. ábra: Évi jellemző talajvízszintek, Bugyi (1140.) és Dömsöd (1137.)

A nagyobb térség hosszú idejű adatsorai (6.3.6. és 6.3.7. mellékletek, valamint a 35. ábra) feltűnő kettősséget mutatnak. A 100 m B.f. fölötti térszínen elhelyezkedő kutak (1111, 1144, és 1145.) esetén az évszakos, illetve hosszabb idejű periodicitás mellett egyértelmű a talajvízszint süllyedése. Minél magasabban fekszik a terület, annál erőteljesebb a változás. Ezen magasságot szokták a Duna-Tisza-közi Homokhátság határáként is megjelölni (Szalai et al, 2006., 2007., 2012). Így a kutak a hátsági viszonyokat tükrözik, ezekre a Délegyháza - Bugyi

– Kiskunlacháza térségében üzemelő kavicsbányák üzeme hatással nem, vagy csak igen szélső esetben, hidraulikailag nehezen indokolhatóan, többszörös áttétellel lehetséges.

A további kutak azonban a bányaterületek jellemzőit tükrözik, mivel elhelyezkedésük is kedvező. A bugyi kút Bugyi V. közelében, míg a dömsödi kutak a kiskunlacházi déli bányaterületektől mintegy 2 - 3 km távolságban, az ócsai kút pedig a DTCS északi partján, tőle illetve az ottani bányáktól 1 – 1,5 km-re található. Ezen kutak menete egy-egy jelentősebb változástól eltekintve igen kiegyenlített, tükrözik a térségre jellemző 5 illetve 10 éves periodicitást (Kovács *et al*, 2004).

6.2.4 Az idősorok főbb jellemzőinek összegzése

A korábban említett mellékletek, ábrák és táblázat alapján jól látható, hogy a bányaterületek környezetében egyes kutak (pl. 1108, 1112, 1139, 1151, stb.) vízszintjei magasabbak és kiegyenlítettebbek. Ezek az RSD-hez illetve a DTCS-hez közelebb találhatók, így inkább a vízfolyások vízjárását tükrözik. Más kutak inkább a bányatavak közelében találhatók, jobban ki téve a meteorológiai hatások okozta vízszintingadozásoknak, így azok inkább jellemzik a térséget. Ezek esetén megfigyelhető, hogy a talajvízjárás a 1137. Dömsöd kút sokéves átlagához hasonló, azonban a vízszintingadozás erőteljesebb. A tényleges vízszintek általában az átlagértékek felett haladnak, azonban a minimumok az átlagnál alacsonyabbak.

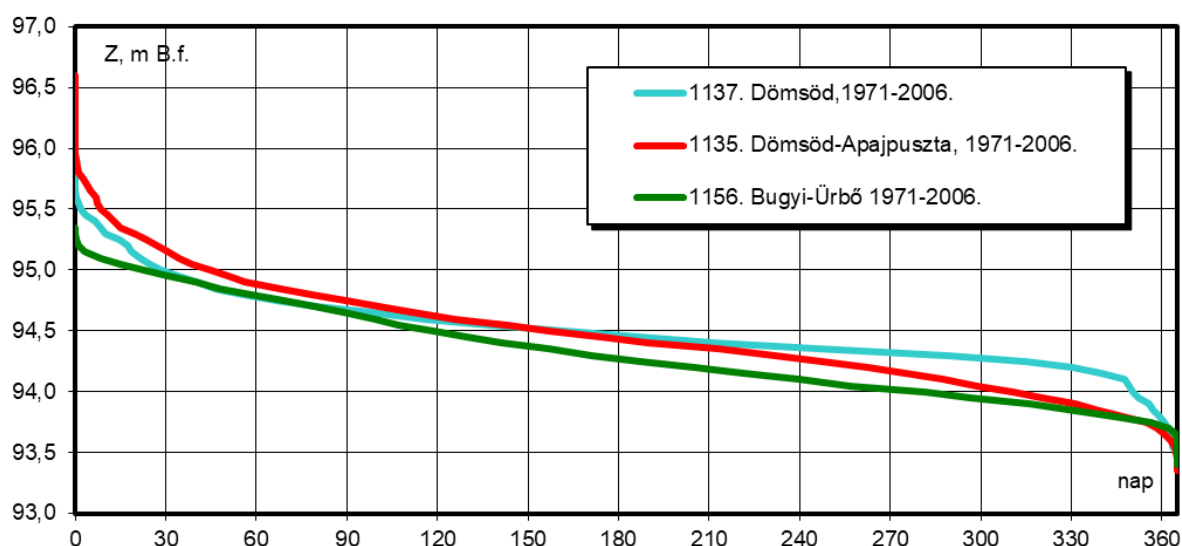
Az ábrákon jól megfigyelhetők a szárazabb időszakok (pl. 2002 – 2003.) alacsonyabb és a csapadékosabb periódusok (pl. 1999 – 2000) magasabb talajvízszintjei is. Ebben sokat segít az 1137. Dömsödi talajvízkút sokéves átlaga, melyet a 34. ábra mutat. A vízjárás azonban összességében kiegyenlített, az alacsonyabb vízszintű időszakokat egy-egy nedvesebb időszak ellensúlyozza. Ugyanakkor a szélső értékek mintha némileg távolodnának egymástól, a minimum csökken, a maximum növekszik, így a vízszintingadozás nő. Ez különösen a hosszú adatsorral rendelkező kutak esetén figyelhető jól meg. Mindez arra utal, hogy a térségre - egy-egy időszakosan vagy lokálisan eltérő értéktől eltekintve - a természetes vízszintingadozás a jellemző.

Összegezve megállapítható, hogy a térségben tapasztalható talajvízszint-ingadozást - az időszakos és lokális hatásoktól eltekintve - főként a természetes viszonyok határozzák meg.

6.3 A TÖRZSÁLLOMÁSOK ALAPJÁN SZÁMÍTOTT JELLEMZŐK

6.3.1 Talajvízállások tartóssága

A bányaterület dél – délnyugati részén három kút esetén a napi vízszintek alapján a 2006-ig terjedő időszakra meghatároztuk a szintek meghaladási tartósságát is. A kiválasztott három kút a 1137. Dömsöd, a 1135. Dömsöd-Apajpuszta, valamint a 1156. Bugyi-Ürbő. Ezen kutak – bár nem minden esetben a legközelebbiek – vízszintészlelése megbízható, az adathiány csekély, az adatsor legalább 30 éves és közvetlen közelükben bányató nincs. A 1137. kút esetén a tartósságokat nemcsak a teljes időszakra, hanem az idősort két, közel azonos hosszúságú szakaszra bontva is meghatároztuk. Az 1135. kút esetén pedig – figyelembe véve 1970-ben bekövetkezett markáns változást, melyet a 6.3.2. – 6.3.3. mellékletek is jól mutatnak - a teljes időszak mellett az 1970 előtti időszak figyelmen kívül hagyásával is elkészítettük a tartóssági görbét. Ezen utóbbi időszak jól illeszkedik az 1156. Bugyi-Ürbő észlelési idejéhez is. Ezzel mindhárom kút esetén azonos időszakra vonatkozó, azaz egymással összehasonlítható tartóssági görbék határozhatók meg, melyeket az 36. ábra mutat. A görbék azt adják meg, hogy az adott vagy annál magasabb vízszint évente hány napig fordult elő a vizsgált 35 év átlaga alapján. Néhány jellemző szélső vízszintet, illetve a KKV-hez és KNV-hez tartozó tartósságokat az 20. táblázat tartalmazza. A táblázat vastaggal jelöli azokat az eseteket, melyek görbéi az ábrán láthatók.



36. ábra: Talajvízszintek tartóssága Dömsöd-Bugyi térségében

20. táblázat: Jellemző talajvízszintek és tartósságuk

	1137. Dömsöd			1135. Dömsöd-Apajpuszta		1156. Bugyi-Ürbő
időszak	30 - 06	30 - 70	71 - 06	60 - 06	71 - 06	71 - 06
átlag, m B.f.	94,57	94,63	94,47	94,98	94,43	94,29
max., m B.f.	95,79	95,79	95,60	96,53	95,88	95,27
ideje	1950.12.29 1951.03.29	1950.12.29 1951.03.29	1996.01.09	1965.02.02	2000.04.11	1987.05.22
min., m B.f.	93,58	93,99	93,58	93,44	93,44	93,53
ideje	2002.07.16	1937.10.29 1937.11.05	2002.07.16	1984.08.28 1984.09.04	1984.08.28 1984.09.04	1985.08.27
ingadozás	2,21	1,80	2,02	3,09	2,44	1,74
KNV, m B.f.	95,06	95,16	94,97	95,29	94,98	94,82
tart, nap	41	37	32	133	47	54
KKV, m B.f.	94,21	94,26	94,15	94,30	93,97	93,75
tart, nap	342	333	340	276	317	357

Az ábra és a táblázat - eltekintve a 1135. kút kezdeti időszakának fent említett eltérésétől – mindhárom kút esetén a térségre jellemző 2 m körüli vízszintingadozást mutat. Ez összhangban van az 32. ábra nyomán tett megállapításokkal is. A közepes nagyvíz meghaladási tartóssága is mindhárom kút esetén hasonló, 35 – 50 nap, míg a KKV tartóssága 320 – 360 nap.

6.3.2 Trendek

A térségben lejátszódó hosszú idejű folyamatok jellemzésére több kút esetén vizsgáltuk az évi közepes vízszintek időbeli változását is. Ehhez a legkisebb négyzetek módszerével illesztettünk az adatsorra egyenest. Csak olyan adatsort alkalmaztunk, mely legalább 30 elemű, így a statisztikai jellegű vizsgálatokhoz alkalmazható. Így mindösszesen 36 kutat vizsgáltunk. Ezek esetén viszont nem ragaszkodtunk a 2006-ig terjedő észlelési időhöz, a korábban felhagyott kutakat, és ahol rendelkezésünkre állt, a 2006 utáni adatokat is figyelembe vettük. A hét év szünettel újrainduló Évkönyv esetén azonban a 2014 - 16 évi adatokat trendanalízisből kihagytuk. Ugyanúgy néhány kút esetén kihagytunk olyan korábbi éveket, melyek további kutatások nélkül nehezen indokolható, hirtelen változásokat mutatnak, mint például a 1108- kút 1955 előtti adatai.

A kapott eredményeket elhelyezkedésük szerint hét kútcsoportba osztottuk, mely csoportokat a 6.4.1. melléklet eltérő színekkel jelöli. Az egyes csoportokat a 6.4.2 – 6.4.8. mellékletek

mutatják. Az ábrák az évi közepes szinteket folytonos vonallal, a számított trendegyeneseket azonos színű szaggatottal jelölik. A trendvonalakat csak olyan időtartamra adjuk meg, amely adatait a számításokhoz figyelembe vettünk. Ez alól kivételek azon kutak, ahol 2014 - 16 évi értékek is rendelkezésre álltak. Bár ezen értékeket a trendegyenések számításához nem vettük figyelembe, az egyenest, mintegy előrejelzés 2016-ig kiterjesztettük. A széles vízszint-tartomány miatt az egyes ábrákat nem lehetett azonos léptékkel megadni, de az összehasonlíthatóság érdekében a vízszintes rács osztását minden esetben 0,5 m-re vettük. Az ábrákat az alábbiakban röviden értékeljük.

A 6.4.2. *melléklet* az a DTCS-től északra, 100 m B.f. szint fölött elhelyezkedő kutakat mutatja. Mindhárom trendegyenese erőteljesen süllyed, a legerőteljesebb a 1111. kút, míg a másik kettő szinte párhuzamos. Azonban a 1111. kút trendje a 2014-16. évi értékeket alábecsli.

A 6.4.3. *melléklet* a DTCS és DVCS közelében levő kutakat mutatja. Ezek a magasabb térszín ellenére lényegesen kiegyenlítettebbek, így például a 1108. és 1112. trendjei igen jó előrejelzést adnak a 2014-16. évekre. A 1113. kút bányatavak közelében található, mely indokolhatja a süllyedést, mely azonban feltehetőleg a tó kialakításával megállt. Erre utal az, hogy a trend a 2014-16. évi értékeket erőteljesen alábecsli. A két távolabbi, DVCS-től keletre levő kút (1129. és 1157.) inkább az előző ábra magasabb térszínen levő kútjainak viselkedését követi.

A 6.4.4. *melléklet* a vizsgált terület környékének kútjait mutatja. A szintek itt is csökkennek, bár az előzőeknél kisebb mértékben, sőt a 1139. kút csekély mértékben emelkedik, viszonylag jó előrejelzést adva a 2014-16 időszakra. A 1104. és 1131. kutak idősorai nagyon együtt járnak, szinte kiegészítik egymást.

A 6.4.5. *melléklet* a vizsgált területtől délkeletre található néhány kút idősorait mutatja. A kutak közül a távolabbi, a Homokhátság határához közelebb található 1141. és 1358. egyértelműen süllyed. Ez azonban a Hátság közelségével magyarázható. Hasonlóan süllyed a vizsgált a 1138. kút is, bár ennek a felhagyása éppen egy emelkedő szintű időszakra esik. A néhány évvel később felhagyott 1140. kút trendje már nagyjából állandó, akárcsak a tőle délre levő 1169. A kettő között található 1156. kút pedig erőteljesen emelkedik. Ezen két utóbbi kút trendje igen jó előrejelzést ad a 2014-16 időszakra.

A 6.4.6. *melléklet* Sári térségi kútjai a magasabb térszínen levő kutakhoz (pl. 6.4.2. *melléklet*) hasonlóan erőteljesen süllyednek. Ez alól kivétel talán csak a 1142. kút. Mind a négy kútnak vannak adatai a 2014-16 időszakra is, de egyedül csak ez a kút becsli helyesen a 2014-16 értékeket. A másik három trend erőteljesen alábecsül, mely arra utal, hogy a hosszabb idejű talajvízszint-süllyedés, mely a Homokhátság jellemzője, itt mérséklődni látszik.

A 6.4.7. *melléklet* a vizsgált területtől délre található kutakat mutatja. Ezek közül az RSD partján levő 1151. egyértelműen a Dunaág szintjét mutatja (v.ö. 28. ábra), a szintén partközeli 1128. az ág szintjénél valamivel alacsonyabb, de hasonlóan kiegyenlített. A parttól távolabbi 1130. illetve 1152. kutak trendje gyakorlatilag vízszintes, és az előbbi igen jó előrejelzést ad a 2014-16 időszakra. Mindössze a 90-es évek közepéig tartó adatsorú 1133. és 1154. kutak szintjei süllyednek. Ezek viszont 1136. sz. kúthoz hasonlóan az idősort különösen hosszan tartó alacsony vízszintekkel zárják, mely ilyen, viszonylag rövid adatsor esetén döntő lehet.

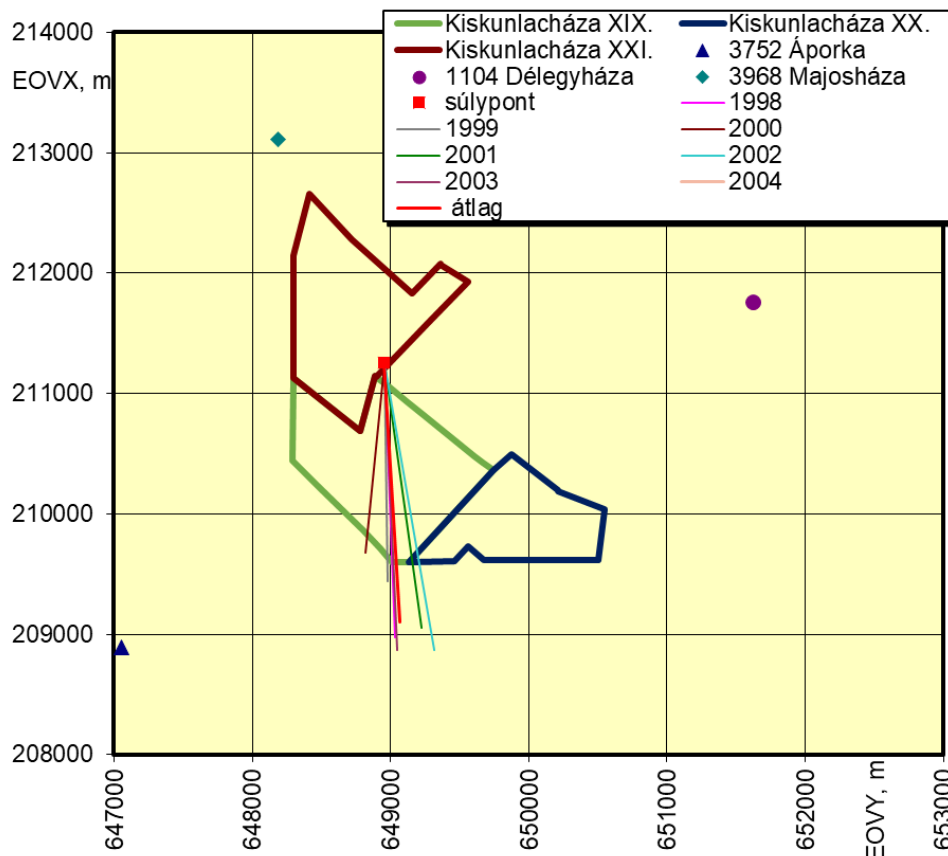
A 6.4.8. *melléklet* a délre fekvő Dömsöd térségét mutatja. A 2016-ig hiánytalan adatsorral rendelkező RSD-hez közeli 1153. valamint a közel 90 éves adatsorral bíró 1137. a leginkább kiegyenlített, a trend egyenese mindkét esetben gyakorlatilag vízszintes. A további kutak szintje is jellemzően 94 és 95 m B.f. között változik, a legmagasabb az RSD partjához viszonylag közeli 1153. kút, legalacsonyabb a legdélebbi, 1134. sz. kút. A 1135. szintjei erőteljesen emelkednek, míg a tőle alig néhány kilométerre levő 1168. kút süllyed. Egyiknek a trendje sem ad megfelelő becslést a 2014-16 időszakra. Hasonlóan süllyedő trendet mutat a lakott terület közelében levő 1132. valamint az idősort különösen alacsony vízszintekkel záró

1136. sz. kút.

Összességében megállapítható, hogy jelentős talajvízszint-süllyedések csak a Hátság területén, 100 m B.f. fölött fordultak elő, a bányaterületek környezetében a talajvízjárás lényegesen kiegyenlítettebb. Ugyanakkor figyelemre méltó, hogy a Hátság szélén elhelyezkedő kutak trendje alacsonyabb szintet becsül, mint a 2014 – 16. években észlelt szintek, mely arra utalhat, hogy a Hátság talajvízszint-süllyedése lassulni látszik. A jelenség azonban további vizsgálatot igényelhet.

6.3.3 Áramlási irány

A 6.2.1 pont kútjai közül a vizsgált bányaterülethez legközelebb a 1104, 3752. és 3968. kutak találhatók, melyek elhelyezkedését az 37. ábra mutatja. A kutak alkotta háromszög területére az ezredforduló környékén még bányató, vagy egyéb, a vízmozgást befolyásoló képződmény, létesítmény nem esett, mely az 5.2.1 – 5.2.3. mellékleteken is jól követhető. A korábbi vizsgálatokhoz bevont Majosháza II. illetve Délegyháza IX. bányákat csak az ezredforduló után alakították ki. Így a terület az akkori adatokkal alkalmas az áramlási irány becslésére is. A számítást a referencia időszaknál rövidebb időszakra - 1998-2004. - tudtuk csak elvégezni, mivel a számításhoz mindhárom kút adatai szükségesek. Azonban egyedül a 3752. Áporka kutat észlelték a teljes referencia időszak alatt, a 1104. Délegyháza kút 2004-ig, a 3968. Majosháza kút csak 1998-ról működött, melyet az 5.3.1. melléklet is igazol. Így a 11 éves periódusból 7 évet vehettünk figyelembe.



37. ábra: Áramlási irány a bányatelek közelében

Az áramlás irányához a három kút szintjei alkotta sík esésvonala határozandó meg, míg a vízmozgás tényleges sebességének nagysága a Darcy-törvény alapján, a szivárgási együttható és a porozitás segítségével számítható, melyhez az 3.4. pontban összegzett eredményeket is felhasználtuk. Az 37. ábra a három kút mellett feltünteti a vizsgált, Kiskunlacháza XIX, XX és XIX. területeket is. A kapott sebességvektorokat a három kút által képezett há-

romszög súlypontjában tekinthetjük jellemzőnek. A sebességeket évi átlagos talajvízszintek figyelembe vételével határoztuk meg.

Az ábra szerint a vizsgált időszak teljes egészében az áramlás déli irányú, a területet nyugat-északnyugati irányban határoló RSD felőli. A 3752. Áporka kút mintegy mélypontot jelent, melyet a tágabb térséget mutató talajvíztérképek (6.1.1. – 6.1.2. *melléklet*, 4. ábra) valamint a referencia időszak becsült szintjei (6.3.2- 6.3.4. *melléklet*) is igazolnak. A sebesség nagysága a vízvezető réteg 3.4. pontban megadott jellemzőivel számítva mintegy 2,5 – 4,0 cm/d.

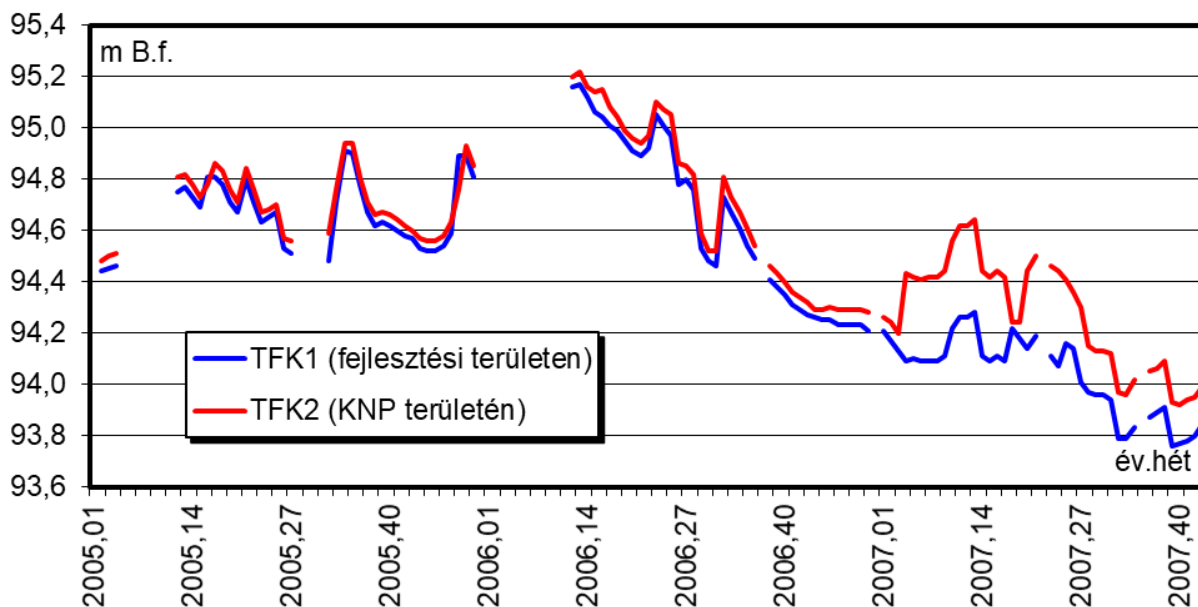
6.4 MONITORING KUTAK

A vizsgált bányaterület térségében, a *Kiskunlacháza VII. üze-* mlettetője egy bővítési lehetőség vizsgálata miatt a *Kiskunsági Nemzeti Park* biztonsága érdekében néhány évig két monitoring kút észlelését biztosította. Mindkét kút a jelenleg vizsgált bányatelektől délnyugatra helyezkedett el. A TFK1 jelű kút egy korábbi fejlesztési területen a *Kátói-csatorna* északi, míg a TFK2 kút a *Kátói-csatorna* déli oldalán, a KNP területén található. A kutak közötti távolság mintegy 35 m. Bár az egyik kút 2007 őszén megrongálták, azonban a rendelkezésre álló közel három éves idősor további értékes információt nyújt a lokális talajvízviszonyokról.

21. táblázat: Monitoring kutak jellemző szintjei, m B.f.

év	2005	2006	2007
TFK1 (fejlesztési területen)			
max.	94,91	95,17	94,28
átl.	94,66	94,65	94,04
min.	94,44	94,21	93,76
TFK2 (KNP területén)			
max.	94,94	95,22	94,64
átl.	94,70	94,71	94,27
min.	94,48	94,28	93,92

A kutak jellemző szintjeit a 21. táblázat, az idősorokat a 38. ábra mutatja. Az ábra szerint a vizsgált időszak első részében a két, egymáshoz igen közel levő kút közötti néhány centiméteres szintkülönbség reálisnak tűnik. A TFK2 jelű kút 2007. év eleji hirtelen szintemelkedése, és az így kialakuló 30 cm körüli különbség azonban túlzó, feltehetőleg valamely eszköz meghibásodására utal.



38. ábra: Monitoring-kutak heti vízszintjei

6.5 ÖSSZEFOGLALÓ MEGJEGYZÉSEK

A *Vízrajzi Szolgálat* a tágabb térségben telepített 60 talajvízszint-észlelő kútja, valamint néhány további monitoring-kút adatai alapján a térség talajvízjárásáról az alábbiak állapíthatók meg:

- A kutak szinte kivétel nélkül a szokásos éven belüli ingadozást követik, melyet akár a referencia időszakot megadó 34. ábra, akár a 85 éves adatsorral a 35. ábra is jól mutat.

- Az 34. ábra 1137. kútjának sokéves átlagától való jelentősebb eltérések a csapadékosabb illetve a szárazabb időszakokat jelzik.
- Maguk a kutak vízjárásuk alapján több csoportba oszthatók:
 1. A jellemzően 100 m B.f. fölötti térszínen elhelyezkedő kutak (pl. 1111, 1144, 1145., stb.) esetén a szokásos periodicitás mellett egyértelmű a talajvízszint süllyedése. Ezek azonban nemcsak földrajzilag, hanem hidraulikailag, hidrológiailag is más területhez, a Duna-Tisza-közi Homokhátságához tartoznak.
 2. Az RSD-hez illetve a DTCS-hez, esetleg DVCS-hez közelebb fekvő kutak (pl. 1108, 1112, 1113, 1139, 1151, 3968.stb.) vízszintje kiegyenlítettebb. Ezeket a vízfolyások vízjárása alapvetően befolyásolja. Ezen kutak esetén a hosszabb idejű trendvizsgálat alig mutat változást.
 3. Az RSD –DTCS háromszögbe eső kutak (pl. 1137, 1153, 1156, 1168, 1358, 3752, 3855, stb.) esetén jól megfigyelhetők a szárazabb időszakok alacsonyabb és a csapadékosabb periódusok magasabb talajvízszintjei is. Ebben sokat segít az 1137. Dömsödi talajvízkút sokéves átlaga, melyet a 34. ábra is mutat. Az átlagnál jelentősen alacsonyabb szintek 1997-ben, 2000-2001-ben, 2003-ban, illetve magasabb szintek 1999-ben, 2005 - 2006-ban a csapadékkal egyértelműen indokolhatók. Mindez arra utal, hogy erre a térségre - egy-egy időszakosan vagy lokálisan eltérő értéktől eltekintve - a természetes vízszintingadozás a jellemző.
- Fentiek alapján a vizsgált térséghez tartozónak a 2. és 3. csoport kútjait tekinthetjük.
- A 2. és 3. csoport kútjai között nehéz határt szabni, hiszen a vízfolyások hatása nem minden esetben egyformán érvényesül. Ebben igen jelentős szerepet játszanak a belvízelvezető művek is.
- Lokális áramlási irány meghatározására a kutak adatai csak közeli kutak esetén alkalmazhatók, azonban több év vizsgálata alapján megbízható információt adnak az adott terület áramlási irányáról (lásd 6.3.3. pont) is igazol.

7 AZ EGYES TÉNYEZŐK EGYMÁSRA HATÁSA

7.1 AZ ELEMZÉSEK CÉLJA

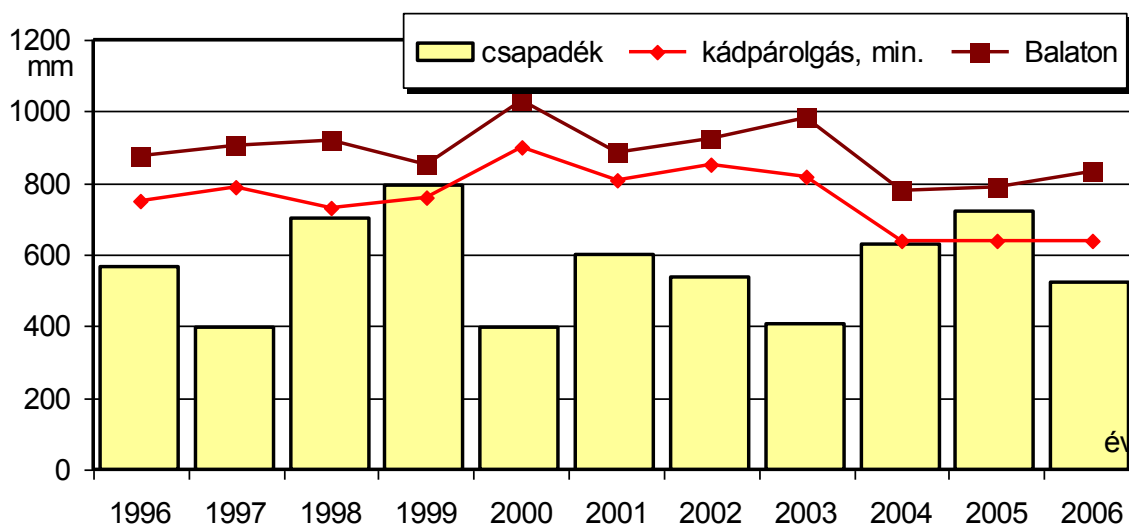
A vizsgált területen jelenleg kialakult viszonyok, illetve a bányanyitás következtében várható változások számos geológiai, hidrogeológiai, meteorológiai, hidrometeorológiai és hidrológiai tényező együttes hatásától függenek. Az előző pontokban ezen tényezőket csoportosítva, de egyedileg értékeltük. Azonban az egyes tényezők bonyolult kapcsolatban, kölcsönhatásban vannak egymással, melyek feltárása az 1. pontban megfogalmazott célokhoz elengedhetetlen.

Jelen fejezetben a tehát a korábbiakban vizsgáltak segítségével, azok alapján ezen kölcsönhatások bemutatására, részletezésére törekszünk.

7.2 CSAPADÉK ÉS PÁROLGÁS

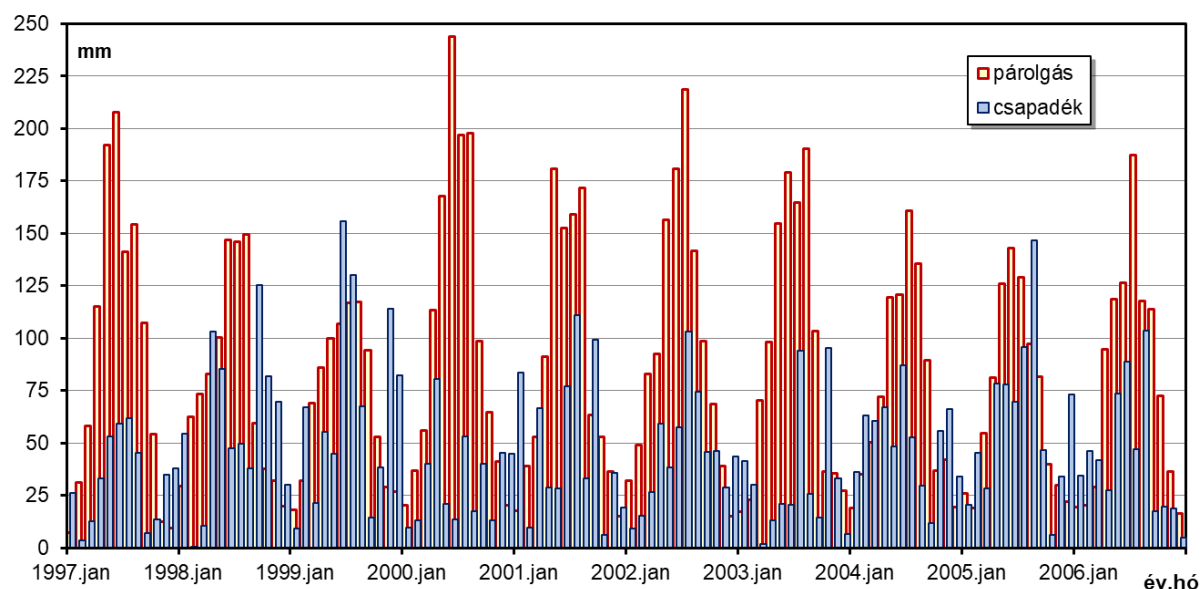
A csapadék és a párolgás egy adott terület vízmérlege szempontjából alapvető jelentőségű. A 39. ábra az évi csapadékösszegek területi átlagát valamint a jellemző párolgás-értékeket hasonlítja össze. Ez valójában a 17. ábra és 25. ábra összevetése.

Az ábrán jó látható, hogy a csapadék oszlopdiagramja és a párolgások görbéi ellentétesen viselkednek, a magasabb csapadékösszegekhez alacsonyabb párolgás, az alacsonyabb csapadékösszegekhez magasabb párolgás tartozik. Ez egyértelmű mind a kádpárolgás, mind a Balaton párolgása esetében. Mindezek alapján megállapítható, hogy a szabad vízfelszín többletpárolgása is magasabb a csapadékmentes időszakokban, míg alacsonyabb a csapadékos időszakokban.



39. ábra: Évi csapadék és párolgás

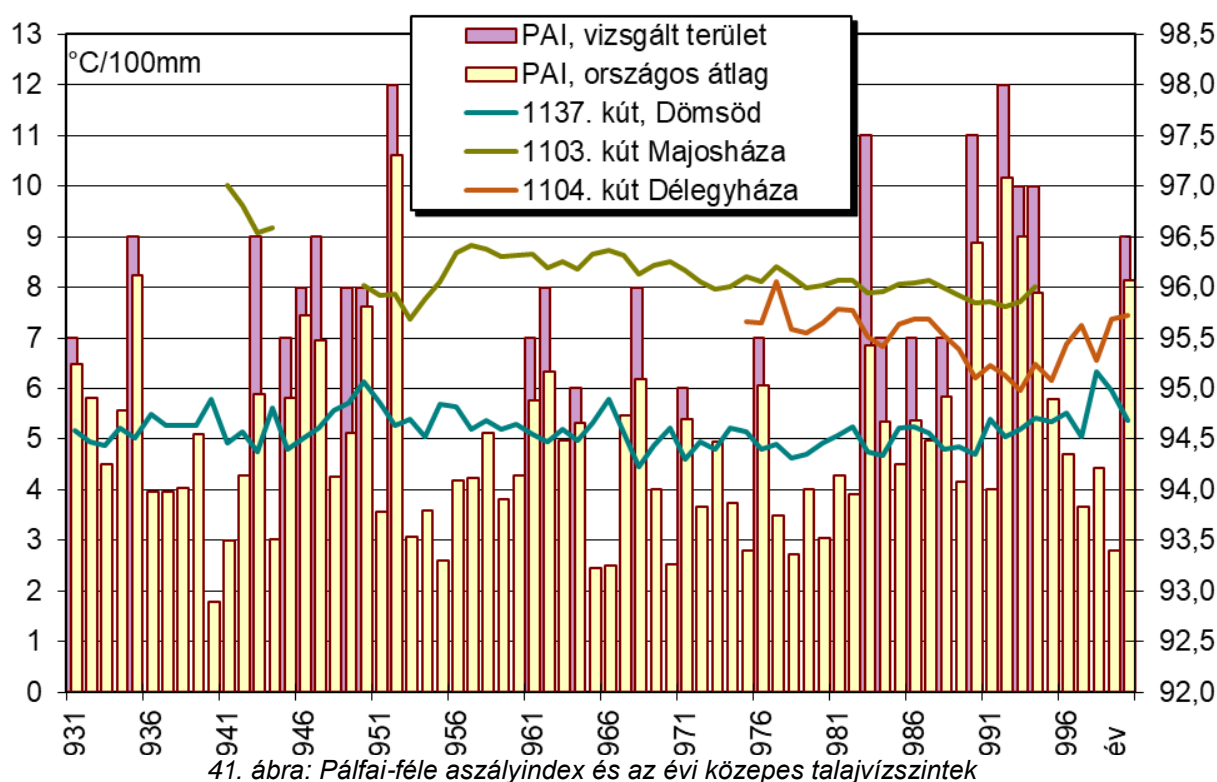
Ugyanez a jelenség még markánsabban mutatkozik meg a havi csapadékok (4.1.4. melléklet), és párolgás-értékek (4.4.2. melléklet) összevetéséből, melyet a 40. ábra mutat. Jól látszik, hogy általában a csapadékosabb időszakok, mint az 1999. év alacsonyabb párolgással, a csapadékszegényebb időszakok, mint a 2000. év magasabb párolgással járnak együtt. Ezen év júniusa adta a legmagasabb párolgás-értéket 245 mm-rel, valamint a csapadék és párolgás legnagyobb különbségét, azaz a legnagyobb területi vízvesztéséget is, 230 mm-rel.



40. ábra: Havi csapadék és párolgás

7.3 TALAJVÍZSZINT ÉS ASZÁLYOSSÁG

A több hidrometeorológiai tényezőt számba vevő aszályosság *Pálfay*-féle aszályossági index és a talajvízszintek kapcsolata igen jól szemlélteti azt, hogy az adott területen a talajvíz milyen mértékben reagál a hidrometeorológiai hatásokra. Az 41. ábra a korábban említett három talajvízszint-észlelő kút, a leghosszabb adatsorú 1137. Dömsöd, és a két közeli, 1103. Majosháza és 1104. Délegyháza éves átlagait és az aszályindex értékét hasonlítja össze. Az ábra valójában a 26. ábra valamint a 6.4.8. melléklet és 6.4.4. melléklet néhány görbéjének összevetéséből alakult ki. Két kút észlelési ideje az aszályindex idősorával nagyjából összhangban van, míg a harmadik, 1104. délegyházi kutat a vizsgált terület közelsége miatt már korábban is egyéb vizsgálatokhoz is alkalmaztuk. A bal oldali tengely az aszályindexet, a jobb oldali a talajvízszintet mutatja.

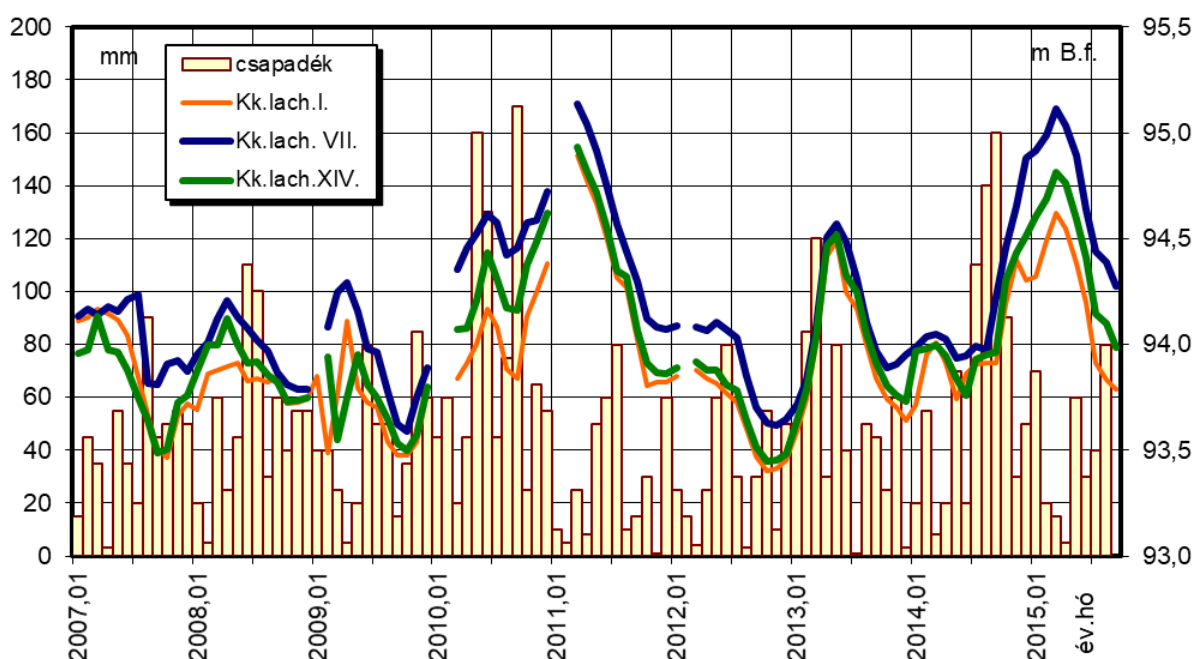


41. ábra: Pálfai-féle aszályindex és az évi közepes talajvízszintek

Az ábrán jól látható, hogy aszálymentes periódusokban a talajvízszintek magasabbak, esetleg emelkednek (pl. 1965 - 67) míg egy-egy aszályos év talajvízszint-csökkenést okoz (pl. 1968). A hosszabb, egybefüggő aszályos időszak - melynek gyakorisága az utóbbi időszakban növekedni látszik - számottevően csökkenti a talajvízszinteket. Ilyen időszak figyelhető meg az kisebb megszakításokkal az 1980-as évek közepétől, majd szinte évente előforduló aszályokkal az 1990-es évek első felében. Az időszak vízszint-csökkenésében tehát a hidrometeorológiai okok egyértelműen jelentős szerepet játszanak.

7.4 CSAPADÉK, TÓSZINT

A havi közepes tószintek és a havi csapadékösszegek kapcsolatát a 2007. január – 2015. augusztus időszakra a *Vízháztartási tájékoztató* csapadék-adatai alapján a 42. ábra segítségével vizsgálhatjuk. Az ábra valójában a 4.3.3. melléklet és a 31. ábra kombinációja, a bal oldali tengelyen a csapadékkal, a jobb oldalon a tószinttel.



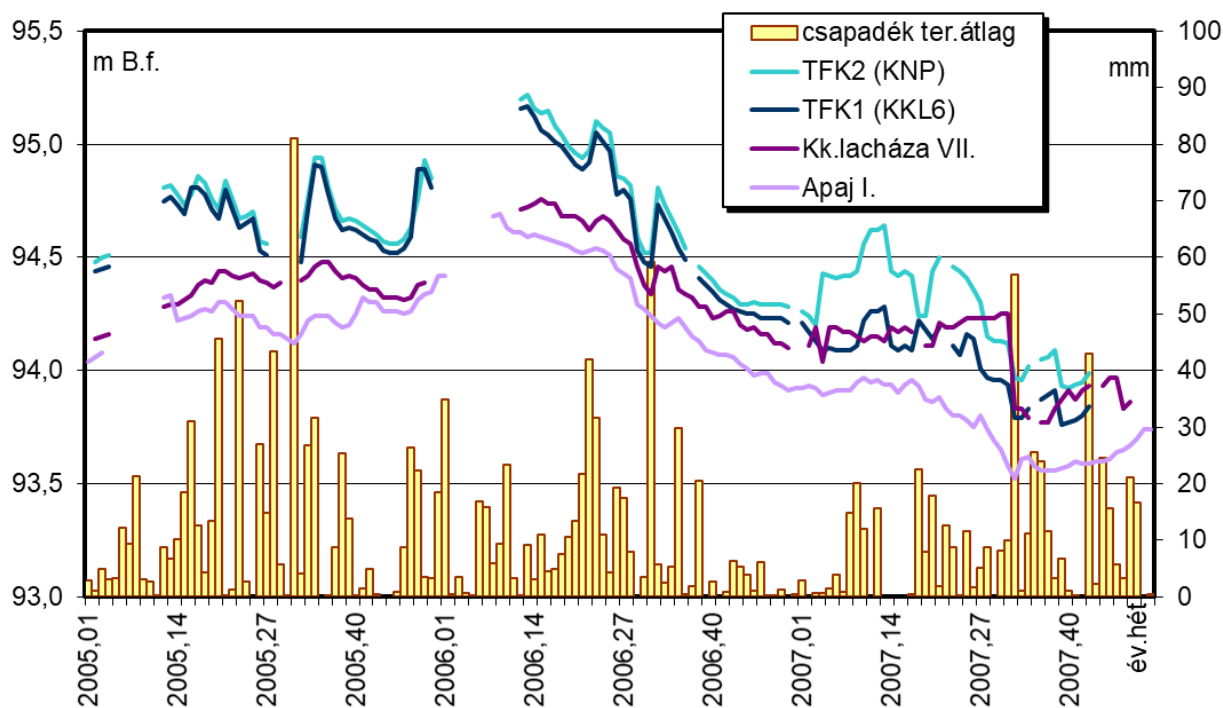
42. ábra: Csapadék - tószint kapcsolat

A három tó idősorai nagyjából együtt haladnak, általában legmagasabb a legdélebbi Kiskunlacháza VII, és legalacsonyabb a leginkább északi Kiskunlacháza I. Jól látszik, hogy a vizsgált időszak elejének kiegyenlítettőbb csapadéka kiegyenlítettőbb tószintekkel párosulnak. A második szakasz szélsőségei, mint a különlegesen csapadékos 2010. év vagy a 2014. II. féléves nagy csapadékok néhány hónap – fél év késleltetéssel különlegesen magas tószinteket eredményeznek. De ellenkezőleg is igaz mindez, melyet a 2011-2012. időszak igazol: csapadékhiányos időszak nyomán a tószintek is erőteljesen lecsökkentek. Mindezt igen látványosan mutatják mind a 2011, mind a 2015. év eleji csapadékhiányt követő erőteljes tószint-süllyedések is.

7.5 TALAJVÍZSZINT, TÓSZINT, CSAPADÉK

A hidrometeorológiai hatások lokális jelentőségét szemlélteti a 43. ábra. Itt a *Vízügyi Adatbank* alapján meghatározott területi átlagos csapadékokat (18. ábra) heti bontásban, oszlopdiagramként adjuk meg. A 6.4. pontban említett két monitoring kutat (TFK1 és TFK2) kék színű, a kutakhoz közeli két szomszédos bányató, a Kiskunlacháza VII. illetve Apaj I. szintjeit pedig lila színű folytonos vonal jelöli.

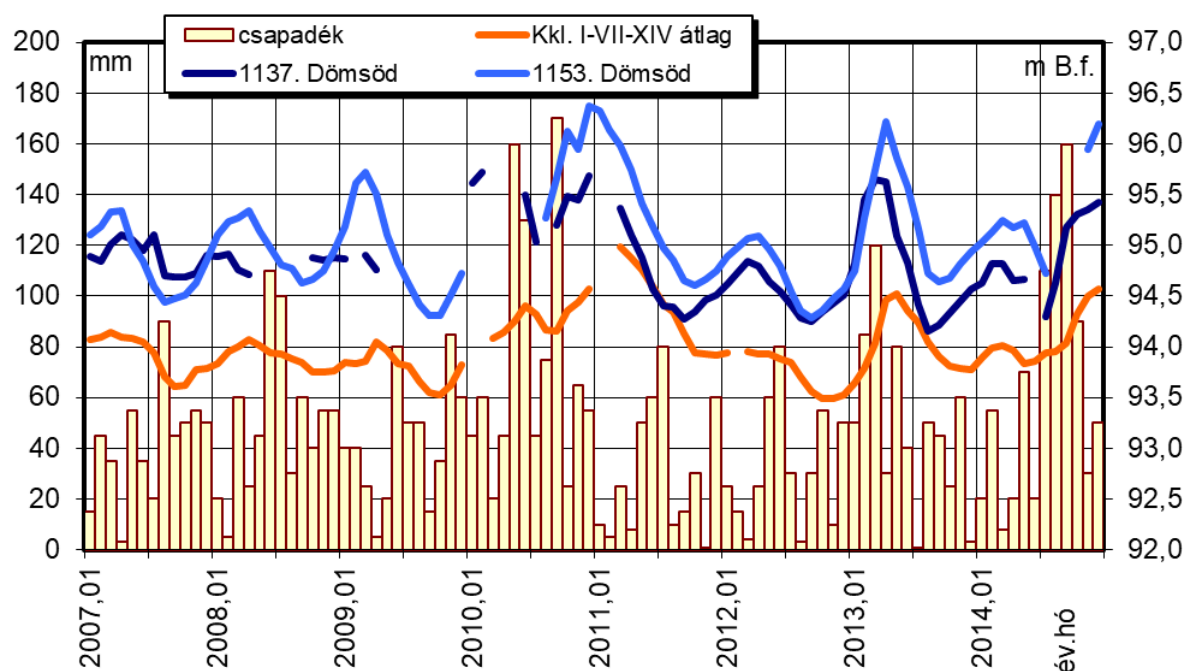
Az ábrán jól látható, hogy a hosszan tartó csapadékhiány (2006. ősz – 2007. tavasz) számottevően csökkenti mind a tavak, mind pedig a talajvíz szintjét. Egy-egy nagyobb csapadék azonban hirtelen szintemelkedést okoz mind a tóban, mind pedig a talajban. Ez összhangban áll az előző pontban megfogalmazottakkal is. Különösen a nyári nagy csapadékok hatása látványos. Apaj I. szintje gyakorlatilag minden esetben alacsonyabb a talajvízszinteknél, a másik tó szintje azonban lehet magasabb is.



43. ábra: Csapadék - talajvízszint - tószint lokális kölcsönhatása

Fentiekhez hasonló jelenségek figyelhetők meg nagyobb térségben átfogóan is, melyet a 44. ábra mutat. Az ábra egyrészt a 42. ábra leegyszerűsítése az ott megadott csapadék (oszlopdiagram) mellett átlagos tószint (okker színű vonal) figyelembevételével, mely az előző pont alapján elfogadható közelítés, másrészt kiegészítése két, a tavakhoz közeli dömsödi talajvíz-kút (1137. és 1153.) szintén havi közepes vízszintjeivel a 2007 – 2014. időszakra (kék színű vonalak).

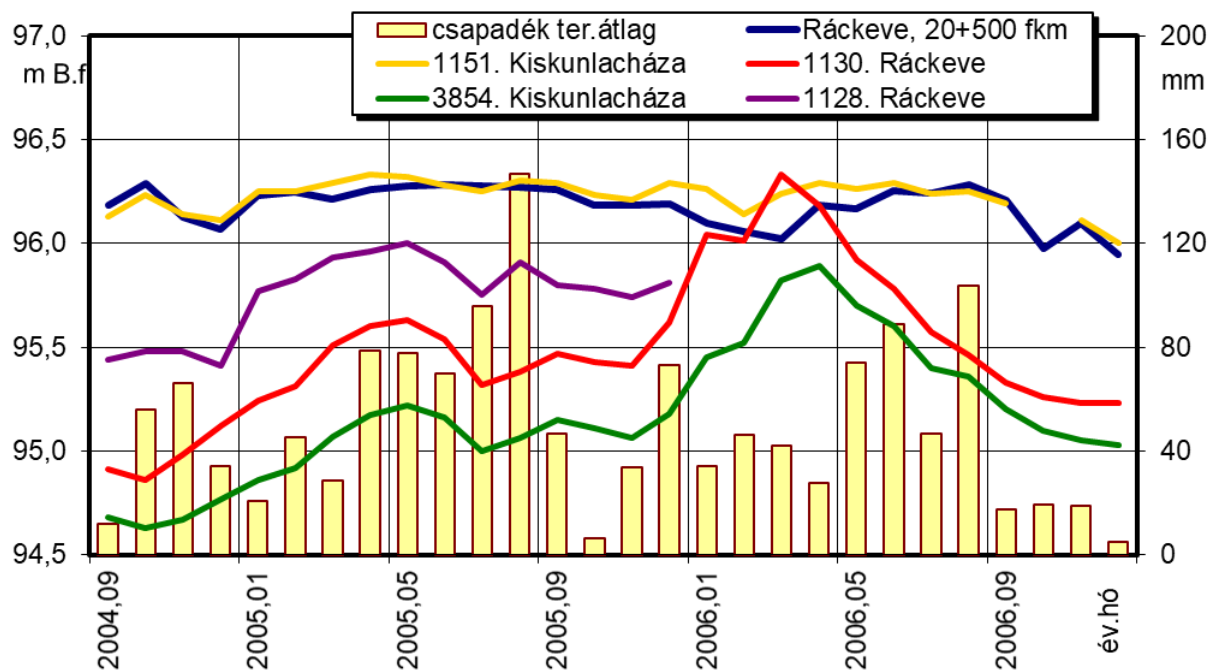
Ezen az ábrán is jól megfigyelhető mind a tószintek, mind a talajvízszintek évszakos ingadozása, valamint az időjárási szélsőségek követése. Így az emlékezetesen csapadékos 2010. év mind a talajvízszintek, mind a tószintek maximumát adta, majd az azt követő két csapadékhiányos évben az évszakos ingadozást megtartva mind a tó- mind a talajvízszintek a minimum közelébe süllyedtek. A csapadékos 2013. első félév ismét számottevően magasabb szinteket jelentett, melyet a 2013. II. félév – 2014. I. félév csapadékhiánya és alacsonyabb szintjei követtek. A 2014. ősz eleji nagy csapadékok az ország több részén rendkívüli belvízzel ismét erőteljesen megemelték mind a talajvízszinteket, mind pedig a bányatavak szintjeit.



44. ábra: Csapadék – talajvízszint - tőszint térségi kölcsönhatása

7.6 RSD-SZINT, TALAJVÍZSZINT, CSAPADÉK

Az RSD és a talajvízszintek kapcsolatát az 45. ábra szemlélteti. Itt a ráckevei vízmérce (20+500 fkm) havi közepes vízszintjei (28. ábra) mellett két ráckevei és két kiskunlacházi kút hasonló szintjeit (34. ábra) is megadjuk, valamint a 4.1.4. melléklet nyomán feltüntetjük a havi csapadékösszegeket is a vizsgált időszakra.



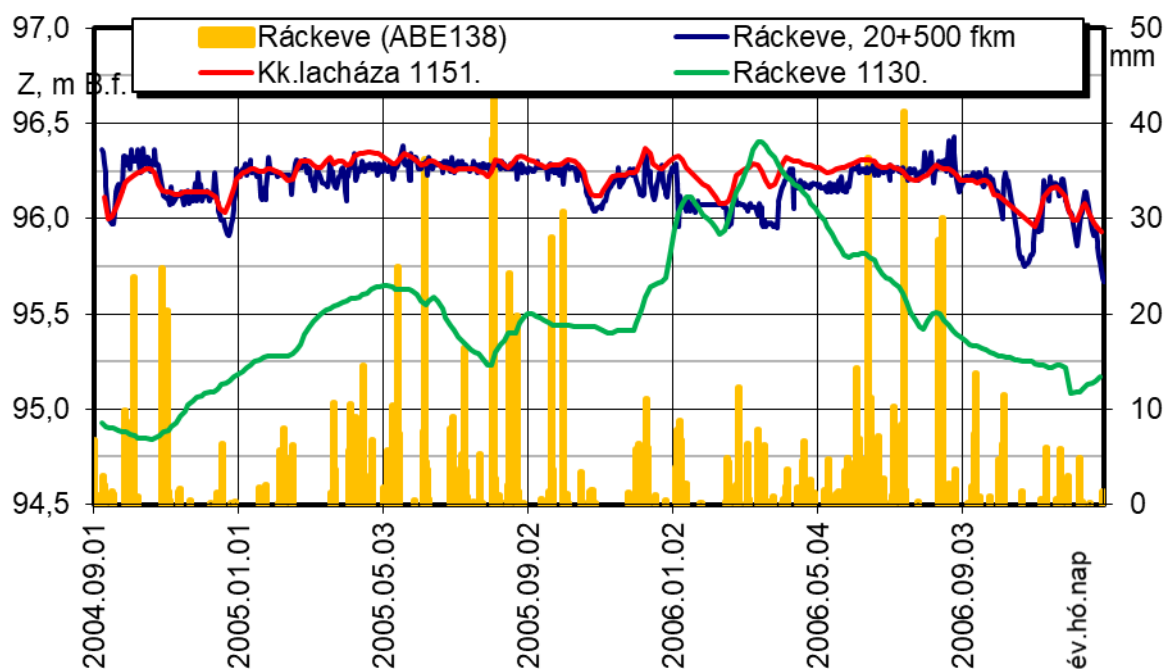
45. ábra: RSD - talajvíz – csapadék havi kapcsolat

Az ábrán jól látható, hogy a folyó szintjét az 1151. sz. kút szintje szinte folyamatosan követi. Mivel a kút a 2. ábra tanulsága szerint a part közelében van, ez egyértelműen mutatja a folyó és a talajvíz közötti kapcsolatot. A két szint még nagyobb csapadékok esetén sem tér el

egymástól, mint 2005. augusztusában, viszont jelentősebb az eltérés 2006 tavaszán, mely erősen árvizes-belvizes időszak volt. A Csepel-szigeten, a parttól kissé távolabb, Ráckeve belterületén levő 1130. kút szintjei mintegy 20 – 50 cm-rel alacsonyabbak. Ez a kút már érzékenyebb a csapadéokra is. A Duna-Tisza közti oldalon elhelyezkedő két további, külterületi kút szintjei is alacsonyabbak a 1151. kútnál. A folyóhoz közelebbi, 1128. Ráckeve a magasabb, és a 3854. Kiskunlacháza az alacsonyabb, a különbség általában 10 – 20 cm. Ez a két kút igen érzékeny a csapadéokra, de jól jelzi a 2006. év eleji árvizes-belvizes időszakot is, mely jelentősebb csapadék nélkül mutat igen magas talajvízszinteket.

Fentieket igazolja és bizonyos mértékig pontosítja is a 46. ábra. Ezen esetben mind a folyó, mind a talajvíz napi adatait alkalmaztuk, de itt már csak 1 – 1 ráckevei és kiskunlacházi kútra (1131. és 1151. sz. kutak). A kutak esetén a heti 2 – 3 észlelt értéket a hiányzó napokra egyszerűen interpoláltuk. A szokásos oszlopdiaagrammal jelölt csapadék jelen esetben a *Vízügyi Adatbank* nyilvántartása alapján készült, mely napi adatokat ad meg. Itt a legközelebbi, ráckevei mérőállomást alkalmaztuk.

A két ábra talajvízszint-idősorainak összevetéséből megmutatkozik az, hogy – ha csak egyéb igény nincsen – a talajvízjárást a havi közepes értékek kielégítően leírják. A folyó szintje esetén viszont a napi adatok jelentős többlet-információt adnak. Például a 2006. év eleji tartósan alacsony szint az ág belvizes üzemére utal, melyet a part menti 1151. és 1130. kút is követ. A szigeten levő 1130. kút egyes esetekben látványosan követi a csapadékot, (pl. 2005. június vagy 2006. július) míg más esetekben, mint 2006 első negyedéve egyéb hatások, mint például a Duna tavaszi árhulláma is komolyan befolyásolják a talajvízjárást.



46. ábra: RSD - talajvíz – csapadék napi kapcsolat

Mindezekből megállapíthatjuk, hogy Kiskunlacháza – Ráckeve térségében, azaz a vizsgált bányatelek közelében, de attól délre, a duzzasztott RSD szintje általában a talajvíz szintjénél magasabb, a Dunaág a talajvizet táplálja. Belvizes időszakban viszont a belvízelvezető művek üze me nyomán az áramlás megfordulhat.

7.7 ÖSSZEFOGLALÓ MEGJEGYZÉSEK

A külön-külön vizsgált hidrometeorológiai jellemzők, felszíni és felszín alatti vizek egymásra hatása alapján az alábbiak állapíthatók meg:

- a párolgás éves menetét a csapadékok hasonló idősorával összevetve (39. és 40. ábrák)

- a jól látszik, hogy a csapadékosabb időszakok alacsonyabb párolgással, a csapadékszegényebb időszakok magasabb párolgással járnak együtt.
- A kutak szintjének sokéves átlagától való jelentősebb eltérések a csapadékosabb illetve a szárazabb időszakokat jelzik.
 - Az RSD-hez illetve a DTCS-hez közelebb fekvő kutak vízszintje kiegyenlítettebb. Ezeket a vízfolyások vízjárása alapvetően befolyásolja, melyet Ráckeve térségére az 45. ábra is igazol. Ezen kutak esetén a hosszabb idejű trendvizsgálat alig mutat változást.
 - Az RSD –DTCS háromszögbe eső kutak (pl. 1137, 1153, 1156, 1168, 1358, 3752, 3855, stb.) esetén jól megfigyelhetők a szárazabb időszakok alacsonyabb és a csapadékosabb periódusok magasabb talajvízszintjei is. Mindez arra utal, hogy erre a térségre - egy-egy időszakosan vagy lokálisan eltérő értéktől eltekintve - a természetes vízszintingadozás a jellemző.
 - A talajvízszinteket, különösen az RSD – DTCS háromszögben a hidrometeorológiai jellemzőket összefoglalóan leíró aszályosság jelentősen befolyásolja: aszálymentes periódusokban a talajvízszintek magasabbak, esetleg emelkednek míg egy-egy aszályos év talajvízszint-csökkenést okoz. A hosszabb, egybefüggő aszályos időszak számottevően csökkenti a talajvízszinteket (41. ábra).
 - A terület talajvíz-viszonyairól így kialakult kép alapot nyújt a következő fejezetben a modell bearányosításához, a „jelen állapot” modellbeli megfogalmazásához.

Fenti elemzések megmutatták, hogy a vizsgált térség talajvízjárását a külső, hidrometeorológiai tényezők erőteljesen befolyásolják. A csapadékosabb, nedvesebb időszakot alacsonyabb párolgás, és magasabb talajvízszint, míg a csapadékmentesebb, szárazabb időszakot nagyobb párolgás és alacsonyabb talajvízszint jellemzi. Ez adja a felállítandó modellhez az első fontosabb információt.

Ennek megfelelően a következő számításokhoz átlagos időszaknak tekintjük a referencia-időszak közepes talajvízszintjével jellemezhető állapotot. Csapadékos – nedves - időszaknak nevezzük a továbbiakban az egy – másfél hónapos meghaladási tartósságú *közepes nagyvíznek (KNV)* megfelelő állapotot, mely esetben a szabad vízfelszín többletpárolgását a 4.5. pont alapján 250 mm/évnek feltételezzünk. Végül csapadékmentes – száraz - időszaknak tekintjük a hasonló megnevezési tartósságú *közepes kisvizet (KKV)*, amikor szintén a 4.5. pont szerint 300 mm/év többletpárolgást veszünk határfeltételként figyelembe. A számításokhoz a modell további peremfeltételei az előzőekben említett vízfolyások üzemvízszintjei.

8 A BÁNYATELEK ÉS KÖRNYEZETE HIDRODINAMIKAI MODELLEZÉSE

8.1 A SZÁMÍTÁSOK CÉLJA ÉS LEHATÁROLÁSA

Jelen pont számításainak célja a Kiskunlacháza XXVI. kavics, homok védnevű tervezett kavicsbánya kialakítása során, illetve a kitermelés befejeztével a kialakuló bányató - esetleg tavak - hatására a nagyobb térségben kialakuló talajvízszint-változások becslése, figyelembe véve eltérő hidrometeorológiai viszonyokat is. Ezen vizsgálatokhoz a korábban megadottaknak megfelelően az *RSD*, a *DTCS* és a *DVCS* közötti területen, nagyjából Dömsöd vonaláig a talajvízviszonyok feltárása nyomán vízszintes síkú, talajvízhidraulikai modell kidolgozása szükséges.

A célként megfogalmazott számítások elvégzése összetett hidraulikai feladat, mely a következő alapvető feltevéseket igényli:

- a./ a vízvezető réteg jellemzően vízszintes, kiterjedése elméletileg végtelenül nagy, azonban ennek az előzők szerint csak azon részét vizsgáljuk, mely az adott feladat szempontjából jelentőséggel bír;
- b./ a fekvő átlagos értékkel figyelembe véve jellemzően vízszintes;
- c./ a talaj átlagos értékekkel jellemezve homogén, izotróp, azaz a 3.3.2. pontban meghatározott átlagos, iránytól független szivárgási tényező kielégítően leírja a vízvezető réteget;
- d./ az áramlás a talajban vízszintes síkban kétdimenziósnak tekinthető, függőleges vízforgalom a tavakból és a felszínről történő be- vagy elszivárgás illetve párolgás formájában azonban lehetséges.

A vizsgálatok célja kettős:

- a tervezett bányakialakítással járó vízveszteség hatására kialakuló talajvízszintek időbeli alakulásának, és távolhatásának becslése;
- a tervezett tavak hatására a nagyobb térségben kialakuló talajvízszint-változások prognosztizálása a kitermelés felhagyása után.

A vizsgálatok többféle hidrometeorológiai viszonyok figyelembe vételét igénylik.

A kétféle cél kétféle vizsgálati módot igényel. Az időben változó vizsgálatához a sok bizonytalanság miatt elegendő egy egyszerűsített modell magányos tó figyelembe vételével, míg a térségi hatások vizsgálatához összetettebb modell szükséges. A többféle eljárás közül ezen utóbbi számításokhoz az Európában kevésbé ismert, azonban az Egyesült Államokban igen gyakran használt *analitikus elemek módszerét (AEM)* alkalmazzuk. Az alábbiakban a kétféle számítást külön-külön ismertetjük.

8.2 MAGÁNYOS TÓ VIZSGÁLATA ÉS TÁVOLHATÁSÁNAK BECSLÉSE

8.2.1 A számítások alapvető feltételezései és alapegyenlete

Jelen vizsgálatok célja az előzőeknek megfelelően a kavicsbányászat többéves folyamata során a talajvízszintek térbeli és időbeli változásának, a hatások terjedésének becslése.

A kavicskitermelés 1. fejezetben megadott háromféle talajvízvesztesége hidraulikailag időben változó hozamú kút környezetében kialakuló áramláshoz hasonlítható az alábbi feltételekkel:

- a kút a létesítendő bányató súlypontjában helyezkedik el;
- a tavat tényleges alakja helyett egy vele azonos területű kör alakú tóval helyettesítjük, melynek a középpontja az eredeti tó súlypontjával egyezik meg;
- a helyettesítő tó területe a kavicskitermelés előrehaladtával növekszik, a súlypont esetleges eltolódásától azonban eltekintünk;
- bár maga a kút pontszerű vízkivételnek tekinthető, az általa kialakított talajvízszinteket csak a helyettesítő tó sugarán kívül értelmezzük.

További alapfeltevések, melyek csak jelen vizsgálatot érintik:

- a./ a vizsgálat kezdeti időpontjában a talajvízszint állandó, áramlás nincsen;
- b./ a fiktív kút hatása a végtelen közelében nem érzékelhető;
- c./ az áramlás vízszintesnek tekinthető, függőleges vízforgalom (be- vagy átszivárgás) nincsen.

A fenti feltételeknek megfelelően a hengersizmetrikus, időben változó talajvízmozgást leíró alapegyenlet nyomás alatti és szabad felszínű talajvíztérben az alábbi (Marino - Luthin, 1982.):

$$\frac{kH}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial h}{\partial r} \right) = S \frac{\partial h}{\partial t} \quad \text{és} \quad \frac{k}{2} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r \frac{\partial (h^2)}{\partial r} \right] + N = S \frac{\partial h}{\partial t}$$

ahol:

- h, m : a talajvíz szintje a fekvés felett,
- $N, m^3/d, m^2$: a felszíni beszivárgás (ez esetben $N = 0$),
- H, m : a vízvezető réteg vastagsága
- r, m : távolság a középponttól (sugár),
- t, d : idő.

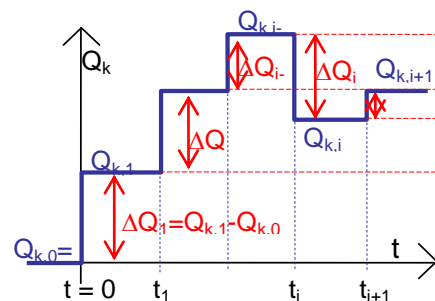
Az egyenlet határfeltételei az előző pont feltételeinek megfelelően az alábbiak:

1. $h(0 \leq r \leq \infty, t=0) = h_0$,
2. $Q(r=0, 0 < t \leq T) = Q_k(t)$
3. $h(r=\infty, 0 < t \leq T) = h_0$;

ahol a korábbiakon túl:

- h_0, m : a talajvíz kezdeti (nyugalmi) szintje,
- $Q, m^3/d$: vízhozam,
- $Q_k, m^3/d$: a kút hozama,
- T, d : a vizsgálat teljes időtartama.

Az alapegyenlet megoldása, a talajvízszint sugárirányú és időbeli változása a Theiss-féle összefüggés segítségével lehetséges (Bear, 1979.). Egy bányató hatásának leírása szakaszonként állandó hozamú kútként kezelve viszonylag egyszerűen, a Theiss-féle összefüggés időlépcsőnkénti összegzésével vizsgálható, melyet a 47. ábra is mutat. A bányató folytonosan változó vízvesztése így lépcsősen közelíthető. A tó okozta talajvízszint-változás – leszívás - nagysága a tó középpontjától mért r távolság függvényében a t_{n-1} és t_n közötti időtartamban nyomás alatti vízvezető réteg esetén az alábbi összeg segítségével határozható meg:



47. ábra: A vízvesztés lépcsős közelítése

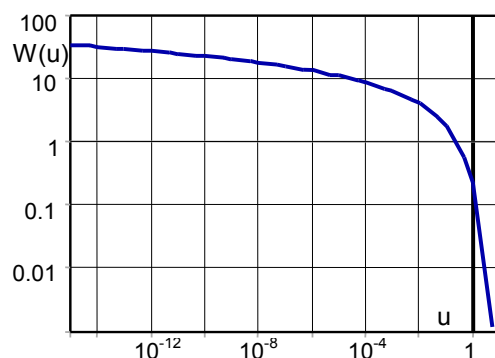
$$s(r, t_{n-1} < t \leq t_n) = \frac{1}{4\pi kH} \sum_{i=1}^{i=n} \left\{ \Delta Q_i W \left[\frac{r^2 S}{4kH(t-t_{i-1})} \right] \right\}$$

míg szabad felszínű réteg esetén (Varga - Csoma, 1995.):

$$s'(r, t_{n-1} < t \leq t_n) = \frac{1}{4\pi k h_0} \sum_{i=1}^{i=n} \left\{ \Delta Q_i \cdot W \left[\frac{r^2 S'}{4k h_0 (t - t_{i-1})} \right] \right\} \quad \text{ahol: } s' = \frac{h_0^2 - h^2}{2h_0}, \quad S' = \frac{Sh_0}{h},$$

ahol az előző jelöléseken túl $W(u)$ a Theiss-féle kútfüggvény. Ezt korábban táblázatosan, manapság inkább sorba fejteses közelítéssel használjuk, grafikusán a 48. ábra szemlélteti.

Az összefüggés hidraulikailag a fekvő elérő teljes kútnak tekinthető kerek tavak környezetében adja meg a vízkivétel okozta leszívás hely- és időbeli változását a tó sugarán kívül. Az egyszerű számítási mód viszonylag nagytömegű, gyors számítást tesz lehetővé.



48. ábra: A Theiss-féle kútfüggvény

8.2.2 Adatok

A számításokhoz a vízvezető réteg 3. *fejezetben* megadott adatait és számított jellemzőit alkalmaztuk. Jelen, viszonylag egyszerűbb számítás lehetővé teszi, hogy az egyes jellemzőket nemcsak átlagos, hanem attól eltérő értékekkel is vizsgáljuk, így az azok meghatározásában rejlő bizonytalanságok hatásai is feltárhatók. Ez valójában egy érzékenység-vizsgálat.

A számításokat kilenc változatban végeztük el. Az első változat az átlagos értékeket alkalmazza, míg a további 4x2 egy-egy jellemző becsült szélső értékeit. A három talajjellemző (k , n , S) további kombinációinak vizsgálata értelmetlen, mivel ezen értékek ugyanazon szemeloslásokból erednek. További változatot jelentett viszont a szabad vízfelület többletpárolgásának figyelembe vett két értéke.

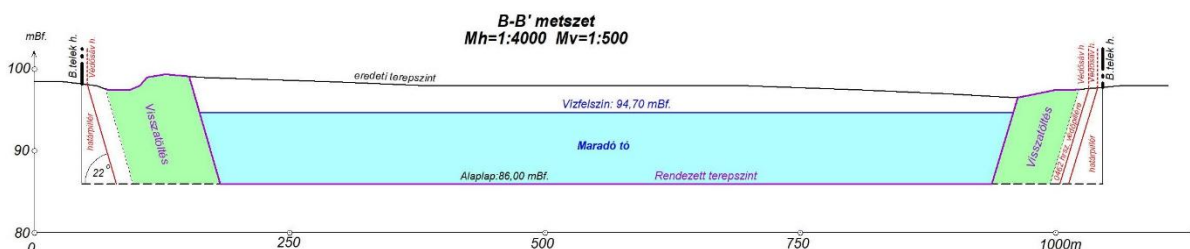
Az alkalmazott adatokat, illetve azok kombinációit a 22. táblázat tartalmazza. Az itt megadott talajjellemzőket a 3.4 pont alapján adjuk meg. Külön figyelmet érdemel a tározási tényező,

melyet ott még mindkét (szabad felszínű és nyomás alatti) vízvezető réteg esetére megadtunk. Azonban a fúrások során feljegyzett talajvízszintek és a fedő alsó síkjának összevetése (2.3.2. melléklet) alapján, mivel a talajvízszint a fedő alsó szintje környezetében ingadozik, a vízvezető réteget szabad felszínűnek közelítettük. Emellett szólt az is, hogy a kisebb, közbe-települt rétegeket, melyek a fedőhöz hasonlóak, szintén vízvezetőnek tekintettük.

22. táblázat: A vizsgált változatok jellemzői

vált.	talajjellemzők			fekü m B.f.	kezd.TV m B.f.	párolg mm/év
	k, m/d	n, -	S, -			
1	25	0,34	0,28	86,0	95,0	275
2.1	25	0,34	0,28	86,0	95,0	250
2.2	25	0,34	0,28	86,0	95,0	300
3.1	25	0,34	0,28	85,0	95,0	275
3.2	25	0,34	0,28	88,0	95,0	275
4.1	25	0,34	0,28	86,0	93,5	275
4.2	25	0,34	0,28	86,0	96,5	275
5.1	10	0,30	0,26	86,0	95,0	275
5.2	40	0,36	0,31	86,0	95,0	275

A fekü szintjét az 1. pontban megadott Kiskunlacháza XXVI. megállapítási kérelme dokumentáció Tájrendezési előterv térkép B – B' metszete alapján 86,0 m B.f.-nek tekintettük. A metszetet a 49. ábra mutatja.

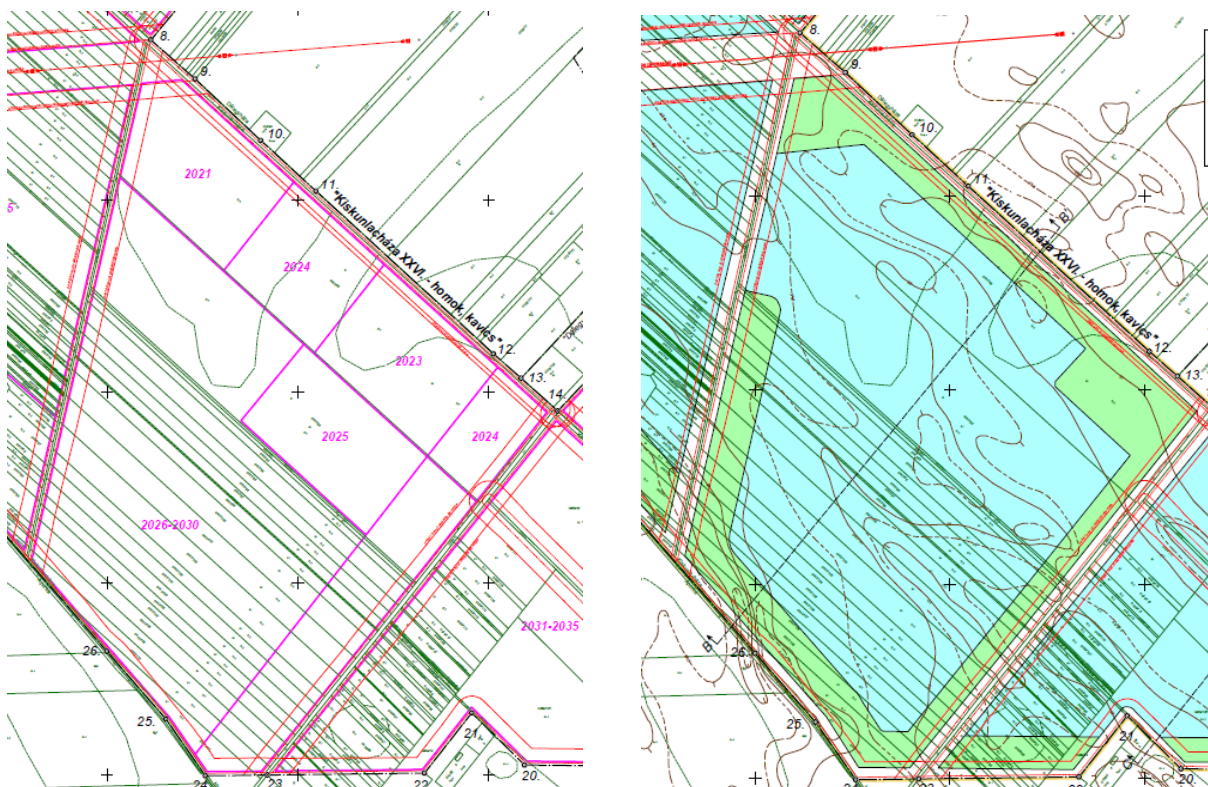


49. ábra: A tervezett tó metszete

A közepes talajvízszintet a korábban említett 6.3.3 – 6.3.5. melléklet alapján, szintén figyelembe véve a fenti metszetet adjuk meg, míg a párolgás a 4.5 pont szerinti érték. A táblázat fordított színezéssel jelöli azon paramétereket, amelyeket érzékenységi vizsgálatként az adott változat esetén az átlagostól eltérő értékkel vizsgáltunk.

A vizsgált bányatelken jelenleg nem folyik kavicskitermelés, így kezdeti tőfelület nincs. A további méreteket és jellemzőket, így a kavicskitermelés intenzitását a Kiskunlacháza XXVI. megállapítási kérelme alapján becsüljük. Egyrészt ott 500.000 m³/év kitermelést terveznek, mely a 10 m körüli vízvezető réteggel 5 ha/év értékkel vehető figyelembe. Másrészt a dokumentáció Ingatlan igénybevételei ütemterv térképe szerint a 2021 – 30. időszakra tervezett munkálatok főként a terület középső részét, a korábbi Kiskunlacháza XIX. bányatelket érintik. Ezt mutatja az 50. ábra bal oldali része, mely a fenti térkép kivágata. A Tájrendezési előterv térkép alapján az itt kialakuló tó a visszatöltésekkel együtt mintegy 50 - 55 ha lesz, melyet az 50. ábra jobb oldali része mutat. Így az első 10 évben valóban 5 ha/év kitermelés feltételezhető. Ennek megfelelően a számításokhoz az üzemidőt a bánya működésének első 10 évében szabtuk meg, magát a számítást azonban 20 évre terjesztettük ki, mely egy 10 év utáni felhagyást felté-

telez. Tekintettel a hosszabb távú előrejelzések bizonytalanságára mind a természetes, mind a gazdasági folyamatok esetén, a további számítások megbízhatósága megkérdőjelezhető.

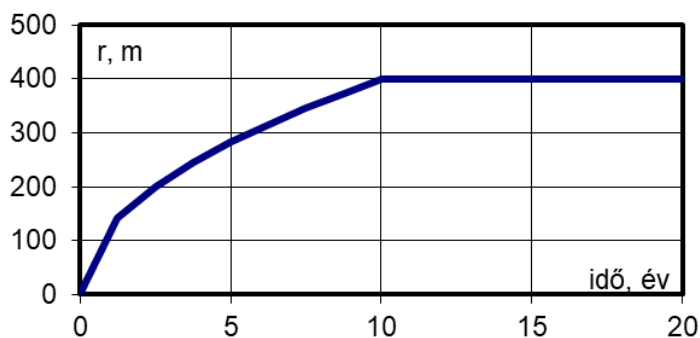


50. ábra: Az Ingatlan igénybevételi ütemterv (bal) és a Tájrendezési előterv térkép (jobb)

A kialakuló tó mérete így mintegy 400 m-es tószugár mellett 50 ha lesz. A tószugár növekedése az 51. ábra alapján követhető. Az így kialakuló tó mérete összhangban áll a következő vizsgálat első ütemével (lásd 8.3.2. pont) is. Amennyiben a kitermelés üteme kisebb, a várható hatások is csekélyebbek lesznek.

A kitermeléssel járó vízvesztesség 5%-ra tehető.

A számításokat a fiktív tó középpontjától csak olyan távolságra terjesztettük ki, hogy az a környező tavakat ne, vagy csak alig érje el. Figyelembe véve, hogy a térségben több bányaterület viszonylag közel helyezkedik el, a számításokat csak 1,5, 2,0 és 2,5 km-es távolság feltételezésével végeztük. A kisebb távolság Áporka északi részéig, a középső Áporka központjáig, illetve Délegyháza közelebbi részéig, míg a nagyobb nagyjából Délegyháza központjáig ér. A 10 éves kitermelés mellett a számítások teljes időtartamát 20 évben adtuk meg. A számításokhoz 1 éves időlépcsőt alkalmaztunk, azaz az eredményeket évente kaptuk meg.



51. ábra: A tószugár változása

8.2.3 Eredmények

A számítások nyomán kapott vízvesztéseket az 22. táblázat változatainak megfelelően az 52. ábra és a 23. táblázat segítségével foglaljuk össze. A táblázat első oszlopa a kitermelés során várható legnagyobb vízvesztés, a második az esetleges felhagyás utáni párolgási veszteséget adja meg. Mindkét oszlopban a maximumot vörös, a minimumot zöld jelöli. Látható, hogy a kezdeti 700 m³/d körüli vízvesztesség 10 év alatt 950 - 1000 m³/d körülire növekszik,

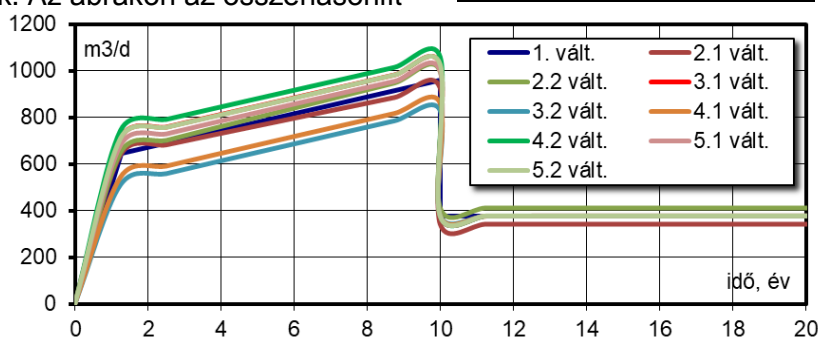
majd a kitermelés leállításával - 10 éven túl - mintegy 400 m-es fiktív tósugár mellett a kezdeti érték alá, 400 m³/d alatti értékre csökken. Ez éppen a párolgásnak megfelelő érték.

A vízvesztés nagyságát a kitermelés során leginkább a fekü szintje és a talajvízszint, azaz összességében a telített réteg vastagsága, így a kitermelt kavics mennyisége befolyásolja (3.1. és 3.2. változat illetve 4.1. és 4.2. változat). Felhagyás után a bányató párolgása (2.1. és 2.2. változat) a döntő. A talajjellemzők (k, n, S) hatása a vízvesztésre csekély.

Az eltérő vízvesztések nyomán kapott vízszintváltozások időbeli változását a tó középpontjától a korábban megadott távolságokra az 53 - 55. ábrák mutatják. Az ábrákon az összehasonlíthatóság érdekében a Δh relatív leszívásokat tüntettük fel, mely az s leszívásnak – azaz adott helyen a vízszintcsökkenésnek - a vízvezető réteg vastagságára vonatkoztatott előjeles mennyisége %-ban kifejezve, $\Delta h = -s/H \cdot 100$ [%]. Az abszolút szintek 7.1. mellékletben találhatók.

23. táblázat: A vízvesztés

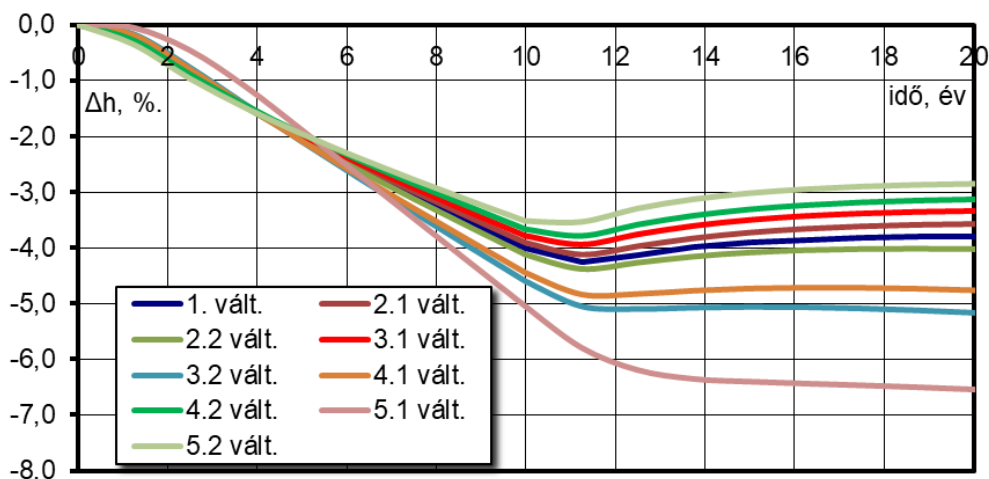
vált.	vízveszt, m ³ /d	
	max.	párolg.
1	967	377
2.1	933	342
2.2	1001	411
3.1	1032	377
3.2	836	377
4.1	869	377
4.2	1065	377
5.1	1006	377
5.2	1030	377



52. ábra: Vízvesztés időbeli változása

A relatív vízszinteket 1500 m-re a feltételezett tó középpontjától az 53. ábra, 2000 m-re az 54. ábra, míg 2500 m-re az 55. ábra mutatja. Az adott helyen a legnagyobb értékeket a 24. táblázat foglalja össze.

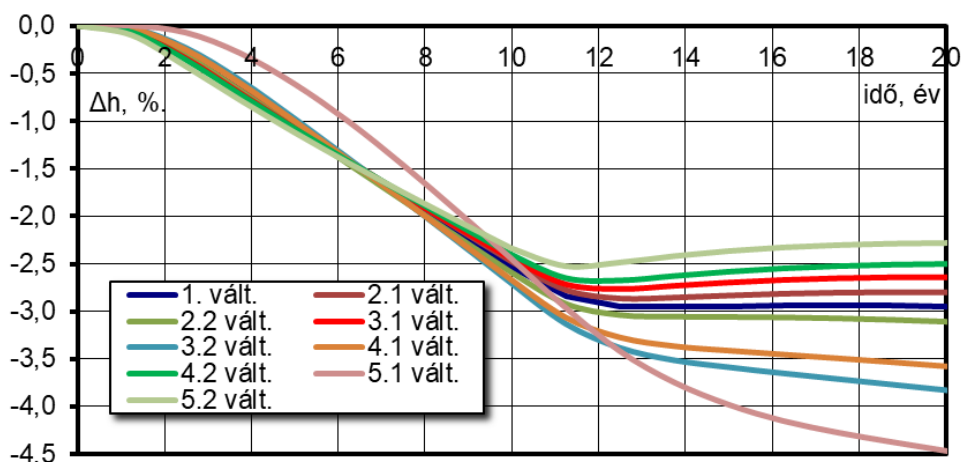
A három ábra jól mutatja, hogy a vízszintcsökkenés – különösen a kitermelés ideje alatt – szinte csak a talajjellemzőkre, első sorban a szivárgási tényezőre érzékeny. Mindhárom ábrán és a mellékletekben is az 5.1 – 5.2. változatok kivételével szinte azonos lefutásúak a görbék, azonban a talajjellemzők hatása jelentős: a szélső értékeket minden esetben ez a két változat adja.



53. ábra: Relatív vízszintváltozások 1500 m-re a tó középpontjától

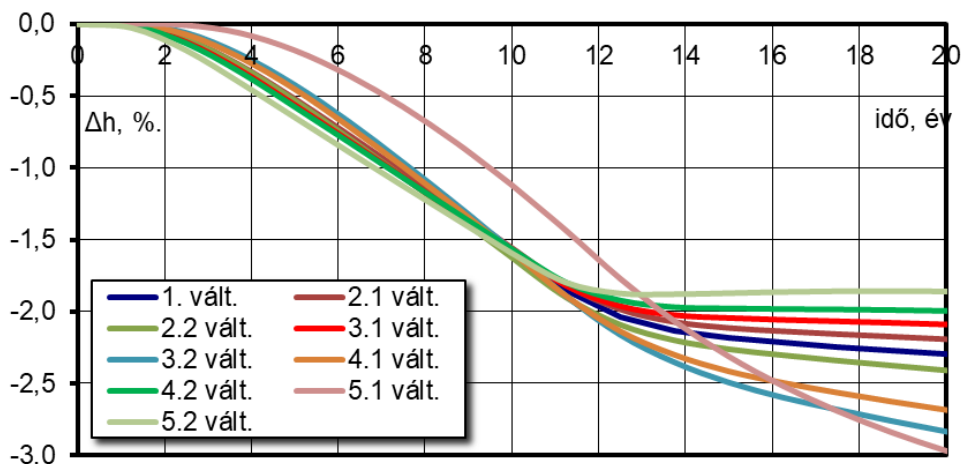
1500 m-re a helyettesítő tó középpontjától (53. ábra, 7.1.1. melléklet) a legnagyobb leszívások értéke általában 4 % körüli, mely kissé a felhagyás után, késleltetve jelentkezik. A kitermelés befejeztével a talajvízszint megemelkedik, és a relatív leszívás 3 – 3,5 % környékén stabilizálódik. Alacsonyabb szivárgási tényező hatására (5.1. változat) azonban a maximum erőteljes késleltetéssel jelentkezik, hiszen a görbe 20 év után is süllyed. Magasabb szivárgási tényező esetén (5.2. változat) viszont késleltetés alig tapasztalható, és a maximum is csak 3,5 %, va-

lamint a szint 20 év elteltével 3 % – kb. 25 cm - alatt áll be. A 24. táblázatban ezt a két szélső értéket adó változatot eltérő színekkel jelöljük.



54. ábra: Relatív vízszintváltozások 2000 m-re a tó középpontjától

2000 m-re a helyettesítő tó középpontjától (54. ábra, 7.1.2. melléklet) a legnagyobb leszívások értéke lényegesen alacsonyabb, általában 2,5 – 3,0 % körüli, mely azonban a nagyobb távolság miatt már jobban késleltetve, 12 – 13 évvel a bányanyitás után jelentkeznek. A kitermelés befejeztével a várható talajvízszint-emelkedés a vizsgált 20 év alatt változattól függő módon, de lassan kezdődik meg, mind a relatív, mind az abszolút görbék keveset változnak. Alacsonyabb szivárgási tényező hatására (5.1. változat) a szintcsökkenés itt is erőteljesebb, a felhagyás utáni emelkedés még nem jelentkezik. Magasabb k esetén (5.2. változat) viszont a késleltetés csak két év, és a vizsgált időszak végére a relatív leszívás 2 % közelébe – kb. 20 cm – emelkedik. A 24. táblázatban a két szélső értéket adó változat eredményeit is eltérő színekkel jelöljük.



55. ábra: Relatív vízszintváltozások 2500 m-re a tó középpontjától

2500 m-re a helyettesítő tó középpontjától (55. ábra, 7.1.3. melléklet) a legnagyobb leszívások értéke tovább csökken, általában 2,0 - 2,5 % körüli, mely azonban a nagy távolság miatt már oly mértékben késleltetve jelentkezik, hogy nem minden változatnál egyértelmű a szélső érték. A kitermelés befejeztével a várható talajvízszint-emelkedés így a vizsgált 20 év alatt nem minden változat esetén indul meg, a görbék zöme – ha csekély mértékben is – tovább süllyed, bár a relatív leszívás csekély. Alacsonyabb szivárgási tényező hatására (5.1. változat) a süllyedés még határozott, míg magasabb k esetén (5.2. változat) a szintemelkedés már elindul. Ebben az esetben a vizsgált 20 év elteltével a relatív leszívás 2 % – kb. 15 cm – körüli lesz. A 24. táblázatban a két szélső értéket adó változat eredményeit is eltérő színekkel jelöljük.

A hatásterjedést a 10 cm és 20 cm talajvízszint-süllyedés kialakulásához szükséges idővel jel-

lemezük, melyet a maximális leszívások mellett a 24. táblázatban foglalunk össze.

24. táblázat: Leszívások és a kialakuláshoz szükséges idő

változat	1500 m-re a tó középpontjától			2000 m-re a tó középpontjától			2500 m-re a tó középpontjától		
	max. víz-szintvált, cm	10 cm sülly. eléréséhez szüzs. idő, év	20 cm	max. víz-szintvált, cm	10 cm sülly. eléréséhez szüzs. idő, év	20 cm	max. víz-szintvált, cm	10 cm sülly. eléréséhez szüzs. idő, év	20 cm
1. vált.	-38,3	3,03	5,47	-26,6	5,19	8,93	-20,7	7,80	16,46
2.1 vált.	-37,2	3,05	5,55	-25,8	5,24	9,10	-19,7	7,89	> 20
2.2 vált.	-39,3	3,01	5,39	-27,9	5,14	8,78	-21,7	7,72	14,26
3.1 vált.	-39,3	2,76	5,06	-27,6	4,76	8,34	-20,9	7,18	13,27
3.2 vált.	-37,7	3,74	6,49	-26,8	6,40	10,44	-19,8	9,42	> 20
4.1 vált.	-36,8	3,54	6,20	-26,8	6,01	10,00	-20,1	8,96	19,66
4.2 vált.	-39,8	2,64	4,88	-28,0	4,56	8,07	-21,0	6,90	11,99
5.1 vált.	-60,7	3,76	5,55	-40,2	6,53	9,43	-26,7	9,97	14,55
5.2 vált.	-31,8	2,85	5,79	-22,7	4,97	9,51	-16,9	7,42	> 20

1500 m-re a feltételezett tó középpontjától 10 cm leszívás kialakulásához átlagosan 3 év, míg 20 cm-hez átlagosan 5,5 év szükséges. 2000 m-re a középponttól 10 cm leszívás kialakulásához átlagosan 5,5 év, míg 20 cm-hez átlagosan 9 év szükséges. Végül 2500 m-re a középponttól 10 cm leszívás kialakulásához átlagosan 8 év, míg 20 cm-hez átlagosan 15 év szükséges, de három változat esetén a vizsgált 20 évben nem alakul ki ekkora leszívás. A 24. táblázatban ezen szélső értékeket szintén eltérő színekkel jelöljük.

Végül meg kell jegyeznünk, hogy a 8.3. pont részletesebb vizsgálatainak eredményei az itt megadottaktól esetleg némileg eltérőek lehetnek. Tekintettel arra, hogy ez a vizsgálati módszer közelítő, eredményei inkább csak első becslésként és érzékenységi-vizsgálatként vehetők figyelembe. Ezért szükséges a későbbi, 8.3. pont részletesebb modellje, melyet azonban nagyobb adat- és egyéb igénye miatt már csak a legfontosabb esetekre alkalmazunk.

8.3 A BÁNYATAVAK TÉRSÉGI HATÁSAINAK VIZSGÁLATA

8.3.1 A számítások módszere

Az AEM lényege abban áll, hogy a talajvíztérben jelen levő, a vízmozgást befolyásoló természetes képződmények (pl. vízfolyások, tavak, stb.) vagy mesterséges létesítmények (pl. kutak, stb.) hatását külön-külön, a talajvízmozgás alapegyenletét egyenként kielégítő összefüggésekkel vizsgáljuk. Ezek az elemek a teljes talajvíztér egy-egy lokális jellemzőjét adják, a hozzájuk tartozó összefüggés a teljes áramlási tér leírásának egy-egy *analitikus eleme*. Az egyes elemek elkülönített leírása után a hatások az alapegyenlet linearitása illetve linearizálhatósága alapján egymásra halmozhatók. Így alakul ki a teljes áramlási tér átfogó leírása, mely az előző pont feltételei mellett kielégíti az időben állandó talajvízmozgás alábbi alapegyenletét (Kovács, 1972, Juhász, 2002):

$$T \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + T \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = N$$

ahol:

- h, m B.f. : a nyomásszint,
- T, m²/d : a transzmisszibilitás, T= kh
- N, m³/d/m²: a felszíni beszivárgás

Az alapegyenlet korlátai közül a talaj vízszintestől eltérő rétegződése, lokális inhomogenitása, és a függőleges vízforgalom számos megfelelően kialakított analitikus elemmel figyelembe vehető.

Az egyes összefüggések az áramlási tér egy-egy elemét írják le az elem helye, geometriai alakja és hidraulikai jellemzői függvényében. Számos elem esetén ezen jellemzők adottak, azonban

vannak olyanok is, ahol ezek nem ismertek. Meghatározásukhoz minden ismeretlent tartalmazó elem esetén szükséges egy-egy ellenőrző pont, ahol vagy a talajvízszint maga (például beszivárgás számítása esetén ismert vízszintű tóból), az áramlás iránya (például vízzáró határ mentén) vagy egyéb feltétel ismert. Ezen feltételek segítségével minden egyes ellenőrző pontra felírható a teljes áramlási teret jellemző összegzett hatás. Az így kapott egyenletek valamennyi pont figyelembe vételével olyan lineáris egyenletrendszert alkotnak, melynek megoldása nyomán a vizsgált tér bármely pontjában megadható a talajvízszint.

Az egyes elemek leírásához a hidromechanika jól ismert áramképeit (Németh, 1963.) vagy azok továbbfejlesztett változatait (Strack, 1989, Haitjema, 1995, Csoma, 1995., 2001, 2002.) alkalmazzuk. Így vízfolyások figyelembe vételére a vonal menti források láncolata, tavak esetében pedig a korábbi, kör alakú közelítés helyett a különböző alakú felületi források alkalmazhatók, stb. (Csoma, 2007.)

A számításokhoz a GFLOW nevű szoftvert alkalmazzuk (www.haitjema.com).

8.3.2 A számításokhoz felhasznált adatok és a modell kalibrálása

8.3.2.1 A kiindulási adatok

A vizsgált terület a korábbiak szerint az RSD, a DTCS és DVCS illetve a területet délről határoló csatornák alkotta háromszög, mely hidraulikailag jól lehatárolható egység. Itt helyezkedik el az összevont, Kiskunlacháza XXVI. - kavics, homok védnevű bányatelek. A térségben azonban további üzemelő és felhagyott kavicsbányatavak is találhatóak. Ezek figyelembe vételét a későbbiekben külön részletezzük.

A terület vízföldtani jellemzőit a 3. pont alapján építettük a modellbe. Így a feküszint alapértékét 86 m B.f, a szivárgási tényezőt 25 m/d kezdő értékkel vettük figyelembe, melyek az előző pont középértékei is. Ezek adták a kiindulási értékeket a későbbi kalibráláshoz.

A meglevő kavicsbányatavak párolgását a szabad vízfelszín többletpárolgásával vettük figyelembe, mely a 4.3 pont tanulsága szerint csapadékszegényebb, melegebb időszakban 300 mm/év, hűvösebb, csapadékosabb időszakban 250 mm/év értékkel becsülhető.

A csatornákat az 5.1. pont alapján vizsgáltuk. A száraz és nedves időszakok kismértékben eltérő csatornaszintjei mellett a terület déli részén található kettős működésű csatornák áramlási irányait is a vizsgált időszakhoz igazítottunk: száraz időszakban az 5.1.3. melléklet szerinti öntözési, nedves időszakban az 5.1.4. melléklet szerinti belvizes ütemrendet alkalmaztuk.

8.3.2.2 Tavak figyelembe vétele

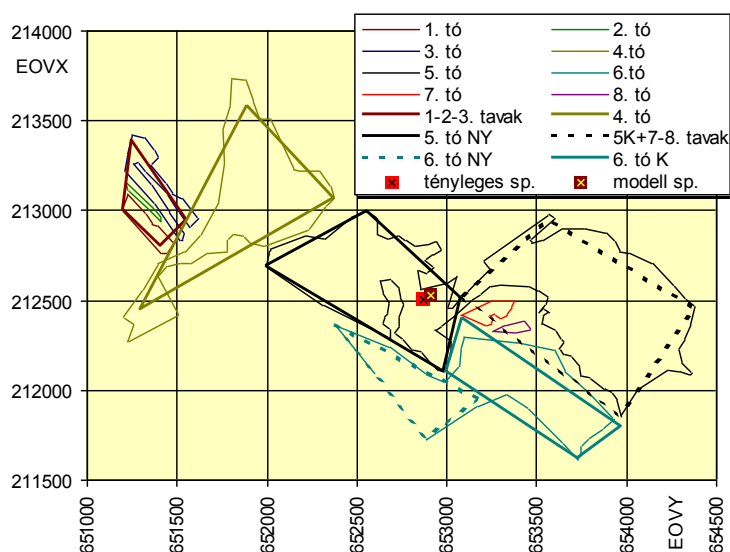
A tavak figyelembe vételét a terület összetettsége miatt külön részletezzük. A nagyszámú, gyakran bonyolult partvonalú és eltérő méretű tavak modellbeli figyelembe vétele során egyrészt mérlegelendő az, hogy mely tavakat milyen részletességgel vegyünk figyelembe, másrészt az alkalmazott eszköz kapacitása is határt szabhat. A terület modellezéséhez így a következőkben összefoglaltakat tartottuk szem előtt.

Elsőként törekedtünk arra, hogy számba vegyük az összes szabad vízfelületet, azaz a bányatavakon kívül a térség további vizeit. Így a vizsgált tórendszert a legújabb műholdfelvételek (v.ö. 5.2.11. melléklet) alapján alakítottuk ki.

A következő kérdés a térségben található tavak nagy száma és modellezése: melyik tavat milyen formában érdemes figyelembe venni? Erre a fent említett analitikus elemek módszere széles lehetőséget nyújt: tavak vizsgálhatók közelítően kör alakkal, vagy összetett, sokszög

alakokkal is. Nagyobb tavak akár több részre is bonthatók, ugyanakkor több, kisebb, a kérdéses területtől távolosító tó akár össze is vonható. A vizsgált bányatelekhez viszonyított hidraulikai távolság figyelembevételével az alábbi ajánlások figyelembe vételével alakítottuk ki a modellt:

- kisebb területű, pl. összes tóterület 1 %-ét nem érő, magányos tavak a vizsgált bányatelektől távolabb figyelmen kívül hagyhatók;
- a vizsgált bányatelektől távolabbi, de még a kalibráció alapján figyelembe veendő tavak bármely alak esetén körrel közelíthetők;
- kisebb területű egyéb tavak hidraulikailag hasonló hatású (pl. egy vízfolyás azonos partjára eső) tóval összevonhatók;
- a vizsgált bányatelektől távolabb más tavak is összevonhatók az alábbi feltételekkel:
 - = célszerű, ha az összevonás jogilag is azonos tavakat érint (pl. azonos bányaterülethez, tulajdonoshoz, üzemeltetőhöz tartozó tavak),
 - = az összevont tóterület a ténylegestől 1-2 %-nál nagyobb mértékben ne térjen el,
 - = az összevont terület súlypontjának helye és a tényleges súlypont helye a bányaterület adott irányú kiterjedésének 1-2 %-ánál nagyobb mértékben ne térjen el;
- a vizsgált bányatelek közelében minden tó mérettől függetlenül figyelembe veendő;
- a tavak tényleges alakja a lehetőleg követendő;
- tavak bonyolult alakkal több részre bonthatók az alábbi feltételek mellett:
 - = egy adott területrészt csak egy (rész)tóhoz tartozhat, átfedés nem lehet,
 - = az összevonásnál megadott egyéb szempontok a tavak szétbontásánál is szem előtt tartandók.



56. ábra: Délegyháza I. közelítése

A fenti megfontolások jól követhetők régóta felhagyott bánya, *Délegyháza I.* terület 8 eltérő méretű tavának példáján, melyet az 56. ábra mutat. Az ábra a terület egy lehetséges – jelenleg nem alkalmazott - közelítését mutatja, mely ebben az esetben helyi hatások vizsgálatára alkalmas. Ha méginkább lokális kérdések kerülnének előtérbe, tovább finomított leírás is alkalmazandó, míg térségi vizsgálatok esetén - mint most - további összevonásokkal durvább közelítés is elfogadható.

25. táblázat: Tavak jellemzőinek közelítése

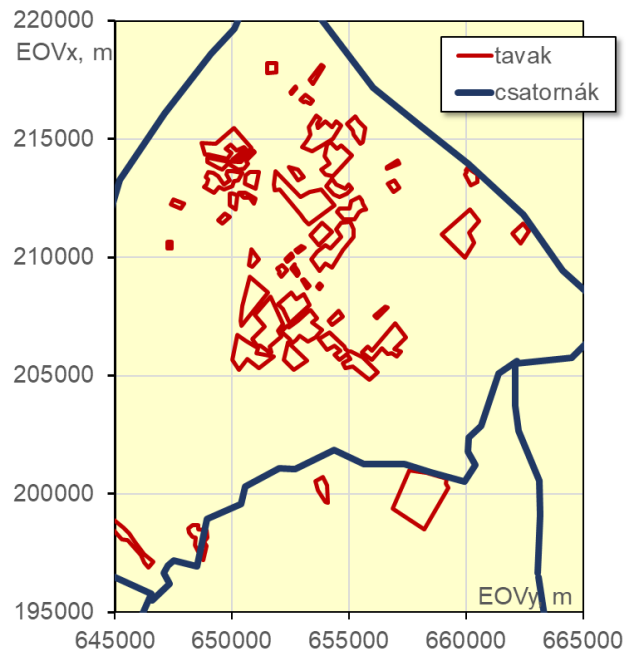
Az ábrán vékony vonal jelöli a tényleges és vastag a figyelembe vett tavakat. Látható, hogy itt mind tavak összevonására, mind pedig szétbontására sor került. Az egyes tavak területeit és súlypontjait, valamint a teljes bányatelekre vonatkozó összegeket a 25. táblázat tartalmazza. Figyelembe véve, hogy a teljes terület legnagyobb hossza y irányban mintegy 3300 m szélessége x irányban pedig 2200 m, a bányatavak közelíté-

tó jele	tényleges			modellbeli		
	súlypont, m		terület ha	súlypont, m		terület ha
	eovy	eovx		eovy	eovx	
1 (2-3)	651355	212907	3,0	651353	213035	9,9
2	651329	213031	0,6	-	-	-
3	651406	213128	6,4	-	-	-
4	651780	212973	43,3	651853	213032	42,2
5 (NY)	653243	212491	108,3	652654	212577	44,8
5K és 7-8	-	-	-	653753	212444	59,5
6 (NY)	653327	211982	44,5	652814	212014	15,0
6K	-	-	-	653448	211980	28,2
7	653266	212422	2,0	-	-	-
8	653371	212346	0,7	-	-	-
összes	652868	212509	209,0	652914	212526	209,7

se az előzőekben megadott feltételeknek megfelel.

A fenti megfontolások alapján összeállított tórendszert mutatja az 57. ábra, melyen a jobb tájékozódás érdekében a főbb vízfolyásokat is feltüntettük. Az ábrán látható tavak összterülete közel 2900 ha, mely érték összhangban áll Tari (2010.) közel 2000 ha-os becslésével. Egyrészt azóta több, mint 10 év eltelt, melynek fejlesztéseit az 5.2. melléklet jól mutatja, másrészt az a becslés csak a bányatavakra vonatkozik, itt viszont minden szabad vízfelületet figyelembe vettünk.

Végül mindösszesen közel 50 tavat vizsgáltunk, átlagosan 60 ha területtel. A legnagyobb – összevont – tóterület közel 360 ha, a legkisebb 2,5 ha volt.



57. ábra: A vizsgált tórendszer

8.3.2.3 A kalibrálás

Egy modell kalibrálása során valamely paramétert (vagy paramétereket) addig változtatunk, amíg egy adott hidraulikai állapotot a modell elfogadható mértékben - adott hibahatáron belül - meg nem közelít. A számítás célja a bizonytalan illetve nehezen mérhető, inkább becsült paraméterek olyan kombinációjának megtalálása, mellyel a fenti, adott hidraulikai helyzet előállítható.

A kalibrálást jelen esetben csapadékosabb időszakra, 250 mm/év párolgással és a talajvíz közepes nagyvizének feltételezése mellett végeztük. A paraméterek, melyeket a kalibrálás során - természetesen a fizikai realitások szem előtt tartása mellett – módosítottunk, az alábbiak:

- a szivárgási tényező némileg emelkedett: az eredetileg, előző pontban is alkalmazott tartomány középértéke helyett a felső határát elérve 40 m/d bizonyult helytállóknak, melyet több helyen a korábbi vizsgálatok eredményeivel (lásd 3.2. melléklet) finomítottuk.
- a fekszing, melyet végül a vízszintes kiindulási érték helyett a Kuti-féle fekszingképnek megfelelően (lásd 2.1.1. melléklet) 75 - 85 m B.f. szintek között vettünk figyelembe,
- a háttéráramlás, mely további magyarázatot igényel. Jelen modell a 8.3.1. pont szerint végtelen kiterjedésű talajvízteret vizsgál. A háttéráramlás a végtelen közeli hatásokat veszi figyelembe, azaz olyan, nem modellezett – nem modellezhető - jelenségeket, melyek azonban a vizsgált területre hatással vannak. Jelen esetben ilyen például a területet északkeleti irányból, a Gödöllői-dombság felől érő vízutánpótlás, melyet minden korábban bemutatott talajvíztérkép (v.ö. 6.1. melléklet) is mutat. Ennek megfelelően a háttéráramlás kalibrált iránya északkelet-délnyugati lett.
- a figyelembe vett csatorna-szakaszok hossza, melyek közül végülis a DVCS-t Kunpeszér irányába meg kellett hosszabbítani.

A kalibráláshoz a csatornák üzemvize és belvizes üzeme mellett a talajvíz 6.3. mellékletben megadott közepes nagyvízszintjeit alkalmaztuk. Ez így nem egy ténylegesen előfordult hidrológiai – hidraulikai állapot, de a 7. pont megfontolásai alapján előfordulhat. Emiatt a kalibrálás során átlagos pontosságra törekedtünk, megengedve azonban lokálisan egy-egy nagyobb eltérést.

A kalibrálás értékelését többféle szempontból is elvégeztük. A talajvízszint észlelő kutak mért (KNV vagy KKV) és számított (SZ) értékeinek összehasonlítását egyrészt az átlagos hibával

jellemezhetjük, mely a következő: $ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (SZ_i - KNV_i)$, ahol N a vizsgálatba bevont kutak száma. A mérőszám előnye az egyszerűsége, hátránya az, hogy ha a szélsőségek kiegyenlítik egymást, látszólag hibátlan a vizsgálat.

Ezen hátrányt ellensúlyozza az átlagos négyzetes hiba gyöke, mely a szélsőségeket jobban figyelembe veszi. Nagysága a következőképpen számítható: $RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (SZ_i - KNV_i)^2}$. Mindkettő a vizsgált jellemző (jelen esetben hosszúság) mértékegységét tartja meg.

A harmadik a regressziós együttható (r^2), mely a mért és számított értékek közötti eltérést a legkisebb négyzetek módszerével elemzi. Az összetett eljárás részletezését mellőzve annyit emelünk ki, hogy a regressziós együttható értéke 0 és 1 közötti. Minél szorosabb a kapcsolat a két vizsgált mennyiség között, annál magasabb az értéke, $r^2 = 1$ jelen esetben teljes azonosítást jelent. A jellemző excel-lel számítható.

Bár a fentieket a kalibrációra adtuk meg, KNV helyett KKV-val a validációra ugyanúgy alkalmazható.

A kalibrált modell így az RSD – DTCS - DVCS – I. árapasztó alkotta háromszögben $ME = 8,0$ cm-es átlagos hibával adta meg a talajvízszint-észlelő kutak közepes nagyvízszintjeit, míg az átlagos négyzetes hiba gyöke $RMSE = 53$ cm. Ha a csatornák túlsó partján levő kutakat is figyelembe vesszük, akkor az átlagos hiba (ME) eléri az 50 cm, és az RMSE az 1 m-t. A mért és a számított értékek között felállított korrelációs együttható értéke az összes kút figyelembe vételével viszonylag magas, $r^2 = 0,8$. A lokálisan előforduló akár 1 m-t is meghaladó hibák inkább a csatornák vizsgált területtől távolabb eső partjain – jellemzően a DTCS-től északra vagy délkeleten, a DVCS környékén - jelentkeztek. Tekintettel arra, hogy a kalibráláshoz nem egy ténylegesen előfordult állapotot modelleztünk, fenti pontosság elfogadható.

8.3.2.4 A validálás

A következő lépés a modell validálása. Ehhez a kalibrált modellel egy kalibráláshoz fel nem használt, attól független állapot számítását végeztük el, melynek eredménye szintén ismert. A művelet célja annak igazolása, hogy a kalibrált modell egy más hidrológiai-hidraulikai helyzetben is a valós állapotot adja. Validáláshoz a talajvízszint észlelő kutak közepes kisvízeit alkalmaztuk, egy szárazabb időszak 300 mm/év többletpárolgásával, a csatornák öntözési üzemrendjével.

A validáció során a modell valamivel nagyobb hibával, átlagosan $ME = 20$ cm körüli pontossággal adta meg a talajvízszint-észlelő kutak közepes kisvízszintjeit a csatornák alkotta háromszögben, míg az átlagos négyzetes hiba gyöke a kalibrálthoz képest kevesebbet emelkedett, $RMSE = 62$ cm lett. Ha az összes kút figyelembe vesszük, akkor az átlagos hiba (ME) kissé 50 cm fölé került, míg az RMSE jelentősebben növekedett, 1,5 m fölé, és a korreláció erőssége is némileg csökkent, $r^2 = 0,65$ lett.

Ezek az értékek összhangban vannak a korábban tapasztaltakkal, mely szerint általában a kalibráció ad pontosabb közelítést a validációnál.

8.3.2.5 A kalibrált és validált talajvízszintek

A számítások eredményeit, a kalibrált illetve a validált modell által megadott talajvíz szintvonalakat nedves időszakokra a 7.2.1. *melléklet* (kalibrált) és a 7.2.6. *melléklet* (validált) mutatja. Az ábrákon a fél méterenkénti lépcsővel megadott szintvonalak mellett vörös szín jelzi a figyelembe vett, meglevő tavakat (lásd 57. ábra is), világoskék a vizsgált bányatelek terve-

zett, és narancs az adott változatban figyelembe vett tavait. A szivárgási tényező lokális megváltozásait fehér, a feküszint változásait halványszürke vonalak mutatják. Jelen színek minden további, hasonló jellegű ábrán így szerepel. Az ábrák a *GFLOW* program segítségével készültek, háttérként a *Google Earth* halványított képével.

A nedves (KNV) és száraz (KKV) állapot között legfeljebb 80 cm különbség alakul ki, különösen a nagyobb tavak környezetében, míg a vízfolyások szabályozott – közel állandó - üzemvízszintje miatt a különbség elhanyagolhatóvá válik. Mindkét változat esetén azonban megállapítható, hogy a meglevő tavak térségében, a legnagyobb felületű felhagyott délegyházi bányatavat illetve a tőle délre fekvő kiskunlacházi tavakat összekötő vonal körül, mint egy körhöz közelítő ellipszis körül jelentősebb leszívási tölcser mutatkozik. Ez a térségre jellemző tölcser az elmúlt évtizedek során alakult ki, mely korábbi, a térségben végzett vizsgálatainkkal is igazolható.

A 7.2.11- 7.2.12. *mellékletek* egy 2001-ben készült vizsgálat eredményeit mutatják, nagyjából a fenti jellemzőkkel leírható nedves és száraz időszakokra. Az ábrák lokális koordináta-rendszert használnak, $EOV_{x_0} = 204000$ m, $EOV_{y_0} = 644000$ m origóval. A 7.2.13- 7.2.14. *mellékletek* nagyjából ugyanazt a területet mutatják, de egy 2012-ben készült vizsgálat szerint, szintén hasonló jellemzőkkel megadható nedves és száraz időszakokra. Bár a két korábbi és a jelenlegi számítások eltérő időben, eltérő céllal és eltérő eszközökkel készültek, a háromszor kettő ábra összevetése igen tanulságos. Míg 2001-ben a fent említett leszívási tölcser valójában a térséget akkor még domináló Délegyháza I. tó (jelenleg üdülőtó-rendszer) körül jelenik meg, addig 2012-re a délebbi területek erőteljes fejlesztései miatt a leszívási tölcser már elnyújtottabb ellipszis alakot ölt. Ekkor már inkább a kiskunlacházi tórendszer hatása jelentősebb. A jelenlegi állapotot tükröző ábrákon pedig a térség szinte minden részén megjelenő bányafejlesztések nyomán az ellipszis egyre kikerekedve körhöz közelít.

Általánosságban megállapítható azonban, hogy az első vízáadó réteget terhelő vízkivételek (pl. az egyes tavak a többletpárologása, ásott vagy fúrt kutak, stb.) utánpótlódása a közvetlen felszíni beszivárgás mellett részben az északkeleti irányból, részben az *RSD*-ből, részben pedig a további, nagyobb csatornákból történik. A vízbázistól a vízkivételig a kivett vízmenyiség nagyságától függő mértékben a talajvíz felszínének az esése szüksége. Ez alakítja ki a tölcser-szerű felszínt. A térségben a talajvízjárást tehát az északabbra fekvő délegyházi és a délebbre fekvő kiskunlacházi tavak nagyobb vízfelületeinek többletpárologása dominálja.

8.3.3 Számított változatok

Az előző pont alapján kalibrált és validált modell további hidrológiai - hidraulikai helyzetek vizsgálatára alkalmas. A kialakított két állapot főbb jellemzőit a 26. táblázat foglalja össze. A továbbiakban ezen két hidrológiai helyzetet tekintjük a vizsgálandó csapadékszegény, röviden száraz és a csapadékos, röviden nedves időszak kiinduló állapotának.

26. táblázat: A modell főbb jellemzői

	száraz	nedves
	időszak	
modell	validált	kalibrált
párologás, mm/év	300	250
csatornák üzeme	öntözési	belvizes
talajvíz	KKV	KNV

Kiskunlacháza XXVI. fejlesztését, összhangban a *Megállapítási kérelemben* megadott *Ingtalan igénybevételi ütemterv térkép* és *Tájrendezési előterv térkép* alapján 10 éves lépcsőkben a 8.2. pontban is alkalmazott ≈ 5 ha/év kitermeléssel, négy ütemben feltételeztük. A nagy időhorizont és az egyéb bizonytalanságok miatt egyéb távlati fejlesztést a térségben nem vizsgáltunk. A kialakuló tavak méretét és alakját a *Tájrendezési előterv térkép* segítségével határoztuk meg, az ütemezést a *Ingtalan igénybevételi ütemterv térkép* tartalmazza.

A fent összefoglalt fejlesztéseket az 58. ábra mutatja. Az ábra vékony vonallal feltünteti a korábbi három bányatelket és vörös eredményvonallal jelöli az összevonás után kialakuló Kiskunlacháza XXVI. határvonalait. A tavakat a korábbiak szerinti ütemezés alapján eltérő színű vastag folytonossal jelöli. Az ábrán csak a vizsgálandó bányatelken belüli tavak láthatók, az

egyéb vízfelületeket az 57. ábra mutatja.

Fentiek részletes adatait a 27. táblázat tartalmazza. A tízéves lépcsőkben megadott fejlesztések nagyjából ütemenként 50 ha új vízfelületet adnak, mely 40 év elmúltával mintegy 200 ha új szabad vízfelületet jelent. Az itt megadott 4 ütem 2 számítási változata – KKV és KNV feltételezésével - mindegyikét a korábban bemutatott módon kalibrált és validált modellel vizsgáljuk.

27. táblázat: Számítási változatok

	időszak	tó	ter, ha	tó	ter, ha	tó	ter, ha	össz. ha
I. ütem	2021 - 30	1. tó	52,25	-		-		52,25
II. ütem	2031 - 40	2. tó	30,80	3. tó	20,01	-		50,81
III. ütem	2041 - 50	4. tó	22,88	5. tó	9,24	6/1. tó	10,56	42,68
IV. ütem	2051 - 60	6/2 tó	35,75	7. tó	17,87	-		53,62
	2021 - 60	mindösszesen						199,36

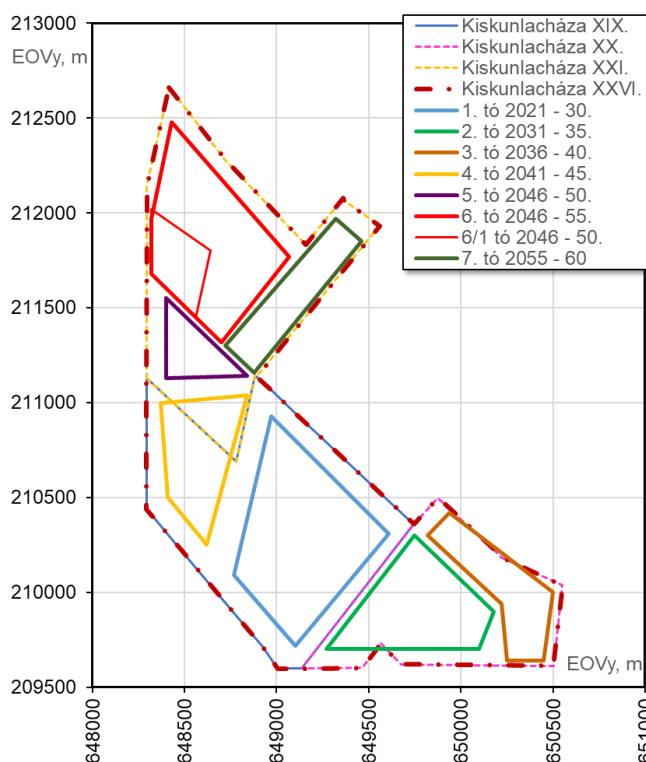
8.3.4 Eredmények

A Kiskunlacháza XXVI. - kavics, homok védnevű bánya vizsgálatára a 8.3.2. pontban kalibrált modellel meghatároztuk a 8.3.3 pontban megadott számítási változatok mindegyike esetén kialakuló talajvízszinteket. A kapott értékeket a bányaterület környezetében a kalibrált és validált változatokkal együtt, azokkal megegyező módon, talajvíz szintvonalakkal a 7.2.2 – 7.2.5. mellékletben (nedves időszak) valamint a 7.2.7 – 7.2.10. mellékletben (száraz időszak) foglaltuk össze. Az ábrán szereplő vonalak színkódját a 8.3.2.5. pont tartalmazza.

A térségi hatásokat összefoglalóan a 28. táblázat adja meg, és az 59. ábra - 62. ábra alkotta sorozat szemlélteti. Az ábrák és a táblázat a talajvízszintek változását – jellemzően csökkenését – mutatja valamely – nedves vagy száraz időszaki - alapállapothoz képest. A táblázat

tehát az egyes változatoknak az alapállapottól való eltérését mutatja a vizsgált több, mint 25 talajvízszint-észlelő kút helyén. A táblázatból látható, hogy a szintváltozások a 10 év múlva várható állapot esetén még a közelebbi kutak esetén sem haladják meg a néhány cm-t, és a 20 év után várható második ütem sem éri el a 10 cm szintváltozást. Ez alól kivételt jelent a három legközelebbi kút (3752. Áporka, 1104. Délegyháza, 3968. Majosháza), ahol az első ütemben 10 – 15 cm, a másodikban 20 cm-t is meghaladó szintváltozás alakulhat ki, különösen a II. ütem fejlesztésének irányába eső Délegyháza esetén. A térség nagyobb részén, így keletre, délkeletre, délre, Bugyi, Kunpeszér, Dabas, Dömsöd és Ráckeve térségébe számottevő hatás nem ér el.

Sem a táblázat, sem az ábrák a III - IV. ütemet nem mutatják, azokat csak a 7.2. mellékletben adjuk meg. Az itt megadottak így mintegy 20 évre - a 8.2. pontban szereplő időtávlat kétszeresére - tekintenek előre, mely a nehezen előre jelezhető természeti – környezeti viszonyok és gazdasági igények miatt már így is bizonytalanságokkal terhelt. A III - IV. ütem vizsgálatával így célunk a sok bizonytalanság miatt első sorban nem a szintváltozások becslése volt, hanem inkább annak feltárása, hogy egy ilyen erőteljes fejlesztés esetén mennyire változnak a talajvízviszonyok. Így ezen változatokat a többiektől külön kezeljük.



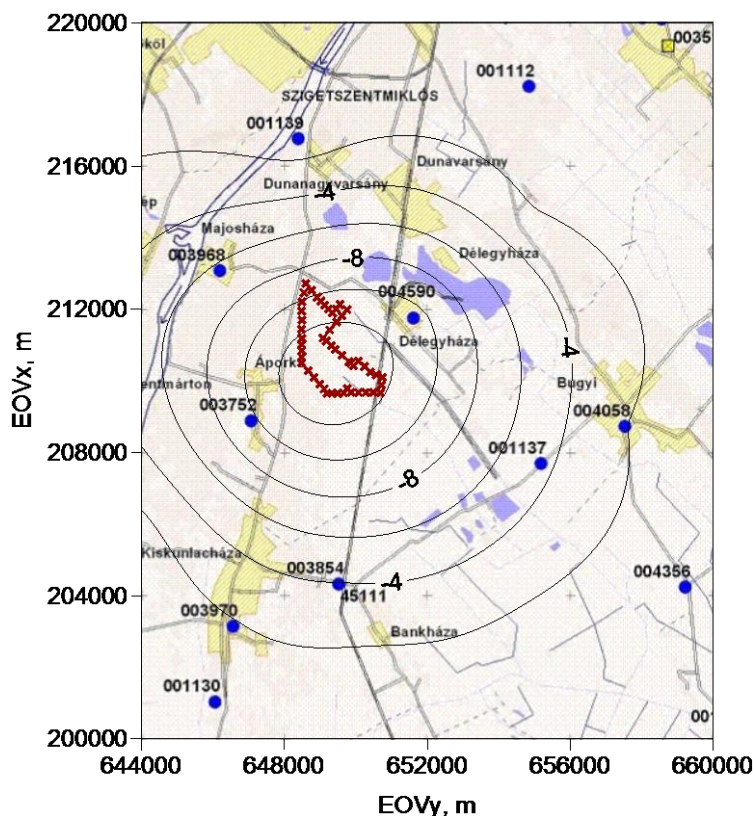
58. ábra: A fejlesztések

A következő ábrák az alapváltozattól való eltéréseket mutatják az egyes hidrológiai helyzetekben. Az ábrák a korábban is alkalmazott *Surfer* szoftverrel készültek, mely a megadott pontokra a felület illesztését a geostatistika krigelés módszerével végzi. Az ábrák háttérképe a 2. ábra vízrajzi észlelőhálózata. Az ábrásorozat kitermelési ütemenként hasonlítja össze a nedves és a száraz időszakokban kapott értékeket.

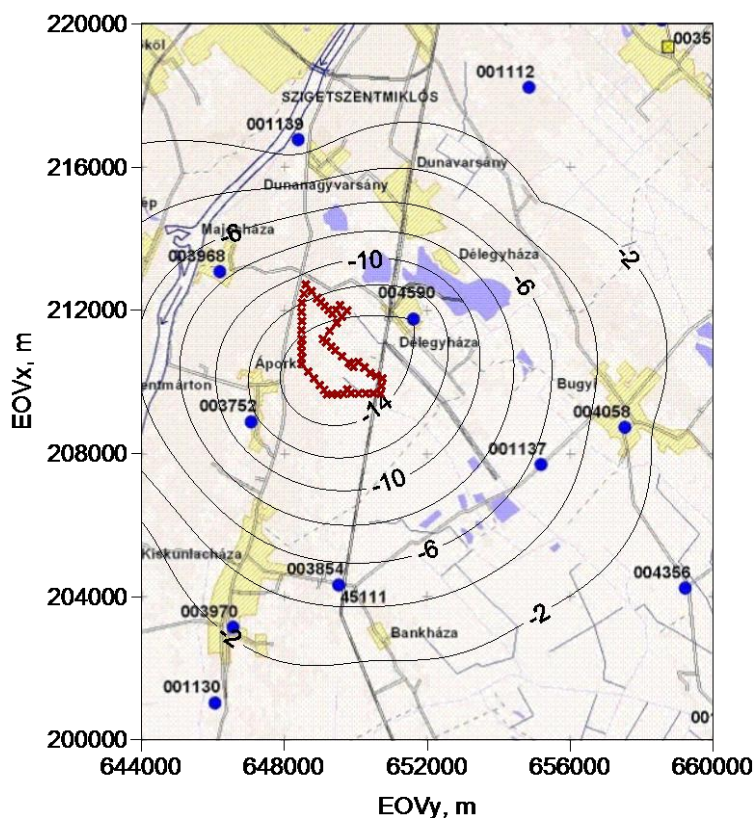
Az 59. ábra - 60. ábra az I. ütem szintváltozásait mutatja a vizsgált területen, ahol a szintvonalakat 2,0 cm-es lépcsővel adjuk meg. Az erőteljesebb hatásokat mutató száraz időszakban a bányatelkek közvetlen közelében legfeljebb 12 - 14 cm, csapadékos időszakban legfeljebb 10 - 12 cm szintcsökkenés várható. A csatornák közelében északon és délen is ennél lényegesen kisebb szintcsökkenések fordulnak elő, és az alig érzékelhető, 2 cm-es szintváltozás Dunavarsány – Bugyi – Kiskunlacháza térségén túl nem terjed.

28. táblázat: Szintváltozás [cm] a talajvízszint-észlelő kutaknál

szám	név	nedves időszak		száraz időszak	
		I. ütem	II. ütem	I. ütem	II. ütem
1113	Alsónémedi	-1,7	-3,6	-2,1	-4,4
3752	Áporka	-9,6	-17,9	-11,6	-21,5
4058	Bugyi	-1,9	-4,3	-2,4	-5,3
4142	Bugyi (Kiserdő)	0,0	0,0	0,0	0,0
4141	Bugyi (Vadászház)	0,0	0,0	0,0	0,0
1156	Bugyi-Ürbő	0,0	0,0	0,0	0,0
4057	Dabas	0,0	0,0	0,0	0,0
4143	Dabas (lőtér)	0,0	0,0	0,0	0,0
1104	Délegyháza	-10,8	-22,9	-14,0	-30,0
1132	Dömsöd	0,0	0,0	0,0	0,0
1137	Dömsöd	-0,6	-1,4	-0,8	-1,8
1153	Dömsöd	0,0	0,0	0,0	0,0
1168	Dömsöd	-0,9	-2,0	-1,1	-2,4
1135	Dömsöd-Apajpuszta	0,0	0,0	0,0	-0,1
3855	Dömsöd-Apajpuszta	0,0	0,0	0,0	-0,1
1139	Dunavarsány	-0,7	-1,3	-0,8	-1,5
1151	Kiskunlacháza	-0,2	-0,4	-0,2	-0,4
3854	Kiskunlacháza	-4,0	-8,4	-5,0	-10,5
3970	Kiskunlacháza	-1,9	-3,9	-2,3	-4,7
1169	Kunpeszér	0,0	0,0	0,0	0,0
1358	Kunpeszér	0,0	0,0	0,0	0,0
3968	Majosháza	-7,8	-14,3	-9,4	-17,2
1108	Ócsa	0,0	0,0	0,0	0,0
4223	Ócsa	0,0	-0,1	0,0	-0,1
1128	Ráckeve	0,0	0,0	0,0	0,0
1130	Ráckeve	-0,8	-1,7	-1,0	-2,0
1112	Taksony	-0,2	-0,3	-0,2	-0,4

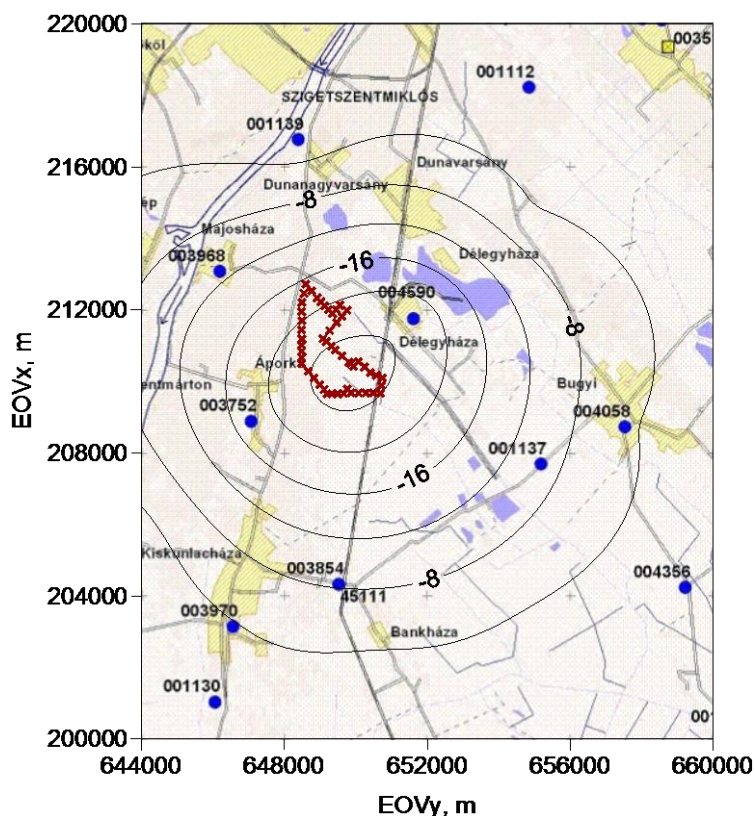


59. ábra: Talajvízszintek változása, I. ütem, nedves időszak



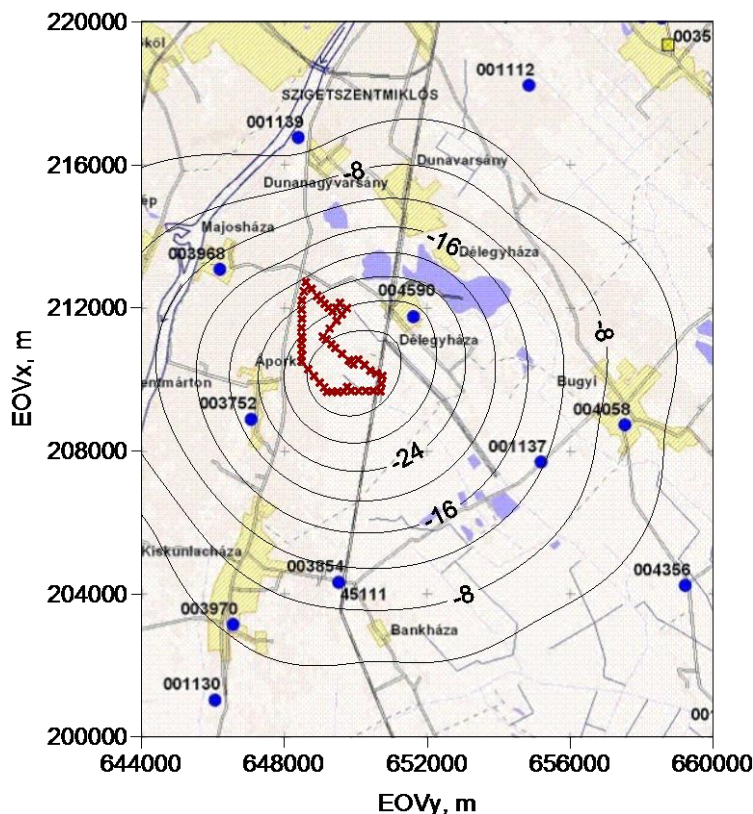
60. ábra: Talajvízszintek változása, I. ütem, száraz időszak

Áttekintve a bányatelkek környékének szintvonalait, melyeket a 7.2.2. és 7.2.7. mellékletek mutatnak, megállapítható, hogy a nedves és száraz időszakok igen hasonló képet mutatnak, csupán a két ábra szintvonalai között van a kétféle állapotnak megfelelő mintegy 80 cm szintkülönbség, különösen a térséget immár domináló kiskunlacházi törendszer térségében.



61. ábra: Talajvízszintek változása, II. ütem, nedves időszak

A 61. ábra - 62. ábra a II. ütem szintváltozásait mutatja. A szintvonalak lépcsője itt már 4 cm. A kétszeresére növekedett vízfelület nyomán az erőteljesebb hatásokat mutató száraz időszakban a bányatelkek közvetlen közelében 30 cm-t elérő, a csapadékos időszakban inkább 25 cm körüli szintcsökkenés várható. Mivel a II. ütem bővítése Délegyháza irányába esik, a hatás itt markánsabb. 4 cm-es szintváltozás Dunavarsány – Bugyi – Kiskunlacháza térségén túl nem terjed. A bányatelek környéki áramlási viszonyokat mutató 7.2.3. és 7.2.8. melléklet szerint a korábban is észlelt leszívási tölcser kezd főként északnyugat felé bővülni.



62. ábra: Talajvízszintek változása, II. ütem, száraz időszak

A III. ütem további közel 45 ha fejlesztése a négy ütem közül a legkisebb. Így ez okozza a leginkább visszafogottabb változást, melyet a 7.2.4 és 7.2.9. mellékletek mutatnak. Azonban itt már a leszívási tölcser már minden irányban bővül, bár a szintvonalak jellemzően még mindig északkelet felé tolódnak el leginkább.

Végül a IV. ütem 50 ha-t meghaladó bővítéssel adja a legerőteljesebb változást, melyet a 7.2.5 és 7.2.10. mellékletek mutatnak. A leszívási tölcser már minden irányban bővül, a korábban még inkább ellipszis alak egyre inkább közelít a körhöz. A nagy új szabad vízfelület azonban nemcsak a felszín alatti áramlási viszonyokat módosíthatja, hanem esetlegesen egyéb tényezőket is. Ezen hatások feltárása és esetleges csökkentése ilyen léptékű távlati fejlesztések esetén nehezen becsülhető. Bár már a tervezés jelen fázisában is célszerű azonban a fenti jelenségekre felkészülni, például a visszatöltések helyének megfelelő megválasztásával. Érdemes különösen a közeli települések (Délegyháza, Aporka, Majosháza) közelében monitoring kutak létesítése és rendszeres észlelése, mellyel a várható folyamatok előre jelezhetők.

29. táblázat: 10 és 20 cm szintváltozás hatásterülete

	10 cm szintváltozás		20 cm szintváltozás	
	nedves	száraz	nedves	száraz
I. ütem	r = 2,5 km	r = 3,5 km	nincsen	bányatelken belül
II. ütem	r = 4,5 km	r = 5,2 km	r = 2,3 km	r = 3,5 km
III. ütem	r = 6,0 km	r = 6,8 km	r = 3,9 km	r = 4,9 km
IV. ütem	r = 6,5 km	r = 7,1 km	r = 5,2 km	r = 5,5 km

A fentieket a hatásterület nagysága szempontjából a 29. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat azt adja meg, hogy a 10 cm-es illetve 20 cm-es talajvízszint-változás mekkora területet érint. Az 59. ábra - 62. ábra sorozata alapján a bányatelek körüli szintcsökkenést körrel közelítettük, melynek a sugarát adja meg a táblázat. Ez az egyetlen értékelés, ahol mind a négy vizsgált ütemet megadjuk, igaz a III-IV. ütemet a fent említett bizonytalanságok miatt csak tájékoztató jelleggel. Ezt jelzi a táblázat két sorának halványabb színe is.

A táblázatból megállapítható, hogy az alig észlelhető 10 cm-es vízszintváltozás a II. ütem végén, 20 év múltán legfeljebb 5 km-en belül, 20 cm-s szintváltozás pedig mintegy 3 km-en belül fordulhat elő. Azaz 10 cm-t meghaladó szintváltozás 20 év múltán Áporkán, Délegyházán valamint esetleg Dunavarsányban és Majosházán fordulhat elő, a további településeken, mint Kiskunlacházán vagy Bugyin ennél csekélyebb változás lesz észlelhető. A távolabbi településeken, mint Alsónémedi, Dunaharaszti, Dabas, Dömsöd, Ócsa, stb. a hatás 20 éven belül nem ér el. Az RSD Csepel-szigeti oldalán levő településeket, mint Ráckeve, Szigetszentmárton, Szigetcsép, stb. az RSD nyújtotta védelem miatt a hatások nem érik el.

A bányatelek súlypontjától mintegy 10 km-re található a KNP legészakibb része, melyet azonban nemcsak az első két ütemben, de a távlati, bizonytalanabb IV. ütemben sem ér el 10 cm-t elérő szintváltozás. A még távolabb fekvő Ócsai Tájvédelmi Körzetig pedig várhatóan semmilyen hatás nem ér el.

9 ÖSSZEFOGLALÁS

A Kiskunlacháza XXVI. - kavics, homok védnevű létesítendő kavicsbánya talajvízhidraulikai modellezése során a Ráckevei (Soroksári)-Duna, a Duna-Tisza - csatorna és a Duna-völgyi-főcsatorna közötti területet részletesen vizsgáltuk, nagyjából Dömsöd vonaláig. Az előző fejezetekben részletesen feltártuk és értékeltük a térség hidrogeológiai felépítését, hidrometeorológiai viszonyait, a szomszédos bányatavak kialakulását, a határoló vízfolyások vízjárását és a térség talajvízviszonyait. Ezzel célunk nemcsak a terület összetett viszonyainak megismerése volt, hanem a végcélnak tekintett talajvízhidraulikai modell kialakításához alapadatok szolgáltatása.

Mindezek alapján a vizsgált bánya környezetére egyrészt egy közelítő nempermanens modellt, majd annak nyomán egy kalibrált és validált kétdimenziós permanens talajvízhidraulikai modellt alakítottunk ki, mellyel a bánya kialakításának és későbbi bővítésének a környező területek talajvízszintjeire gyakorolt hatásait elemeztük. A vizsgálatokat jelen fejlesztés több ütemével elvégeztük eltérő hidrometeorológiai viszonyokra.

A számítások legfőbb eredményei az alábbiakban foglalhatók össze:

- A térség jelentős részét a Duna korábban felhagyott medre és hordaléka alakította ki.
- A vizsgálatok megmutatták, hogy a térségben a vízfolyások és a talajvíz összefüggő, egymásra ható rendszert alkotnak, melyet a hidrometeorológiai viszonyok erősen befolyásolnak.
- A bányanyitás illetve üzemelés hatása még a legnagyobb, becsült fejlesztések esetén sem vagy alig terjed át az RSD bányával átellenbe erő oldalára.
- A kavicsbánya okozta vízszintváltozás csapadékosabb, alacsonyabb párolgású - nedves - időszakokban csekélyebb, míg száraz, csapadékszegény, erőteljesebb párolgású időszakokban erőteljesebb.
- A vizsgált változatok igazolták, hogy a bánya létesítése a térség jellemző áramlási viszonyait nem, vagy csak igen kis mértékben befolyásolja, legfeljebb a jelenleg is folyó tendenciákat erősíti fel.
- A vizsgált első ütemben a hidrometeorológiai viszonyoktól függően a közeli településeket (Délegyháza, Áporka) – időszakos maximumok mellett – legfeljebb 5 – 10 cm-es talajvízszint-süllyedés érheti el.
- 10 cm-es talajvízszint-süllyedés a közeli falvakat a becsült kitermelési ütem mellett mintegy 6 – 10 év alatt érheti el.
- Nagyobb szintváltozások kialakulásához több évtizedes folyamatos üzemelés szükséges, így 20 év múlva 10 cm-t meghaladó szintváltozás Áporkán és Délegyházán valamint esetleg Dunavarsányban és Majosházán fordulhat elő.
- A távolabbi településekig, mint Alsónémedi, Dunaharaszti, Dabas, Dömsöd, Ócsa, stb. a bánya talajvízszintet csökkentő hatása 20 éven belül nem ér el.
- Az ennél távolabbi időpont értékei a nagy időlépés és az összetett viszonyok miatt óvatosan kezelendők.
- A térség két védett területét (Kiskunsági Nemzeti Park, Ócsai Tájvédelmi Körzet) még a bizonytalanabb IV. ütemben sem éri el néhány cm-nél nagyobb szintváltozás.
- Mivel a térségi áramlási viszonyok jellemzően változatlanok maradnak, a környék kisebb ivóvízbázisai mennyiségi tekintetben várhatóan nem sérülnek.

Összevetve a vízszintsüllyedéseket a környező talajvízszint-észlelő kutak gyakran 2 - 3 m-t is elérő természetes vízszintingadozásával, a szintváltozás ennek csupán néhány százaléka. A szintváltozások fentieknél részletesebb meghatározását egyrészt a talajvízszint-észlelés, másrészt a modell pontossága korlátozza.

Mindezek mellett hangsúlyozandó, hogy a fent leírtak folyamatos vizsgálata elengedhetetlen, melyhez monitoring rendszer működtetése szükséges. A rendszert célszerű a három legközelebbi település irányában elhelyezett megfigyelő kutakból és egy csapadékmérőből kialakítani és a bánya előírt rendszeres felülvizsgálatával egyidőben az észlelteket értékelni.

10 FELHASZNÁLT IRODALOM

- BARATI, S. - BÉRES, I. - HOITSY, G. - HORVÁTH, B. - SZLABÓCZKY, P. - NAGY, K. - ZÁMBORI, Z.:** A kavicsbányászat és a kavicsbányatavak környezet- és természetvédelmi problémái-CEEWEB Közép- és Kelet Európai Munkacsoport a Biodiverzitás Megőrzéséért, Miskolc, 2008.
- BEAR, J.:** Hydraulics of Groundwater. McGraw-Hill Inc. New-York, 1979.
- BODNÁR E.:** Negyedidőszaki kavicsüledékek hasznosításának tájképi hatása Kiskunlacháza környékén. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2000–2001.
- BOONSTRA, J. – DE RIDDER, N. A.:** Numerical modelling of groundwater basins. ILRI Wageningen, 1981.
- BUSCH, K. F. - LUCKNER, L.:** Geohydraulik. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig, 1972.
- CSOMA, R.:** Talajvíz-áramlási modellek összehasonlító értékelése. Egyetemi doktori értekezés. Budapest, 1995.
- CSOMA, R.:** The Analytic Element Method for Groundwater Flow Modelling. Periodica Polytechnica. Civil Engineering. Vol. 45/1, 2001.
- CSOMA, R.:** Talajvíz-áramlás modellezése az analitikus elemek módszerével. Hidrológiai Közlöny, 82. évf. 4. szám, 2002.
- CSOMA, R.:** Szabályos és szabálytalan alakú analitikus elemek a talajvízmozgás modellezésére. Ph.D. doktori értekezés, Budapest, 2007.
- DEVLIN, J. E.:** HydrogeoSieveXL: an Excel-based tool to estimate hydraulic conductivity from grain-size analysis. Hydrogeology Journal vol. 23. Issue 4. 2015
- GALAMBOS, L. R.:** Ráckevei (Soroksári)-Dunaág szerepe a kettősműködésű rendszerek fejlesztésében- MHT XXXVII. Országos Vándorgyűlés, Pécs 2019.
- HAITJEMA, H.:** Analytic Element Modelling of Groundwater Flow. Academic Press, San Diego, California, 1995.
- HALMAI, J.:** Ezer tó országa – magyar módon. Földtani Kutatás XXXIV. évf. 3. sz. 1997.
- JUHÁSZ, J.:** Hidrogeológia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002.
- KALMÁR, E – MIKA, J. – SCHIROKNÉ KRISTON, I. – SCHLANGER, V. – SZENTIMREY, T. – BELLA, SZ. - WANTUCHNÉ DOBI, I.:** A 2003. év időjárása a XX. század hazai tendenciáinak tükrében. Vízügyi Közlemények LXXXVI. évf. 1-2.sz. 2004.
- KONTUR, I. - KORIS, K. - WINTER, J.:** Hidrológiai számítások. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1993.
- KOVÁCS, GY.:** Szivárgáshidraulika. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972.
- KOVÁCS, J. - SZABÓ, P. - SZALAI, J.:** A talajvízállás idősorok vizsgálata a Duna-Tisza közén. Vízügyi Közlemények LXXXVI. évf. 3-4.sz. 2004.
- KRAVINSZKAJA, G. – FEJÉR, V.:** A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 1996 – 2006. www.kdtvizig.hu
- KUTI, L.:** A dabasi kavicskutató és verőszonda kísérletek eredményei. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 1973.
- KUTI, L.:** A talajvíztükör mélységének változása a Duna-Tisza közti hátságon. Földtani Közlöny 132. évf. különszám, 2002.
- MARINO, M. A. - LUTHIN, J. N.:** Seepage and Groundwater. Developments in Water Sciences No. 13. Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam - Oxford - New York, 1982.
- MIKE, K.:** Magyarország ösvízrajza és felszíni vizeinek története. AQUA, Budapest, 1991.
- NÉMETH, E.:** Hidromechanika. Egyetemi segédkönyv. Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
- PÁLFAI, I.:** Magyarország aszályossági zónái. Vízügyi Közlemények LXXXIV. évf. 3.sz. 2002.

- ROHRINGER, S.:** Talajvízszín megfigyelések a Pestvármegyei Dunavölgy Lecsapoló és Öntöző Társulat területén. Hidrológiai Közlöny 13. évf. 1933.
- ROHRINGER, S.:** Talajvízszín tanulmányok a Duna - Tisza-közén. Vízügyi Közlemények 18. évf. 1. sz. 1936.
- RÓNAI, A.:** Az Alföld talajvíztérképe. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest, 1961.
- RÓNAI, A.:** Az Alföld negyedidőszaki földtana. Series Geologica Tomus 21. 1985.
- STRACK, O. D. L.:** Groundwater Mechanics. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.
- SZALAI, J.:** A hidrológiai közelmúlt sajátosságai a talajvízszintekben. Vízügyi Közlemények LXXXVI. évf. 1-2.sz. 2004.
- SZALAI, J. - NAGY, GY.:** Az utóbbi évtized időjárási eseményeinek hatása a talajvízszintek alakulására a Duna-Tisza közén. Magyar Hidrológiai Társaság XXIV. Vándorgyűlés, Pécs, 2006.
- SZALAI, J. - NAGY, GY. – WILL, Z.:** A Duna-Tisza köze talajvízjárásának alakulása az elmúlt évek hidrometeorológiai eseményeinek tükrében- Magyar Hidrológiai Társaság XXX. Vándorgyűlés, Kaposvár, 2012.
- SZALAI, J. – VARGA, GY. – PAPPNÉ URBÁN, J.:** Hidrometeorológiai és talajvízszint-változások értékelése a Duna-Tisza közén az EU VKI szempontjainak tükrében. Magyar Hidrológiai Társaság XXV. Vándorgyűlés, Tata, 2007.
- SZALAI, S. - BELLA, SZ.:** A 2003. évi aszály. Vízügyi Közlemények LXXXVI. évf. 1-2.sz. 2004.
- SZLÁVIK, L.:** 2003 a hazai hidrometeorológiában szélsőségek vagy tendenciák? Vízügyi Közlemények LXXXVI. évf. 1-2.sz. 2004.
- TOMPA, L.:** A kavicsbányászat története Magyarországon. Földtani Kutatás XXV. évf. 2. sz. 1982.
- TARI, CS. – KOVÁCS, B. – SZANYI, J.:** Kavicsbányászat hatása a talajvízállásra, és a felszín alatti vizektől függő védett élőhelyekre, Ócsa, Dunaharaszti, Áporka és Bugyi térségében. Hidrológiai Közlöny 90.évf. 3. szám, 2010.
- VARGA, I. - CSOMA, R.:** Környezeti áramlástan I. Felszíni és felszín alatti vízterek. Tanszéki sokszorosítású előadási jegyzet. Budapesti Műszaki Egyetem Vízépítési Tanszék, 1995.
- A DUNA ÉS A TISZA SZORÍTÁSÁBAN.** A 2006. évi árvizek és belvizek. Szerk. Szlávik L. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Vízügyi Szakállamtitkársága, Budapest, 2006.
- A DUNAI ALFÖLD.** Magyarország tájféldrajza 1. Szerk.: Pécsi M. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
- AZ ALFÖLD 200.000-ES FÖLDTANI TÉRKÉPE.** Dabas. Szerk.: Dr. Kuti L. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest, 1975.
- A RÁCKEVEI (SOROKSÁRI)-DUNA ÜZEMELTETÉSI SZABÁLYZATA** VITUKI Hungary Kft., 2019.
- DUNA. VÍZRAJZI ATLASZ** 11. kötet. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet. Budapest, 1971.
- GFLOW.** www.haitjema.com
- GOOGLE EARTH** <https://www.google.com/earth/>
- INTERGRÁLT VÍZHÁZTARTÁSI TÉLÉKOZTATÓ ÉS ELŐREJELZÉS.** www.vizugy.hu
- MAGYAR FÖLDTANI ÉS GEOFIZIKAI INTÉZET. (MFGI).** www.mfqi.hu (2017-ben átalakult)
- MBFSZ TÉRKÉPSZERVER.** Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat. <https://map.mbfsz.gov.hu>
- MAGYARORSZÁG KISTÁJAINAK KATASZTERE.** Szerk.: Marosi S. - Somogyi S. MTA Földrajz-tudományi Kutató Intézet, Budapest, 1990.
- MAGYARORSZÁG VÍZFÖLDTANI ATLASZA.** Szerk.: Schmidt E. R. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest, 1961.
- ORSZÁGOS KÖRNYEZETVÉDELMI INFORMÁCIÓS RENDSZER (OKIR)** <http://webgis.okir.hu/base/>
- RÁCKEVEI (SOROKSÁRI) - DUNA ÜZEMELÉSI SZABÁLYZATA.** Közép-Duna-Völgyi Vízügyi Igazga-

tóság, Budapest, 1976.

SURFER. Golden Software Inc. <https://www.goldensoftware.com/products/surfer>

THESIS KFT: Többfeladatú vízleeresztő műtárgy szerepe a Ráckevei-(Soroksári-) Dunaág térségi vízgazdálkodásának integrált fejlesztésében. Témavezető: Dr. Varga István. Budapest, 1998.

VÍZRAJZI ÉVKÖNYV 1930 - 2016. LXV. - CXXI. kötetek. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ. Budapest.

VÍZÜGYI ADATBANK. Vízügyi Honlap. www.vizugy.hu (jelenleg nem üzemel)

VÍZÜGYI HONLAP. www.vizugy.hu

11 MELLÉKLETEK

TARTALOM

1. melléklet: A *Vízrajzi és Vízföldtani Atlaszok* térképei
2. melléklet: A vízvezető réteg jellemzői
3. melléklet: A talaj szivárgáshidraulikai jellemzőinek meghatározása
4. melléklet: Hidrometeorológiai adatok
5. melléklet: Felszíni vizek
6. melléklet: Talajvízviszonyok
7. melléklet: Számított talajvízszintek

A mellékletek
a nyomtatott változatban külön kötetben,
az elektronikus változatban külön állományban
találhatók.

Kiskunlacháza XXVI. kavics, homok védnevű bánya talajvízhidraulikai modellje

MELLÉKLETEK

Megbízó:
Progressio Mérnöki Iroda Kft.
8000 Székesfehérvár
Távírda u 2/a.

Készítette:
BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Dr. Csoma Rózsa
egyetemi docens, témavezető

Wagner Flóra
doktorandusz

Dr. Baranya Sándor
egyetemi docens, tanszékvezető

Budapest, 2021. június 30.

MELLÉKLETEK

TARTALOM

1. melléklet: A *Vízrajzi és Vízföldtani Atlaszok* térképei
2. melléklet: A vízvezető réteg jellemzői
3. melléklet: A talaj szivárgáshidraulikai jellemzőinek meghatározása
4. melléklet: Hidrometeorológiai adatok
5. melléklet: Felszíni vizek
6. melléklet: Talajvízviszonyok
7. melléklet: Számított talajvízszintek

1. melléklet

A Vízrajzi és Vízföldtani Atlaszok térképei

1.1. A terület kialakulása a Vízrajzi Atlasz nyomán

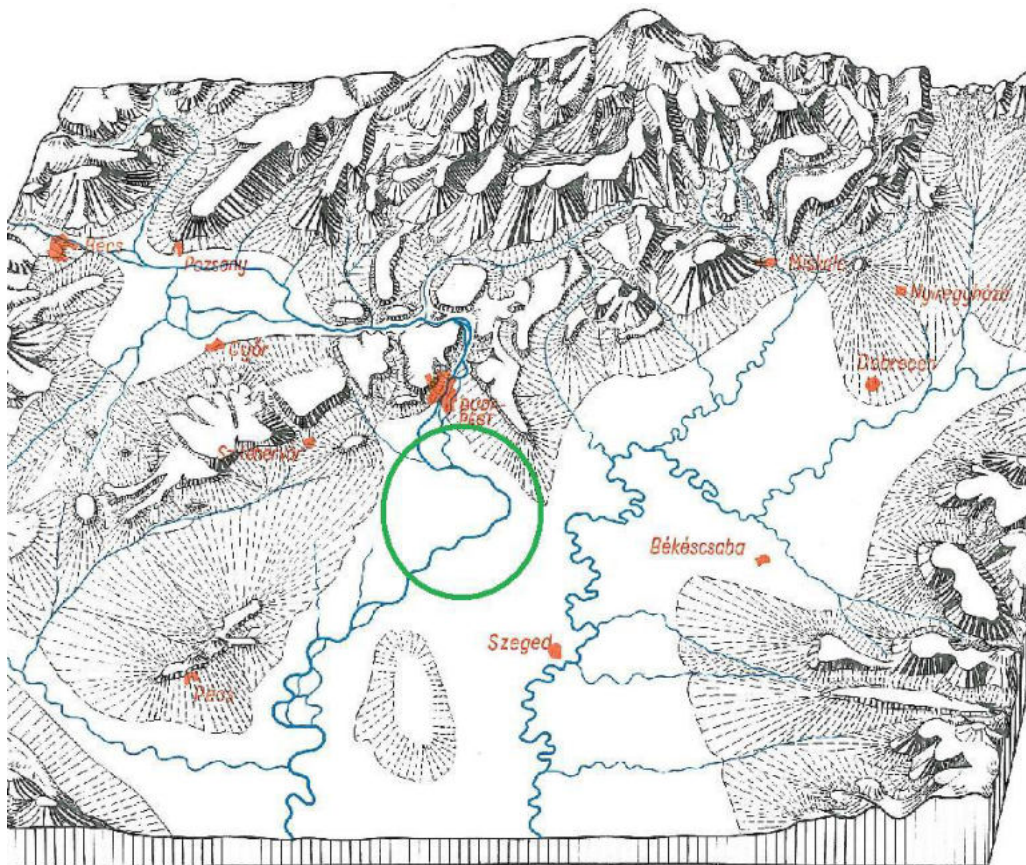
1.2. A Vízföldtani Atlasz térképei

1.1. melléklet

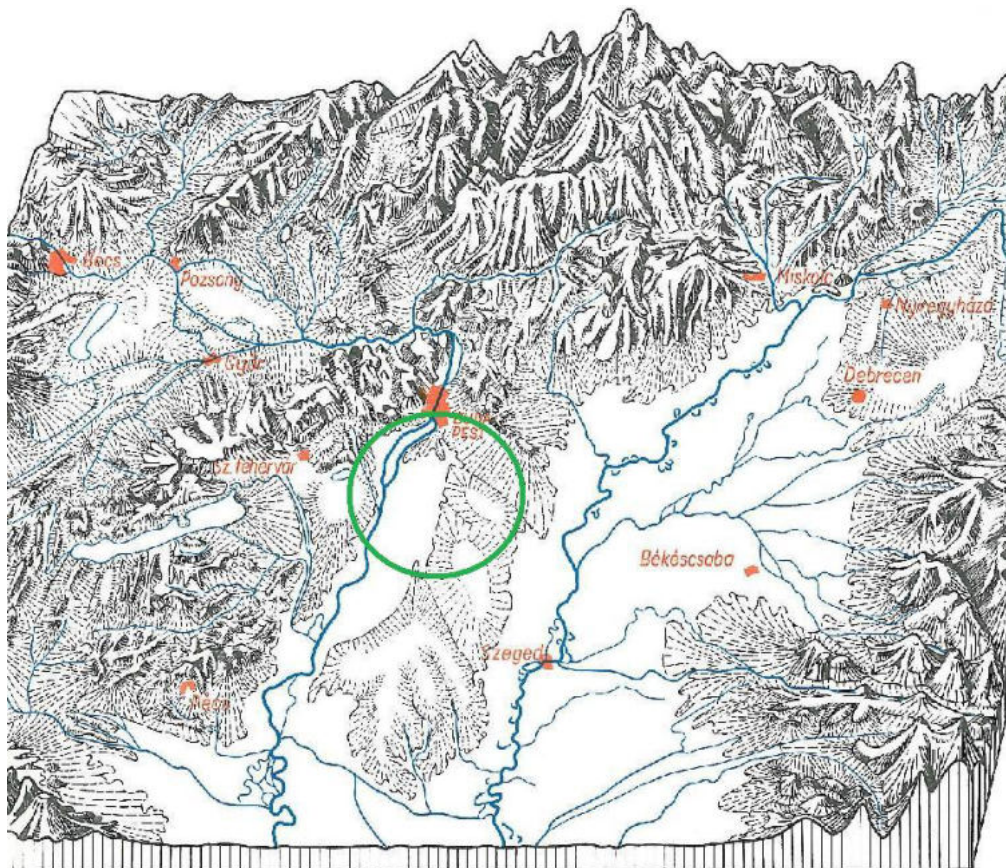
A terület kialakulása a Vízrajzi Atlasz nyomán

1.1.1. A terület a rissz-würm interglaciálisban

1.1.2. Jelenlegi domborzat és vízrajz



1.1.1. melléklet: A terület a rissz-würm interglaciálisban

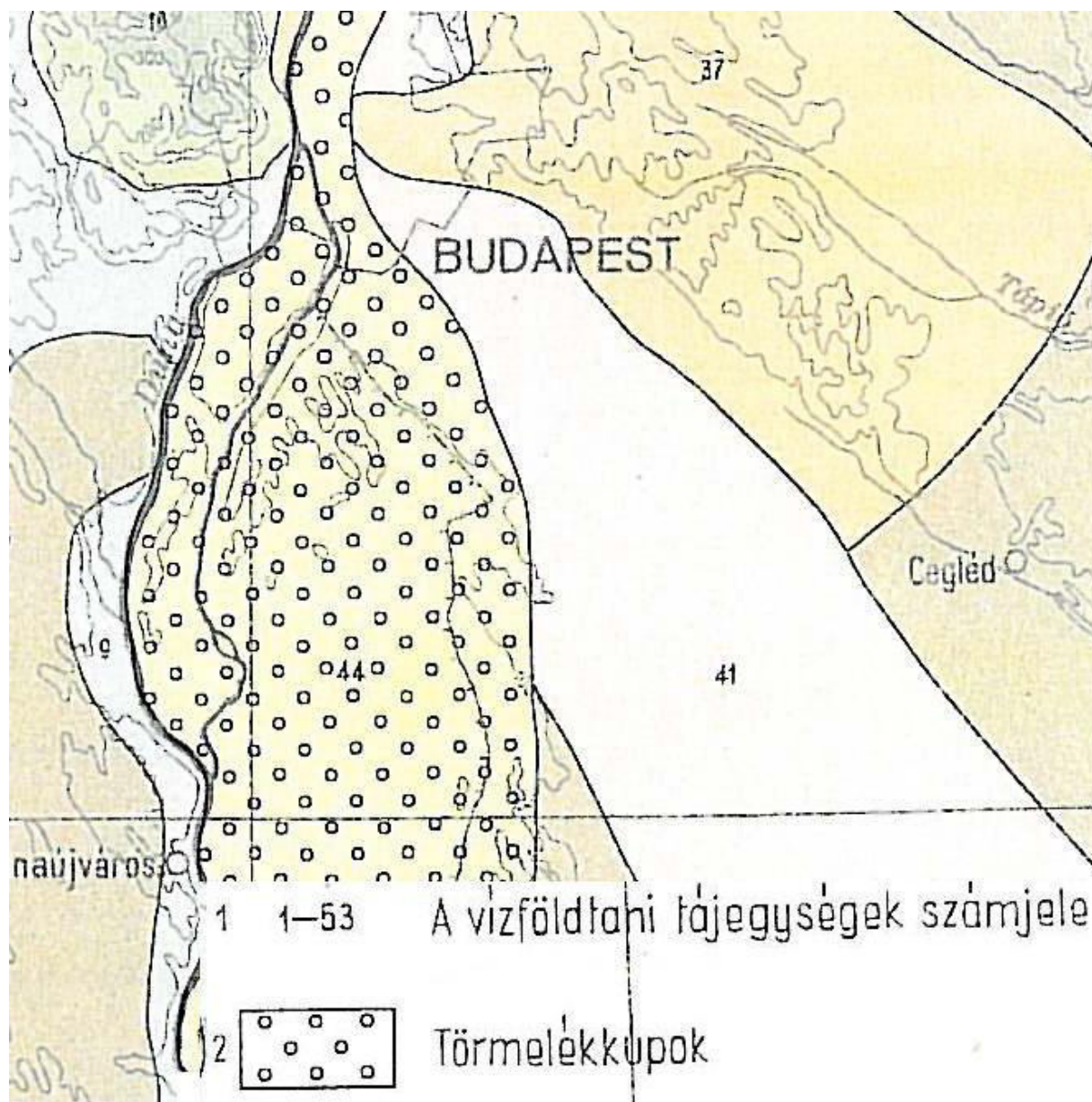


1.1.2. melléklet: Jelenlegi domborzat és vízrajz

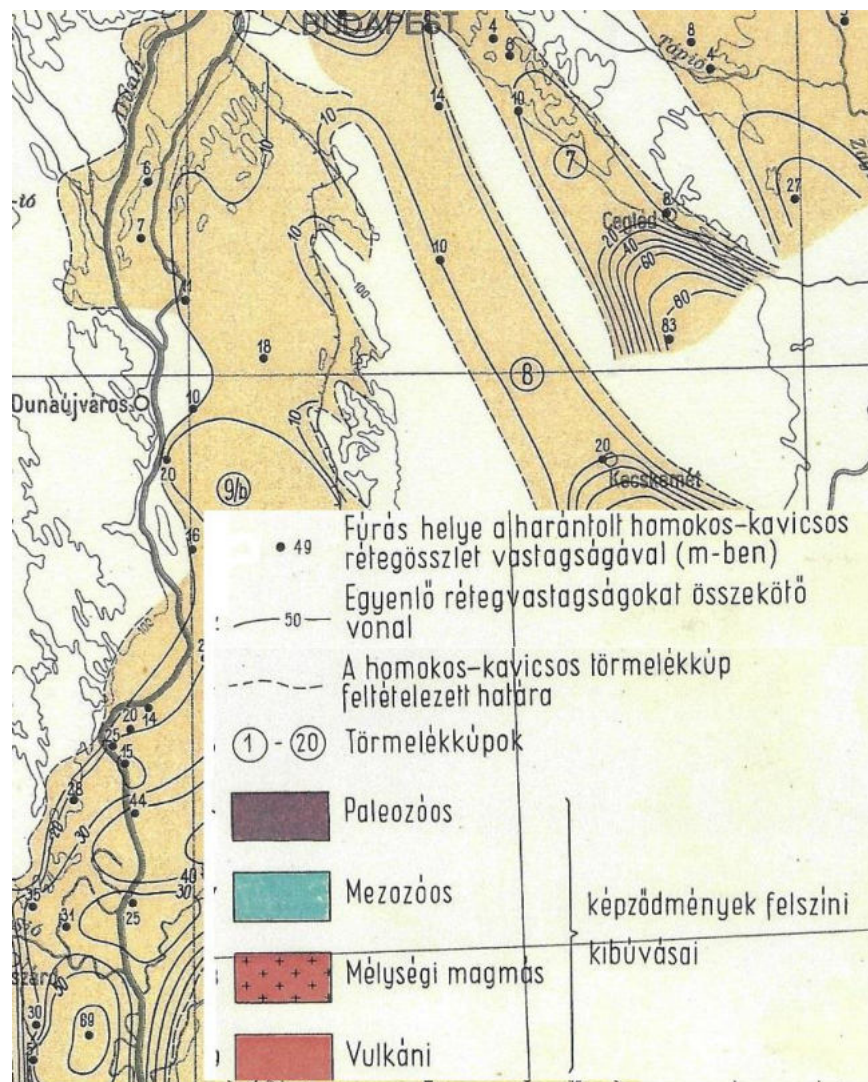
1.2. melléklet

A Vízföldtani Atlasz térképei

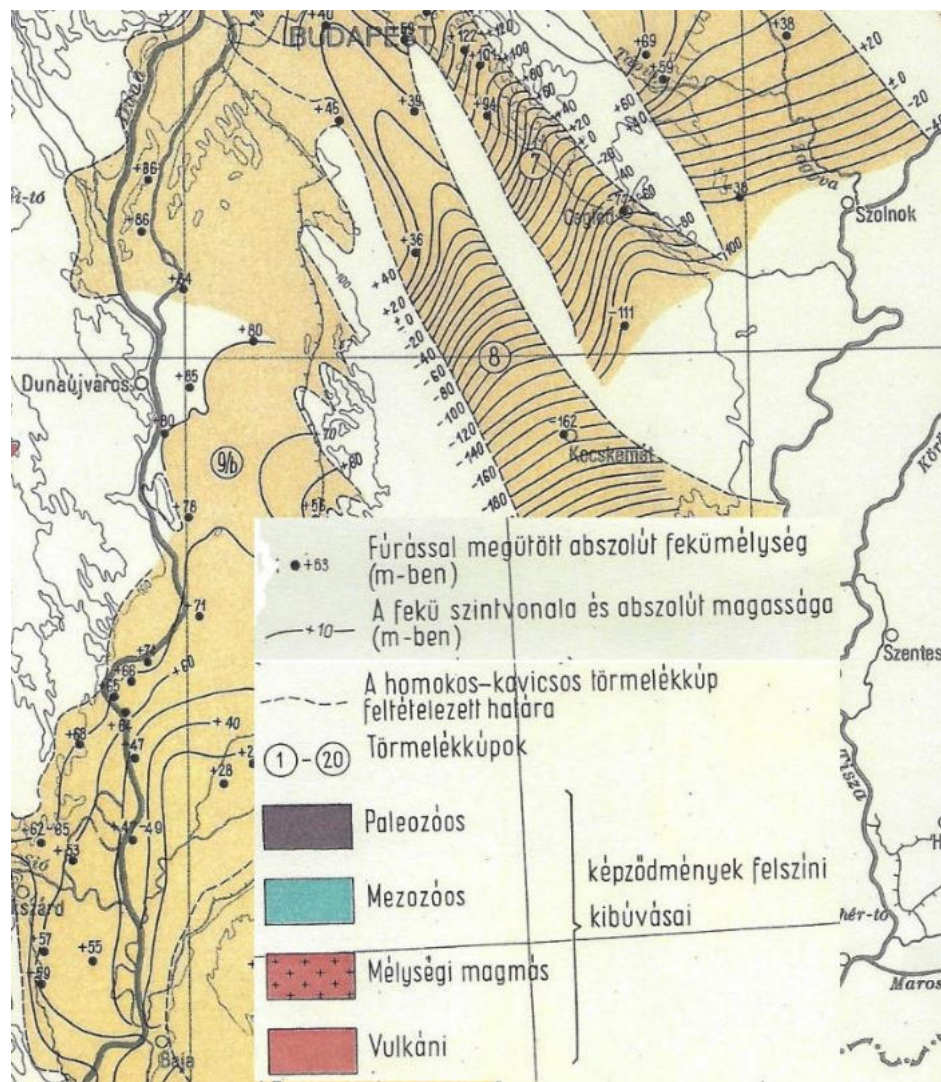
- 1.2.1. Magyarország vízföldtani tájegységei
- 1.2.2. Magyarország fontosabb homokos kavicsos törmelékkúpjainak átnézetes vastagsági térképe
- 1.2.3. Magyarország fontosabb homokos kavicsos törmelékkúpjainak átnézetes fekütertérképe



1.2.1. melléklet: Magyarország vízföldtani tájegységei



1.2.2. melléklet: Magyarország fontosabb homokos kavicsos törmelékűpjainak átnézetes vastagsági térképe



1.2.3. melléklet: Magyarország fontosabb homokos kavicsos törmelékűpjainak átnézetes feűűtűrkűpe

2. melléklet

A vízvezető réteg jellemzői

2.1. Kuti L. (1973.) nyomán

2.2. A korábbi vizsgálatok nyomán

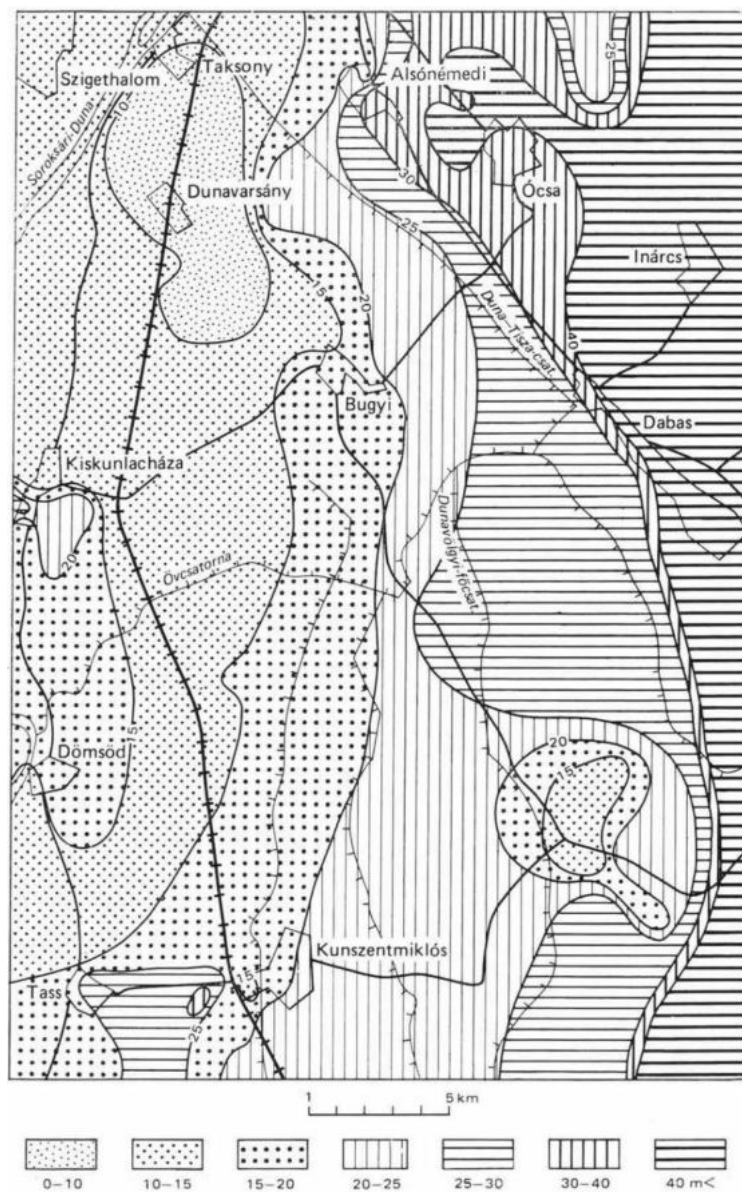
2.3. A Kutatási jelentés nyomán

2.1. melléklet

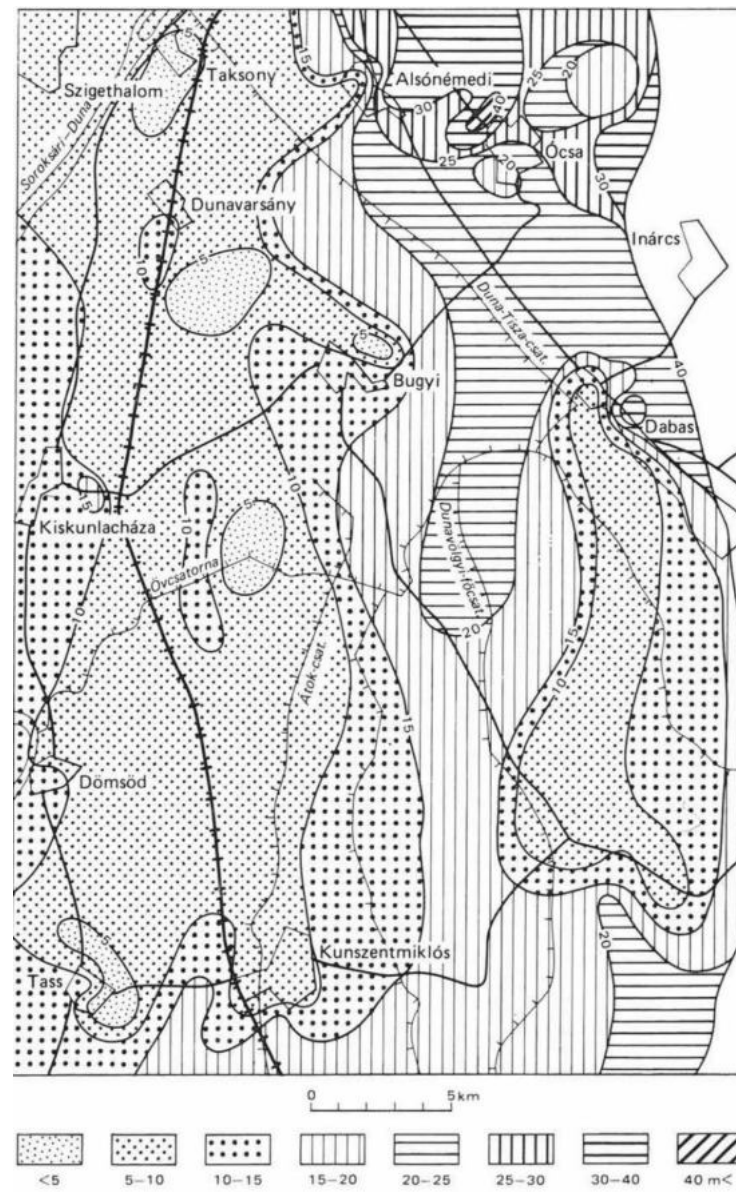
A vízvezető réteg *Kuti L.* (1973.) nyomán

2.1.1. A kavicsfekü mélysége

2.1.2. A kavicsréteg vastagsága



2.1.1. melléklet: A kavicsfekü mélysége



2.1.2. melléklet: A kavicsréteg vastagsága

2.2. melléklet

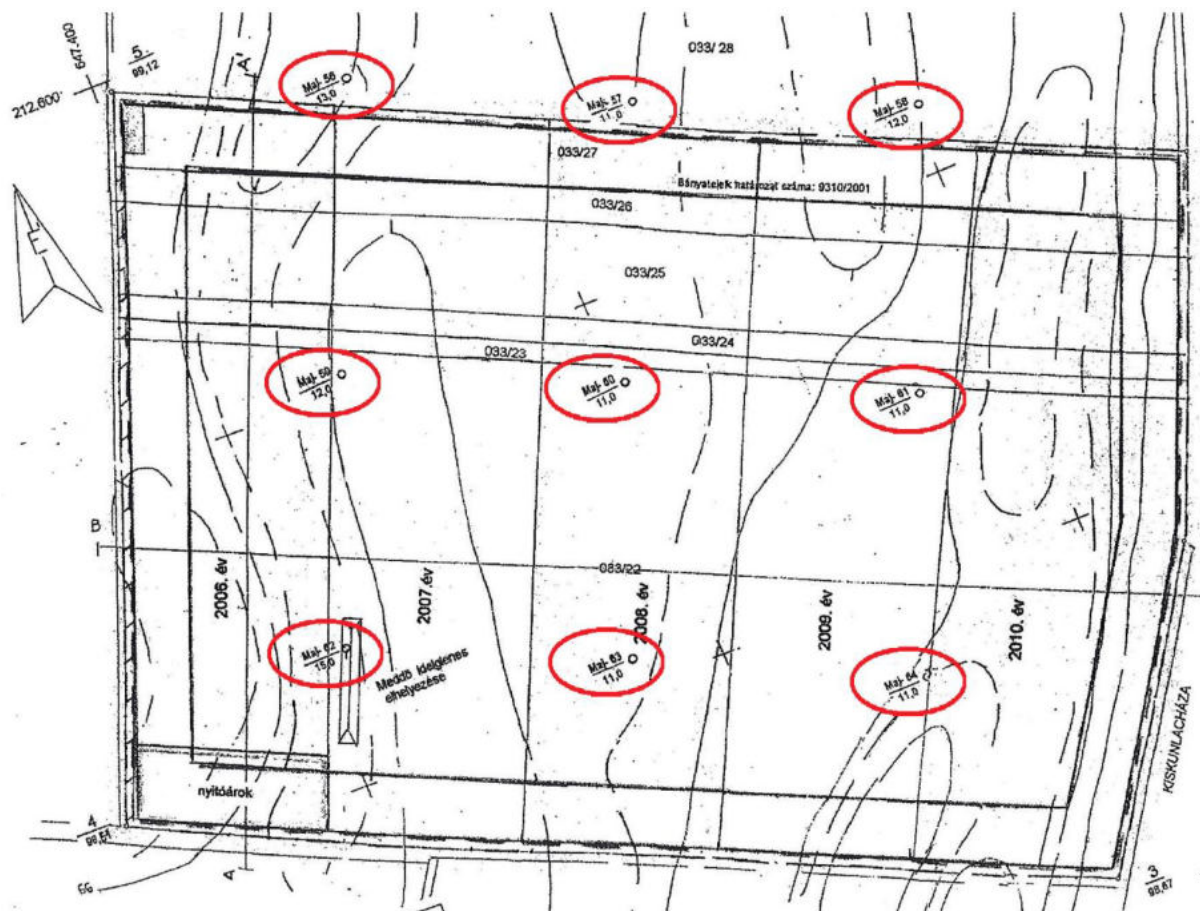
A vízvezető réteg a korábbi vizsgálatok nyomán

2.2.1. A majosházi fúrások elhelyezkedése

2.2.2. A majosházi fúrások jellemző szintjei

2.2.3. A délegyházi fúrások koordinátái

2.2.4. A délegyházi fúrások jellemző szintjei



2.2.1. melléklet: A majosházi fúrások elhelyezkedése

megjegyzés: 1. a térképvázlaton nem minden fúrás szerepel
2. a fúrások vörös ellipszissel jelölve

2.2.2. melléklet: A majosházi fúrások jellemző szintje

jel	terep m B.f.	fúrás		talajvíz		humusz		kőzetliszt		vízvezető rétegek				iszap	
		mélység m	talp m B.f.	mélység m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.	agyagos homok m	kavicsos homok m	össz. m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.
Maj-50	98,6	10,0	88,6	2,4	96,2	0,3	98,3	2,5	95,8	3,4	2,8	6,2	89,6	1,0	88,6
51	98,7	10,0	88,7	3,1	95,6	0,3	98,4	3,9	94,5	0,0	4,9	4,9	89,6	0,9	88,7
52	98,5	11,0	87,5	2,2	96,3	0,4	98,1	3,0	95,1	0,0	6,1	6,1	89,0	1,5	87,5
53	98,7	11,0	87,7	2,8	95,9	0,6	98,1	1,6	96,5	2,4	4,6	7,0	89,5	1,8	87,7
54	99,1	10,0	89,1	3,2	95,9	0,6	98,5	2,6	95,9	0,0	5,9	5,9	90,0	0,9	89,1
55	98,3	11,0	87,3	3,8	94,5	0,6	97,7	3,9	93,8	0,0	4,8	4,8	89,0	1,7	87,3
56	98,1	13,0	85,1	2,7	95,4	0,6	97,5	2,2	95,3	1,5	6,9	8,4	86,9	1,8	85,1
57	98,9	11,0	87,9	3,2	95,7	0,3	98,6	3,1	95,5	0,0	6,1	6,1	89,4	1,5	87,9
58	98,1	12,0	86,1	2,1	96,0	0,4	97,7	2,9	94,8	0,0	7,5	7,5	87,3	1,2	86,1
59	99,1	12,0	87,1	1,5	97,6	0,6	98,5	3,6	94,9	0,8	5,3	6,1	88,8	1,7	87,1
60	98,8	11,0	87,8	2,4	96,4	0,4	98,4	2,7	95,7	1,6	5,2	6,8	88,9	1,1	87,8
61	98,6	11,0	87,6	3,6	95,0	0,6	98,0	3,5	94,5	0,0	5,8	5,8	88,7	1,1	87,6
62	98,4	15,0	83,4	3,1	95,3	0,6	97,8	2,6	95,2	1,1	9,5	10,6	84,6	1,2	83,4
63	98,3	11,0	87,3	3,2	95,1	0,6	97,7	3,1	94,6	0,6	5,5	6,1	88,5	1,2	87,3
64	98,3	11,0	87,3	3,5	94,8	0,3	98,0	3,0	95,0	0,0	6,4	6,4	88,6	1,3	87,3
átlag	98,6	11,3	87,2	2,9	95,7	0,5	98,1	2,9	95,1	0,8	5,8	6,6	88,6	1,3	87,2
max.	99,1	15,0	89,1	3,8	97,6	0,6	98,6	3,9	96,5	3,4	9,5	10,6	90,0	1,8	89,1
min.	98,1	10,0	83,4	1,5	94,5	0,3	97,5	1,6	93,8	0,0	2,8	4,8	84,6	0,9	83,4

2.2.3. melléklet: A délegyházi fúrások koordinátái

	EOVY,m	EOVX, m	Z, m B.f.
Dél-230	650813	210318	97,3
Dél-231	650788	210172	97,6
Dél-232	650760	210018	97,3
Dél-233	650736	209867	96,8
Dél-234	650712	209720	96,4
Dél-235	650690	209568	96,7
Dél-236	650933	210150	97,1
Dél-237	650918	209987	97,6
Dél-238	650881	209844	96,9
Dél-239	650858	209696	96,4
Dél-240	650833	209544	96,5
Dél-241	650808	209394	96,6
Dél-242	651060	210100	97,3
Dél-243	651064	209968	97,4
Dél-244	651038	209818	97,9
Dél-245	651006	209664	97,6
Dél-246	650986	209519	96,3
Dél-247	650986	209324	96,6
Dél-248	651135	209495	96,3
Dél-249	651108	209369	96,0

2.2.4. melléklet: A délegyházi fúrások jellemző szintjei

jel, Dél-	terep, m B.f.	fúrás		talajvíz		fedőréteg		vízvez.rtg.	
		mély- ség m	talp, m B.f.	mély- ség m	szint, m B.f.	mélység m	szint, m B.f.	vtg. m	szint, m B.f.
230	97,3	9,0	88,3	2,9	94,4	2,1	95,2	4,7	90,5
231	97,6	9,0	88,6	2,7	94,9	1,8	95,8	5,5	90,3
232	97,3	9,0	88,3	2,5	94,8	1,5	95,8	6,3	89,5
233	96,8	9,0	87,8	2,7	94,1	1,4	95,4	6,2	89,2
234	96,4	10,0	86,4	2,3	94,1	1,2	95,2	6,6	88,6
235	96,7	8,0	88,7	2,2	94,5	1,8	94,9	5,1	89,8
236	97,1	8,0	89,1	2,8	94,3	2,0	95,1	4,2	90,9
237	97,6	8,0	89,6	2,9	94,7	2,2	95,4	4,2	91,2
238	96,9	8,0	88,9	2,3	94,6	1,9	95,0	4,2	90,8
239	96,4	9,0	87,4	2,1	94,3	1,3	95,1	6,2	88,9
240	96,5	8,0	88,5	2,3	94,2	1,9	94,6	5,0	89,6
241	96,6	8,0	88,6	2,4	94,2	2,1	94,5	4,3	90,2
242	97,3	9,0	88,3	2,7	94,6	1,8	95,5	5,3	90,2
243	97,4	10,0	87,4	2,9	94,5	1,3	96,1	7,6	88,5
244	97,9	10,0	87,9	3,2	94,7	1,2	96,7	7,5	89,2
245	97,0	10,0	87,0	3,1	93,9	1,2	95,8	7,3	88,5
246	96,3	9,0	87,3	2,1	94,2	1,3	95,0	6,5	88,5
247	96,6	6,0	90,6	2,3	94,3	1,3	95,3	3,5	91,8
248	96,3	9,0	87,3	2,3	94,0	1,4	94,9	6,5	88,4
249	96,0	10,0	86,0	1,9	94,1	2,1	93,9	6,1	87,8
átlag	96,9	8,8	88,1	2,5	94,4	1,6	95,3	5,6	89,6
max.	97,9	10,0	90,6	3,2	94,9	2,2	96,7	7,6	91,8
min.	96,0	6,0	86,0	1,9	93,9	1,2	93,9	3,5	87,8

2.3. melléklet

A vízvezető réteg a *Kutatási jelentés* nyomán

2.3.1. A fúrások koordinátái

2.3.2. A fúrások jellemző szintjei

2.3.3. A vízvezető réteg települése és vastagsági viszonyai

2.3.1. melléklet: A fúrások koordinátái

Fúrás	EOVx, m	EOVy, m	Z, m B.f.
Dél jelű fúrások			
Dél-1	211923	649324	97,6
Dél-2	210817	649157	97,6
Dél-78	212666	649856	98,1
Dél-79	212372	649510	98,3
Dél-80	212374	649850	97,2
Dél-81	212372	650104	98,0
Dél-82	212054	649565	97,8
Dél-83	212072	649864	97,2
Dél-84	212070	650152	97,2
Dél-85	211760	649555	98,2
Dél-86	211770	649850	97,7
Dél-87	211766	650150	96,8
Dél-88	211774	650446	97,1
Dél-89	211772	650746	97,0
Dél-90	211462	648962	97,7
Dél-91	211460	649264	97,4
Dél-92	211456	649578	97,2
Dél-93	211468	649860	97,9
Dél-94	211464	650164	97,4
Dél-95	211460	650460	96,6
Dél-96	211460	650728	96,7
Dél-97	211174	648954	98,3
Dél-98	211168	649255	97,7
Dél-99	211196	649558	97,2
Dél-100	211212	649855	97,3
Dél-101	211140	650162	97,0
Dél-102	211160	650456	97,0
Dél-103	211149	650746	96,8
Dél-104	210870	649550	97,5
Dél-105	210876	649870	96,8
Dél-106	210866	650456	96,9
Dél-107	210574	649560	97,4
Dél-108	210576	649864	96,8
Dél-109	210272	649850	97,2
Dél-110	210272	650143	96,8
Dél-111	210270	650446	97,5
Dél-112	209205	650152	97,0
Dél-113	209992	650435	96,7
Dél-114	209694	650437	96,3

2.3.1. melléklet: A fúrások koordinátái

Fúrás	EOVx, m	EOVy, m	Z, m B.f.
KKL jelű fúrások			
KKL-1	209965	649130	97,9
KKL-118	212321	648370	98,1
KKL-119	212084	648380	98,9
KKL-120	212058	648669	98,7
KKL-121	211778	648343	97,6
KKL-122	211760	648650	97,5
KKL-123	211760	648950	98,0
KKL-124	211460	648369	99,0
KKL-125	211463	6486,56	98,5
KKL-126	211180	648376	98,9
KKL-127	211177	648665	98,6
KKL-128	210885	648372	99,1
KKL-129	210880	648647	98,5
KKL-130	210872	648950	97,5
KKL-131	210576	648370	98,5
KKL-132	210572	648640	98,5
KKL-133	210575	648952	98,4
KKL-134	210576	649264	97,0
KKL-135	210268	648640	99,0
KKL-136	210268	648945	98,5
KKL-137	210269	649260	97,4
KKL-138	210273	649560	96,8
KKL-139	209989	648952	98,5
KKL-140	209988	649260	97,5
KKL-141	209989	649560	97,2
KKL-142	209990	649851	97,0
KKL-143	209680	648974	99,6
KKL-144	209688	649220	97,7
KKL-145	209696	649578	98,2
KKL-146	209692	649855	97,0
KKL-147	209688	650156	96,5
Áp jelű fúrások			
Áp-3	210200	648448	98,6
Áp-4	209992	648374	98,4
Áp-5	209995	648629	98,3
Áp-6	209678	648370	99,5
Áp-7	209684	648656	98,4

2.3.2. melléklet: A fúrások jellemző szintjei

jel	terep	fúrás		talajvíz		fedőréteg		vízvezető rétegek								pannon	
	m B.f.	mély- ség m	talp m B.f.	mély- ség m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.	agya- gos ho- mok m	homok m	szórvány- gyéren kavi- csos homok m	kissé kavi- csos ho- mok m	homokos kavics, kav. hom. m	iszap (kő- zetliszt, hom. agyag) m	össz. m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.
Dél jelű fúrások																	
Dél-1	97,9	15,0	82,9	4,5	93,4				5,0		4,0	3,5		12,5	85,4	2,5	82,9
Dél-2	97,6	15,0	82,6	3,8	93,8	0,5	97,1		1,5		3,0	5,7		10,2	86,9	4,5	82,6
Dél-78	98,3	10,0	88,3	1,9	96,4	0,5	97,8	1,5		3,0	4,4			8,9	88,9	0,6	88,3
Dél-79	98,2	11,0	87,2	2,1	96,1	1,0	97,2	2,0			6,8			8,8	88,4	1,2	87,2
Dél-80	97,6	9,0	88,6	1,9	95,7	1,0	96,6	2,0		2,0		2,8		6,8	89,8	1,2	88,6
Dél-81	97,3	9,0	88,3	2,2	95,1	1,0	96,3	2,0		3,0		2,0		7,0	89,3	1,0	88,3
Dél-82	97,9	12,0	85,9	3,1	94,8	0,7	97,2		0,9	4,5		5,1		10,5	86,7	0,8	85,9
Dél-83	97,4	10,0	87,4	1,8	95,6	1,8	95,6			2,2		4,6		6,8	88,8	1,4	87,4
Dél-84	97,2	10,0	87,2	2,2	95,0	1,0	96,2	1,0		1,0	2,0	4,0		8,0	88,2	1,0	87,2
Dél-85	97,6	10,0	87,6	3,1	94,5	0,9	96,7		1,3			6,6		7,9	88,8	1,2	87,6
Dél-86	97,7	11,0	86,7	3,1	94,6	4,0	93,7				2,5	3,0		5,5	88,2	1,5	86,7
Dél-87	96,8	12,0	84,8	3,1	93,7	2,1	94,7	1,1				7,2		8,3	86,4	1,6	84,8
Dél-88	97,2	9,0	88,2	2,4	94,8	2,1	95,1	1,9		2,0		1,3		5,2	89,9	1,7	88,2
Dél-89	97,1	10,0	87,1	3,0	94,1	2,0	95,1			4,1		2,4		6,5	88,6	1,5	87,1
Dél-90	97,6	13,0	84,6	2,7	94,9	1,0	96,6				2,2	8,0		10,2	86,4	1,8	84,6
Dél-91	97,7	10,0	87,7	3,0	94,7	2,1	95,6			0,9		6,0		6,9	88,7	1,0	87,7
Dél-92	97,5	11,0	86,5	2,7	94,8	2,4	95,1					7,0		7,0	88,1	1,6	86,5
Dél-93	97,8	10,0	87,8	2,8	95,0	2,1	95,7					7,0		7,0	88,7	0,9	87,8
Dél-94	97,6	11,0	86,6	2,7	94,9	2,0	95,6			2,1		5,4		7,5	88,1	1,5	86,6
Dél-95	96,8	10,0	86,8	2,2	94,6	2,1	94,7	0,9			2,0	1,8	1,2	5,9	88,8	2,0	86,8
Dél-96	96,9	8,0	88,9	2,1	94,8	2,0	94,9	2,0				3,0		5,0	89,9	1,0	88,9
Dél-97	97,6	15,0	82,6	2,7	94,9	2,1	95,5					12,0		12,0	83,5	0,9	82,6
Dél-98	97,4	12,0	85,4	2,3	95,1	2,1	95,3					9,1		9,1	86,2	0,8	85,4
Dél-99	97,7	11,0	86,7	2,4	95,3	0,9	96,8	1,1				7,6		8,7	88,1	1,4	86,7
Dél-100	97,3	10,0	87,3	2,1	95,2	1,5	95,8				3,5	3,4		6,9	88,9	1,6	87,3
Dél-101	96,9	11,0	85,9	2,1	94,8	2,0	94,9					7,5		7,5	87,4	1,5	85,9
Dél-102	97,2	9,0	88,2	3,2	94,0	2,2	95,0	0,8				2,0	2,0	4,8	90,2	2,0	88,2
Dél-103	96,6	8,0	88,6	2,6	94,0	2,1	94,5			0,9		2,4	1,0	4,3	90,2	1,6	88,6
Dél-104	97,6	14,0	83,6	2,7	94,9	1,0	96,6		1,0			10,7		11,7	84,9	1,3	83,6
Dél-105	96,9	10,0	86,9	2,7	94,2	1,0	95,9	1,0				7,0		8,0	87,9	1,0	86,9

2.3.2. melléklet: A fúrások jellemző szintjei

jel	terep	fúrás		talajvíz		fedőréteg		vízvezető rétegek								pannon	
	m B.f.	mély- ség m	talp m B.f.	mély- ség m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.	agya- gos ho- mok m	homok m	szórvány- gyéren kavi- csos homok m	kissé kavi- csos ho- mok m	homokos kavics, kav. hom. m	iszap (kő- zetliszt, hom. agyag) m	össz. m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.
Dél-106	97,2	12,0	85,2	2,6	94,6	1,0	96,2		1,0	1,0	7,5			9,5	86,7	1,0	85,2
Dél-107	97,4	11,0	86,4	2,7	94,7	1,0	96,4				2,0	6,2		8,2	88,2	1,8	86,4
Dél-108	96,8	7,0	89,8	3,2	93,6	2,0	94,8						5,0	5,0	89,8		89,8
Dél-109	97,3	11,0	86,3	2,7	94,6	1,0	96,3	1,0				6,8		7,8	88,5	2,2	86,3
Dél-110	96,8	10,0	86,8	5,1	91,7	1,5	95,3				0,8	6,5		7,3	88,0	1,2	86,8
Dél-111	97,5	11,0	86,5	4,2	93,3	1,0	96,5		2,0	3,0		3,0		8,0	88,5	2,0	86,5
Dél-112	97,0	11,0	86,0	2,1	94,9	1,0	96,0			2,0		6,6		8,6	87,4	1,4	86,0
Dél-113	96,7	11,0	85,7	2,5	94,2	0,5	96,2					9,2		9,2	87,0	1,3	85,7
Dél-114	96,5	12,0	84,5	1,9	94,6	1,0	95,5					8,7		8,7	86,8	2,3	84,5
átlag	97,3	10,8	86,5	2,7	94,6	1,5	95,8	1,4	1,8	2,3	3,4	5,6	2,3	7,9	88,0	1,5	86,5
max.	98,3	15,0	89,8	5,1	96,4	4,0	97,8	2,0	5,0	4,5	7,5	12,0	5,0	12,5	90,2	4,5	89,8
min.	96,5	7,0	82,6	1,8	91,7	0,5	93,7	0,8	0,9	0,9	0,8	1,3	1,0	4,3	83,5	0,6	82,6
KKL jelű fúrások																	
KKL-1	97,9	15,0	82,9	3,5	94,4	0,7	97,2		2,3		6,6	2,6		11,5	85,7	3,4	82,9
KKL-118	97,9	14,0	83,9	3,7	94,2	1,0	96,9	1,0				11,0		12,0	84,9	1,0	83,9
KKL-119	99,1	14,0	85,1	3,3	95,8	1,0	98,1		1,0		2,0	8,3		11,3	86,8	1,7	85,1
KKL-120	98,7	13,0	85,7	3,1	95,6	1,0	97,7				2,0	8,2		10,2	87,5	1,8	85,7
KKL-121	99,9	12,0	87,9	3,9	96,0	3,0	96,9					8,2		8,2	88,7	0,8	87,9
KKL-122	98,8	11,0	87,8	3,1	95,7	1,1	97,7		1,0		2,9	4,5		8,4	89,3	1,5	87,8
KKL-123	98,2	11,0	87,2	2,9	95,3	2,0	96,2		1,1			6,2		7,3	88,9	1,7	87,2
KKL-124	98,9	13,0	85,9	3,9	95,0	4,2	94,7					7,2		7,2	87,5	1,6	85,9
KKL-124	98,7	13,0	85,7	3,7	95,0	1,0	97,7			6,0		4,8		10,8	86,9	1,2	85,7
KKL-126	99,0	12,0	87,0	2,6	96,4	0,5	98,5		4,7		4,8	1,1		10,6	87,9	0,9	87,0
KKL-127	98,6	16,0	82,6	3,0	95,6	0,7	97,9		2,3			12,0		14,3	83,6	1,0	82,6
KKL-128	99,3	11,0	88,3	3,4	95,9	1,5	97,8		4,5		2,8	1,0		8,3	89,5	1,2	88,3
KKL-129	98,6	13,0	85,6	3,1	95,5	2,0	96,6	2,0			5,0	2,8		9,8	86,8	1,2	85,6
KKL-130	97,7	11,0	86,7	3,2	94,5	2,5	95,2	1,0		2,5	3,8			7,3	87,9	1,2	86,7
KKL-131	99,5	15,0	84,5	4,9	94,6	2,0	97,5	3,0		4,0	4,6			11,6	85,9	1,4	84,5
KKL-132	98,8	15,0	83,8	5,1	93,7	1,0	97,8		3,0	3,0	5,0	1,5		12,5	85,3	1,5	83,8
KKL-133	98,4	14,0	84,4	2,7	95,7	1,0	97,4				2,0	9,5		11,5	85,9	1,5	84,4
KKL-134	97,1	11,0	86,1	2,9	94,2	2,0	95,1				1,0	6,5		7,5	87,6	1,5	86,1

2.3.2. melléklet: A fúrások jellemző szintjei

jel	terep m B.f.	fúrás		talajvíz		fedőréteg		vízvezető rétegek								pannon	
		mély- ség m	talp m B.f.	mély- ség m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.	agya- gos ho- mok m	homok m	szórvány- gyéren kavi- csos homok m	kissé kavi- csos ho- mok m	homokos kavics, kav. hom. m	iszap (kő- zetliszt, hom. agyag) m	össz. m	szint m B.f.	vtg. m	szint m B.f.
KKL-135	99,0	15,0	84,0	4,9	94,1	4,0	95,0			6,0		3,2		9,2	85,8	1,8	84,0
KKL-136	98,5	15,0	83,5	3,8	94,7	1,0	97,5				4,0	8,2		12,2	85,3	1,8	83,5
KKL-137	97,4	11,0	86,4	3,8	93,6	1,0	96,4				2,0	6,5		8,5	87,9	1,5	86,4
KKL-138	96,9	11,0	85,9	1,9	95,0	1,0	95,9	1,0			2,5	5,0		8,5	87,4	1,5	85,9
KKL-139	98,6	13,0	85,6	3,1	95,5	1,0	97,6	1,0			6,0	3,7		10,7	86,9	1,3	85,6
KKL-140	97,4	12,0	85,4	2,7	94,7	1,0	96,4	1,0			2,0	7,0		10,0	86,4	1,0	85,4
KKL-141	97,3	9,0	88,3	2,4	94,9	1,0	96,3	1,0		2,0		3,0		6,0	90,3	2,0	88,3
KKL-142	97,0	11,0	86,0	2,1	94,9	2,0	95,0					7,7		7,7	87,3	1,3	86,0
KKL-143	98,6	13,0	85,6	4,0	94,6	2,0	96,6	2,0		3,0		5,0		10,0	86,6	1,0	85,6
KKL-144	97,7	10,0	87,7	2,7	95,0	2,0	95,7				3,0	3,3		6,3	89,4	1,7	87,7
KKL-145	98,1	12,0	86,1	2,4	95,7	2,8	95,3				1,2	6,2		7,4	87,9	1,8	86,1
KKL-146	97,1	11,0	86,1	2,4	94,7	2,0	95,1			1,0	2,0	4,7		7,7	87,4	1,3	86,1
KKL-147	96,6	12,0	84,6	2,4	94,2	1,0	95,6		2,0			6,6		8,6	87,0	2,4	84,6
átlag	98,2	12,5	85,7	3,2	95,0	1,6	96,6	1,4	2,4	3,4	3,3	5,7	0,0	9,5	87,2	1,5	85,7
max.	99,9	16,0	88,3	5,1	96,4	4,2	98,5	3,0	4,7	6,0	6,6	12,0	0,0	14,3	90,3	3,4	88,3
min.	96,6	9,0	82,6	1,9	93,6	0,5	94,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	6,0	83,6	0,8	82,6
Áp jelű fúrások																	
Áp-3	99,8	15,0	84,8	5,6	94,2	3,3	96,5		4,9		5,8			10,7	85,8	1,0	84,8
Áp-4	99,4	14,0	85,4	7,1	92,3	1,0	98,4		6,0			6,0		12,0	86,4	1,0	85,4
Áp-5	98,8	11,0	87,8	4,1	94,7	3,3	95,5		3,7			2,7		6,4	89,1	1,3	87,8
Áp-6	99,6	15,0	84,6	5,8	93,8	1,0	98,6		4,0			9,0		13,0	85,6	1,0	84,6
Áp-7	98,6	11,0	87,6	3,7	94,9	1,0	97,6		6,5		2,2			8,7	88,9	1,3	87,6
átlag	99,2	13,2	86,0	5,3	94,0	1,9	97,3	0,0	5,0	0,0	4,0	5,9	0,0	10,2	87,2	1,1	86,0
max.	99,8	15,0	87,8	7,1	94,9	3,3	98,6	0,0	6,5	0,0	5,8	9,0	0,0	13,0	89,1	1,3	87,8
min.	98,6	11,0	84,6	3,7	92,3	1,0	95,5	0,0	3,7	0,0	2,2	2,7	0,0	6,4	85,6	1,0	84,6
összes fúrás																	
átlag	97,8	11,7	86,1	3,1	94,7	1,6	96,3	1,4	2,8	2,7	3,4	5,6	2,3	8,7	87,6	1,5	86,1
max.	99,9	16,0	89,8	7,1	96,4	4,2	98,6	3,0	6,5	6,0	7,5	12,0	5,0	14,3	90,3	4,5	89,8
min.	96,5	7,0	82,6	1,8	91,7	0,5	93,7	0,8	0,9	0,9	0,8	1,0	1,0	4,3	83,5	0,6	82,6

2.3.3. melléklet: Rétegek és vastagságok

Fúrás		1.rtg.	2.rtg.	3.rtg.	4.rtg.	5.rtg.
Dél jelű fúrások						
Dél-78	-tól. m	2,0	5,0	7,5		
	-ig, m	5,0	7,5	9,4		
	vtg, m	3,0	2,5	1,9		
Dél-79	-tól. m	3,0				
	-ig, m	9,8				
	vtg, m	6,8				
Dél-80	-tól. m	3,0	5,0			
	-ig, m	5,0	7,8			
	vtg, m	2,0	2,8			
Dél-81	-tól. m	3,0	6,0			
	-ig, m	6,0	8,0			
	vtg, m	3,0	2,0			
Dél-82	-tól. m	0,7	1,6	4,2	6,1	
	-ig, m	1,6	4,2	6,1	11,2	
	vtg, m	0,9	2,6	1,9	5,1	
Dél-83	-tól. m	4,0	6,8			
	-ig, m	6,8	8,6			
	vtg, m	2,8	1,8			
Dél-84	-tól. m	2,0	3,0	5,0		
	-ig, m	3,0	5,0	9,0		
	vtg, m	1,0	2,0	4,0		
Dél-85	-tól. m	0,9	2,2	5,0		
	-ig, m	2,2	5,0	8,8		
	vtg, m	1,3	2,8	3,8		
Dél-86	-tól. m	4,0	7,0			
	-ig, m	7,0	9,5			
	vtg, m	3,0	2,5			
Dél-87	-tól. m	3,2	7,0			
	-ig, m	7,0	10,4			
	vtg, m	3,8	3,4			
Dél-88	-tól. m	2,1	4,0	6,0		
	-ig, m	4,0	6,0	7,3		
	vtg, m	1,9	2,0	1,3		
Dél-89	-tól. m	2,0	6,1			
	-ig, m	6,1	8,5			
	vtg, m	4,1	2,4			
Dél-90	-tól. m	1,0	3,2			
	-ig, m	3,2	11,2			
	vtg, m	2,2	8,0			
Dél-91	-tól. m	2,1	3,0	5,0		
	-ig, m	3,0	5,0	9,0		
	vtg, m	0,9	2,0	4,0		
Dél-92	-tól. m	2,2				
	-ig, m	9,4				
	vtg, m	7,2				
Dél-93	-tól. m	2,1	5,0			
	-ig, m	5,0	9,1			
	vtg, m	2,9	4,1			
Dél-94	-tól. m	2,0	4,1			
	-ig, m	4,1	9,5			
	vtg, m	2,1	5,4			
Dél-95	-tól. m	2,1	3,0	5,0		
	-ig, m	3,0	5,0	6,8		
	vtg, m		2,0	1,8		

2.3.3. melléklet: Rétegek és vastagságok

Fúrás		1.rtg.	2.rtg.	3.rtg.	4.rtg.	5.rtg.
Dél-96	-tól. m	2,0	4,0			
	-ig, m	4,0	7,0			
	vtg, m		3,0			
Dél-97	-tól. m	2,1	5,0			
	-ig, m	5,0	14,1			
	vtg, m	2,9	9,1			
Dél-98	-tól. m	2,1	5,0			
	-ig, m	5,0	11,2			
	vtg, m	2,9	6,2			
Dél-99	-tól. m	2,0	7,0			
	-ig, m	7,0	9,6			
	vtg, m	5,0	2,6			
Dél-100	-tól. m	1,5	5,0			
	-ig, m	5,0	8,4			
	vtg, m	3,5	3,4			
Dél-101	-tól. m	2,0	5,1			
	-ig, m	5,1	9,5			
	vtg, m	3,1	4,4			
Dél-102	-tól. m	3,0	2,1			
	-ig, m	5,0	3,0			
	vtg, m	2,0	0,9			
Dél-103	-tól. m	3,0				
	-ig, m	5,4				
	vtg, m	2,4				
Dél-104	-tól. m	2,0	3,0	6,0		
	-ig, m	3,0	6,0	12,7		
	vtg, m	1,0	3,0	6,7		
Dél-105	-tól. m	2,0				
	-ig, m	5,0				
	vtg, m	3,0				
Dél-106	-tól. m	1,0	9,5	2,0	5,0	
	-ig, m	2,0	10,5	5,0	9,5	
	vtg, m	1,0		3,0	4,5	
Dél-107	-tól. m	1,0				
	-ig, m	2,0				
	vtg, m	1,0				
Dél-109	-tól. m	2,0	4,0			
	-ig, m	4,0	8,8			
	vtg, m	2,0	4,8			
Dél-110	-tól. m	1,5	4,0	8,0		
	-ig, m	4,0	8,0	8,8		
	vtg, m	2,5	4,0	0,8		
Dél-111	-tól. m	1,0	3,0	6,0		
	-ig, m	3,0	6,0	9,0		
	vtg, m	2,0	3,0	3,0		
Dél-112	-tól. m	1,0	3,0			
	-ig, m	3,0	9,6			
	vtg, m	2,0	6,6			
Dél-113	-tól. m	0,5	5,0			
	-ig, m	5,0	9,7			
	vtg, m	4,5	4,7			
Dél-114	-tól. m	1,0	4,0			
	-ig, m	4,0	9,7			
	vtg, m	3,0	5,7			

2.3.3. melléklet: Rétegek és vastagságok

Fúrás		1.rtg.	2.rtg.	3.rtg.	4.rtg.	5.rtg.
KKL jelű fúrások						
KKL-118	-tól. m	1,0	2,0	5,0	10,0	
	-ig, m	2,0	5,0	10,0	13,0	
	vtg, m	1,0	3,0	5,0	3,0	
KKL-119	-tól. m	1,0	2,0	4,0	8,0	
	-ig, m	2,0	4,0	8,0	12,3	
	vtg, m	1,0	2,0	4,0	4,3	
KKL-120	-tól. m	1,0	3,0			
	-ig, m	3,0	11,2			
	vtg, m	2,0	8,2			
KKL-121	-tól. m	3,0	7,0			
	-ig, m	7,0	11,2			
	vtg, m	4,0	4,2			
KKL-122	-tól. m	1,1	2,1	5,0		
	-ig, m	2,1	5,0	9,5		
	vtg, m	1,0	2,9	4,5		
KKL-123	-tól. m	2,0	3,1	5,0		
	-ig, m	3,1	5,0	9,3		
	vtg, m	1,1	1,9	4,3		
KKL-124	-tól. m	4,2				
	-ig, m	11,4				
	vtg, m	7,2				
KKL-125	-tól. m	1,0	3,0	7,0		
	-ig, m	3,0	7,0	11,8		
	vtg, m	2,0	4,0	4,8		
KKL-126	-tól. m	0,5	5,2	10,0		
	-ig, m	5,2	10,0	11,1		
	vtg, m	4,7	4,8	1,1		
KKL-127	-tól. m	0,7	3,0	11,0		
	-ig, m	3,0	11,0	15,0		
	vtg, m	2,3	8,0	4,0		
KKL-128	-tól. m	1,5	6,0	7,0		
	-ig, m	6,0	7,0	9,8		
	vtg, m	4,5	1,0	2,8		
KKL-129	-tól. m	2,0	4,0	9,0		
	-ig, m	4,0	9,0	11,8		
	vtg, m	2,0	5,0	2,8		
KKL-130	-tól. m	2,5	5,0			
	-ig, m	5,0	8,8			
	vtg, m	2,5	3,8			
KKL-131	-tól. m	2,0	4,0	5,0	9,0	
	-ig, m	4,0	5,0	9,0	13,6	
	vtg, m	2,0	1,0	4,0	4,6	
KKL-132	-tól. m	1,0	4,0	7,0	12,0	
	-ig, m	4,0	7,0	12,0	13,5	
	vtg, m	3,0	3,0	5,0	1,5	
KKL-133	-tól. m	1,0	3,0	8,0		
	-ig, m	3,0	8,0	12,5		
	vtg, m	2,0	5,0	4,5		
KKL-134	-tól. m	2,0	3,0	5,0		
	-ig, m	3,0	5,0	9,5		
	vtg, m	1,0	2,0	4,5		
KKL-135	-tól. m	4,0	10,0			
	-ig, m	10,0	13,2			

2.3.3. melléklet: Rétegek és vastagságok

Fúrás		1.rtg.	2.rtg.	3.rtg.	4.rtg.	5.rtg.
KKL-136	vtg, m	6,0	3,2			
	-tól. m	1,0	5,0	8,0		
	-ig, m	5,0	8,0	13,2		
KKL-137	vtg, m	4,0	3,0	5,2		
	-tól. m	1,0	3,0			
	-ig, m	3,0	9,5			
KKL-138	vtg, m	2,0	6,5			
	-tól. m	2,0	4,5			
	-ig, m	4,5	9,5			
KKL-139	vtg, m	2,5	5,0			
	-tól. m	1,0	2,0	5,0	8,0	
	-ig, m	2,0	5,0	8,0	11,0	
KKL-140	vtg, m	1,0	3,0	3,0	3,0	
	-tól. m	1,0	2,0	4,0	8,0	
	-ig, m	2,0	4,0	8,0	11,0	
KKL-141	vtg, m	1,0	2,0	4,0	3,0	
	-tól. m	1,0	2,0	4,0		
	-ig, m	2,0	4,0	7,0		
KKL-142	vtg, m	1,0	2,0	3,0		
	-tól. m	2,0				
	-ig, m	9,7				
KKL-143	vtg, m	7,7				
	-tól. m	2,0	4,0	6,0	7,0	10,0
	-ig, m	4,0	6,0	7,0	10,0	12,0
KKL-144	vtg, m	2,0	2,0	1,0	3,0	2,0
	-tól. m	2,0	5,0			
	-ig, m	5,0	8,3			
KKL-145	vtg, m	3,0	3,3			
	-tól. m	2,8	4,0	7,0		
	-ig, m	4,0	7,0	10,2		
KKL-146	vtg, m	1,2	3,0	3,2		
	-tól. m	2,0	3,0	5,0		
	-ig, m	3,0	5,0	9,7		
KKL-147	vtg, m	1,0	2,0	4,7		
	-tól. m	1,0	3,0	5,0		
	-ig, m	3,0	5,0	9,6		
Áp-3	vtg, m	2,0	2,0	4,6		
	-tól. m	4,5	8,2			
	-ig, m	8,2	14,0			
Áp-4	vtg, m	3,7	5,8			
	-tól. m	1,0	5,0	7,0		
	-ig, m	5,0	7,0	13,0		
Áp-5	vtg, m	4,0	2,0	6,0		
	-tól. m	3,3	7,0			
	-ig, m	7,0	9,7			
Áp-6	vtg, m	3,7	2,7			
	-tól. m	1,0	5,0	9,0		
	-ig, m	5,0	9,0	14,0		
Áp-7	vtg, m	4,0	4,0	5,0		
	-tól. m	1,0	2,5	7,5		
	-ig, m	2,5	7,5	9,7		
Áp-7	vtg, m	1,5	5,0	2,2		

3. melléklet

A talaj szivárgáshidraulikai jellemzőinek meghatározása

- 3.1. A jellemzők meghatározása a *Földtani térkép* alapján**
- 3.2. Korábbi számítások alapján kapott szivárgási tényezők**
- 3.3. A szivárgási tényező meghatározása a HydroGeoSieveXL segítségével**
- 3.4. Számított szivárgási tényezők**
- 3.5. Jellemző szemeloszlások a Kutatási jelentés (1996) alapján**
- 3.6. Szemeloszlások és egyéb számított jellemzők**
- 3.7. Számított szivárgási tényezők**

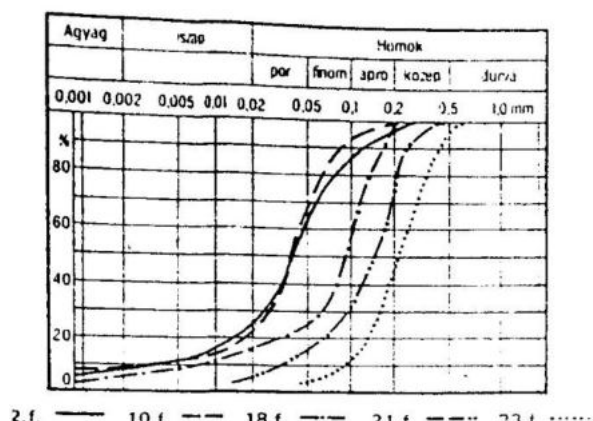
3.1. melléklet

A jellemzők meghatározása a *FÖLDTANI TÉRKÉP* alapján

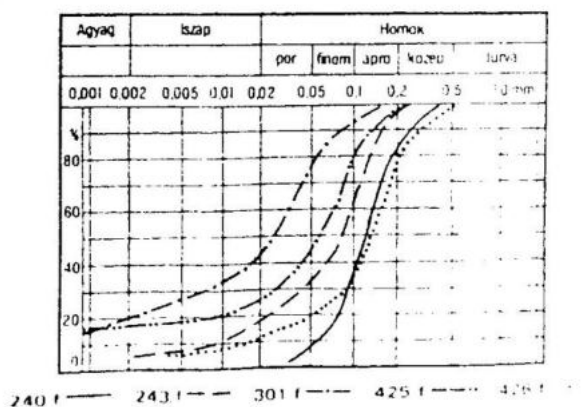
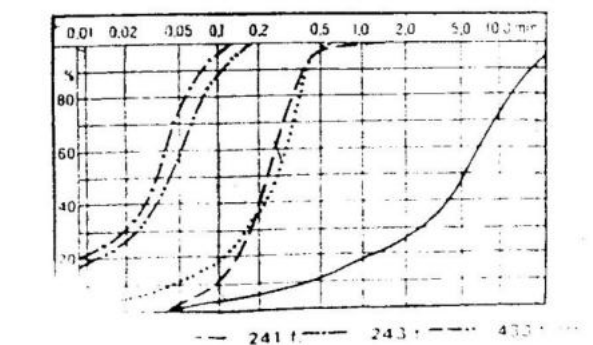
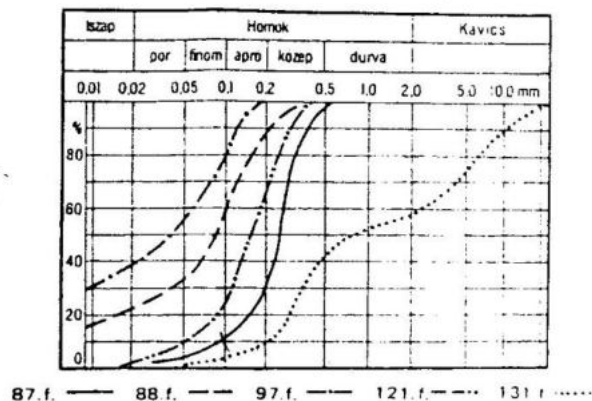
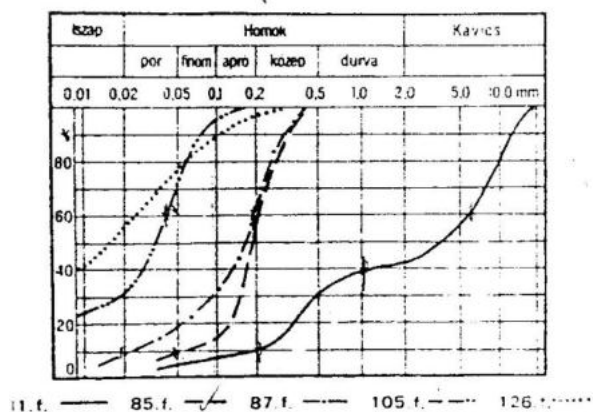
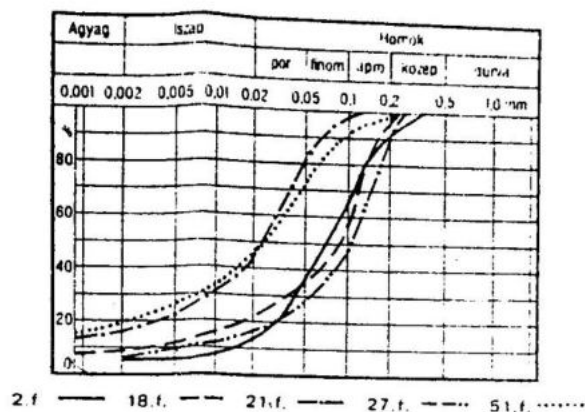
- 3.1.1. A *Földtani Térkép* szemeloszlási görbéi és jellemző szemátmérői**
- 3.1.2. A szivárgási tényező becslése az egyenlőtlenségi mutató és a 10%-os szemátmérő alapján**
- 3.1.3. A szivárgási tényező becslése a 10%-os szemátmérő alapján**
- 3.1.4. A porozitás becslése**
- 3.1.5. A tározási tényező becslése**
- 3.1.6. Irodalomjegyzék**

3.1.1. A FÖLDTANI TÉRKÉP szemeloszlási görbéi és jellemző szemátmérőiről

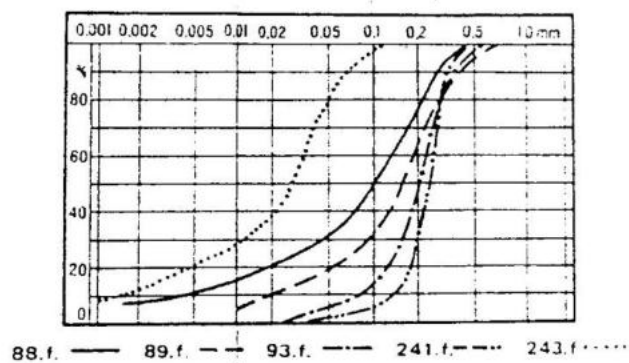
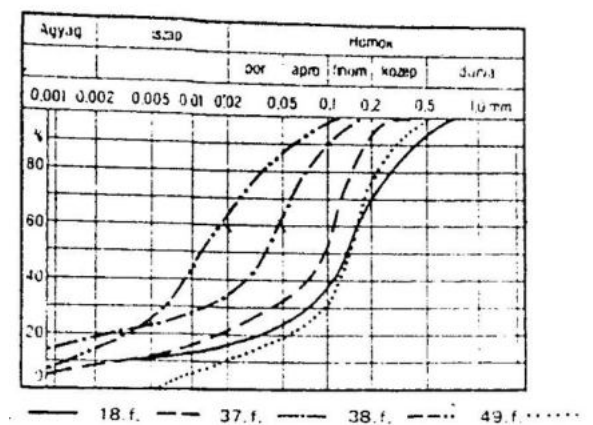
2 m mélységben



5 m mélységben



10 m mélységben



3.1.1. ábra: Szemeloszlások

A FÖLDTANI TÉRKÉP számos fúrás esetén - gyakran eltérő mélységekben - közöl szemeloszlási görbét. Így az egyes fúrásokban 2, 5 és 10 méteres mélységhez tartozóan több szemeloszlási görbe áll rendelkezésre. Ezeket mutatja a 3.1.1. ábra. A szemeloszlások alapján kapott jellemző szemátmérőket fúrásokként a 3.1.1. táblázatban foglaltuk össze. Itt, és minden hasonló táblázatban külön, *-gal jelöltük azon fúrásokat, melyek a DTCS-től északra, a vizsgált területünkől távolabb találhatók.

A tágabb térségre jellemző szemátmérők összetett képet alkotnak. A térségre jellemző homok-kavics frakció mellett - különösen a 2 és 10 m-es mélység esetén - igen magas a finomabb frakció (iszap-agyag) aránya. Ez arra utal, hogy az adott fúrás adott mélységéhez tartozó szemeloszlás inkább a fekvő, illetve fedőréteget jellemzi.

3.1.2. A szivárgási tényező becslése az egyenlőtlenlenségi mutató és a 10%-os szemátmérő alapján

A Beyer-féle eljárás az alábbi összefüggést javasolja (BUSCH-LUCKNER, 1972; KOVÁCS, 1972):

$$k = C(U) \frac{g}{\nu} d_{10}^2, \quad \text{és} \quad U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

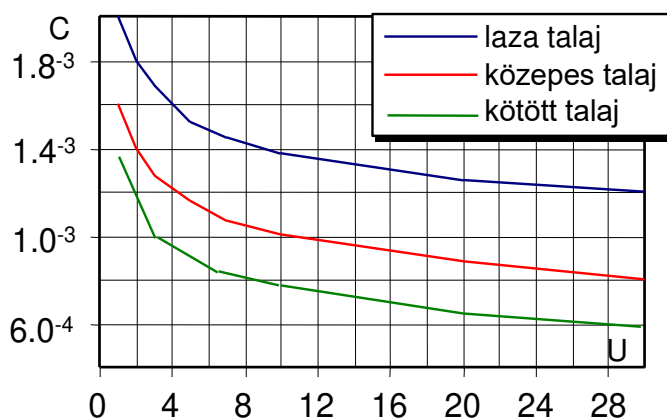
ahol:

- k , m/s : a szivárgási együttható;
- $C(U)$, - : talajtól és egyenlőtlenlenségi mutatótól függő tényező, melynek értékeit a 3.1.2. ábra mutatja;
- U^1 , - : az egyenlőtlenlenségi mutató ;
- g , m/s² : a nehézségi gyorsulás, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- ν , m²/s : a víz kinematikai viszkozitása, $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;

A $C(U)$ tényező valamennyi talajtípusra vonatkozó értékeivel a 3.1.1. táblázat valamennyi fúrásának szemátmérői alapján számított szivárgási együtthatók, valamint az átlagos és szélső érték a 3.1.2. táblázatban láthatók, az összehasonlítás érdekében és a további számításokhoz, m/d-os mértékegységbe átváltva. Bár jelen terület laza talajúnak tekinthető - tájékoztató jelleggel - megadjuk a közepes és tömörebb talajokra vonatkozó értékeket is.

3.1.1. táblázat: Jellemző szemátmérők

fúrás	d_{10} , mm	d_{60} , mm	d_m , mm
2 m-es mélységben			
81	0,2000	6,0000	8,0000
85*	0,0500	0,2000	0,2000
87*	0,0200	0,2000	0,2000
105	0,0010	0,0400	0,0500
126	0,0010	0,0200	0,0500
230	0,5000	7,0000	5,0000
236	0,1000	0,3000	0,3000
átlag	0,1246	1,9657	1,9714
max.	0,5000	7,0000	8,0000
min.	0,0010	0,0200	0,0500
5 m-es mélységben			
27	0,0050	0,1200	0,1500
87*	0,1000	0,3000	0,3000
88*	0,0100	0,1000	0,1500
131	0,2000	2,0000	0,3000
301	0,0010	0,0350	0,0300
átlag	0,0632	0,5110	0,1860
max.	0,2000	2,0000	0,3000
min.	0,0010	0,0350	0,0300
10 m-es mélységben			
10*	0,0500	0,1500	0,2000
37*	0,0010	0,0500	0,0500
38*	0,0015	0,0200	0,0200
88*	0,0050	0,1500	0,2000
89*	0,0200	0,2000	0,2000
átlag	0,0155	0,1140	0,1340
max.	0,0500	0,2000	0,2000
min.	0,0010	0,0200	0,0200
társégi			
átlag	0,0744	0,9932	0,9059
max.	0,5000	7,0000	8,0000
min.	0,0010	0,0200	0,0200



3.1.2. ábra: a C tényező

¹ korábbi jelölés, jelenleg C_U használatos

A kapott értékek még így igen széles intervallumot adnak. A 10 m-en kapott értékek egyértelműen az agyagos fekére vonatkozó értékek, így ezeket a továbbiakban figyelmen kívül hagytuk. Ezen túl főként a 2 m-es, de néhol az 5 m-es fúrások közül is az iszapos-agyagos talajra jellemző értékeket kellő kritikával kezeltük. Végül is a kavicsos - homokos réteg szivárgás együtthatója $k = 1 - 280 \text{ m/d}$ szélső értékek mellett 30 - 40 m/d-ra becsülhető.

3.1.2. táblázat: A szivárgási együttható becslése Beyer szerint

fúrás	d_{10} , mm	d_{60} , mm	U, -	k_a , m/d	k_b , m/d	k_c , m/d
2 m-es mélységben						
81	0,200	6,000	30,0	40,684	27,123	20,342
85*	0,050	0,200	4,0	3,390	2,575	2,034
87*	0,020	0,200	10,0	0,464	0,339	0,264
105	0,001	0,040	40,0	0,001	0,001	0,001
126	0,001	0,020	20,0	0,001	0,001	0,001
230	0,500	7,000	14,0	280,127	201,725	154,260
236	0,100	0,300	3,0	14,239	10,764	8,645
átlag	0,125	1,966	17,3	48,415	34,647	26,507
max.	0,500	7,000	40,0	280,127	201,725	154,260
min.	0,001	0,020	3,0	0,001	0,001	0,001
5 m-es mélységben						
27	0,005	0,120	24,0	0,026	0,018	0,013
87*	0,100	0,300	3,0	14,239	10,764	8,645
88*	0,010	0,100	10,0	0,116	0,085	0,066
131	0,200	2,000	10,0	46,448	33,903	26,445
301	0,001	0,035	35,0	0,001	0,001	0,000
átlag	0,063	0,511	16,4	23,237	16,961	13,229
max.	0,200	2,000	35,0	46,448	33,903	26,445
min.	0,001	0,035	3,0	0,026	0,018	0,013
10 m-es mélységben						
10*	0,050	0,150	3,0	3,560	2,691	2,161
37*	0,001	0,050	50,0	0,001	0,001	0,001
38*	0,002	0,020	13,3	0,003	0,002	0,001
88*	0,005	0,150	30,0	0,025	0,017	0,013
89*	0,020	0,200	10,0	0,464	0,339	0,264
átlag	0,016	0,114	21,3	0,811	0,610	0,488
max.	0,050	0,200	50,0	3,560	2,691	2,161
min.	0,001	0,020	3,0	0,001	0,001	0,001
térsegi						
átlag	0,074	0,993	18,2	27,008	19,434	14,949
max.	0,500	7,000	50,0	280,127	201,725	154,260
min.	0,001	0,020	3,0	0,001	0,001	0,001

3.1.3. A szivárgási tényező becslése a 10%-os szemátmérő alapján

Egy másik lehetőség a Hazen-féle összefüggés alábbi, egyszerűsített alakja, melyet a TNO, 1964. javasol a szivárgási együttható becslésére:

$$k[m / d] = C(d_{10} [mm])^2$$

ahol:

C , m/d/mm²: együttható, melynek értéke talajnemtől függően $C = 400 - 1200 \text{ m/d/mm}^2$, laza talaj esetén javasolt értéke $C = 1200 \text{ m/d/mm}^2$

Megjegyezzük, hogy a fenti összefüggés által adott tartomány a mértékegységek megfelelő átváltásával tartalmazza a Jáky-féle alábbi összefüggést is (Kovács, 1972.):

$$k[cm / s] = 100 \left[\frac{1}{cms} \right] (d_{10} [cm])^2$$

A 3.1.1. táblázathoz tartozó adatok alapján mindkét javasolt C értékkel számított szivárgási együtttható átlagos és szélső értékeit, valamint a fúrásonkénti részletes eredményeket a 3.1.3. táblázatban foglaltuk össze. A kapottakat az előző ponthoz hasonló megfontolások alapján értékelve a szélső $k = 1 - 300$ m/d-os érték a korábbi pont eredményeivel összhangban van.

3.1.4. A porozitás becslése

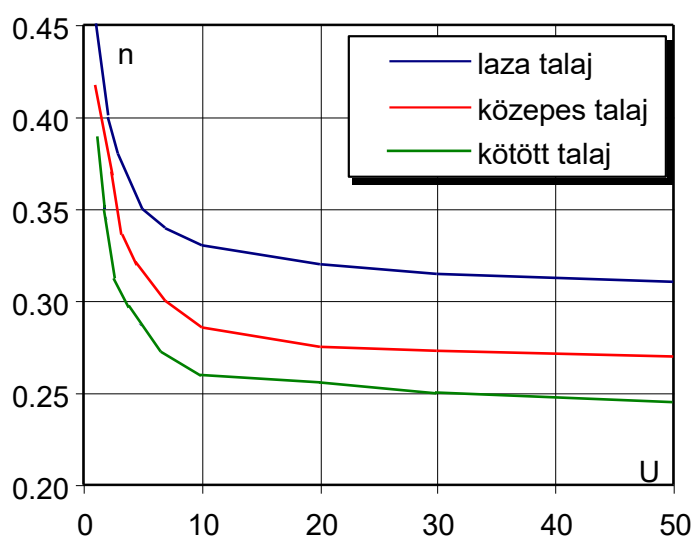
A térség talajának n porozitását a szivárgási együttthatóhoz hasonlóan valamennyi fúrás szemátmérőinek alapján, a Beyer-féle grafikon (3.1.3. ábra) segítségével határoztuk meg (BUSCH-LUCKNER, 1972.). A módszer a 3.1.2. ponthoz hasonlóan az egyenlőtlenségi mutatót alkalmazza a becsléshez.

A 3.1.1. táblázathoz tartozó fúrások alapján a grafikon segítségével számított porozitás átlagos és szélső értékeit fúrásmélységenként, valamint a fúrásonkénti részletes eredmények a 3.1.4. táblázatban foglaltuk össze. Bár jelen terület laza talajúnak tekinthető - tájékoztató jelleggel - továbbra is megadjuk az egyéb talajokra vonatkozó értékeket is.

Bár a táblázat a fúrások alapján számított értékek átlagát mutatja, a korábbi megfontolások alapján itt is figyelmen kívül hagytuk a nagy valószínűséggel fekvő vagy fedőréteget jellemző értékeket. Így a porozitás szélső értékei $n = 31 - 35$ %-ra, a középérték pedig $n = 33$ %-ra becsülhető.

3.1.3. táblázat: A k becslése a TNO szerint

fúrás	d_{10} , mm	k_{400} , m/d	k_{1200} , m/d
2 m-es mélységben			
81	0,200	16,000	48,000
85*	0,050	1,000	3,000
87*	0,020	0,160	0,480
105	0,001	0,000	0,001
126	0,001	0,000	0,001
230	0,500	100,000	300,000
236	0,100	4,000	12,000
átlag	0,125	17,309	51,926
max.	0,500	100,000	300,000
min.	0,001	0,000	0,001
5 m-es mélységben			
27	0,005	0,010	0,030
87*	0,100	4,000	12,000
88*	0,010	0,040	0,120
131	0,200	16,000	48,000
301	0,001	0,000	0,001
átlag	0,063	4,010	12,030
max.	0,200	16,000	48,000
min.	0,001	0,000	0,001
10 m-es mélységben			
10*	0,050	1,000	3,000
37*	0,001	0,000	0,001
38*	0,002	0,001	0,003
88*	0,005	0,010	0,030
89*	0,020	0,160	0,480
átlag	0,016	0,234	0,703
max.	0,050	1,000	3,000
min.	0,001	0,000	0,001
térségi			
átlag	0,074	8,375	25,126
max.	0,500	100,000	300,000
min.	0,001	0,000	0,001



3.1.3. ábra: A porozitás

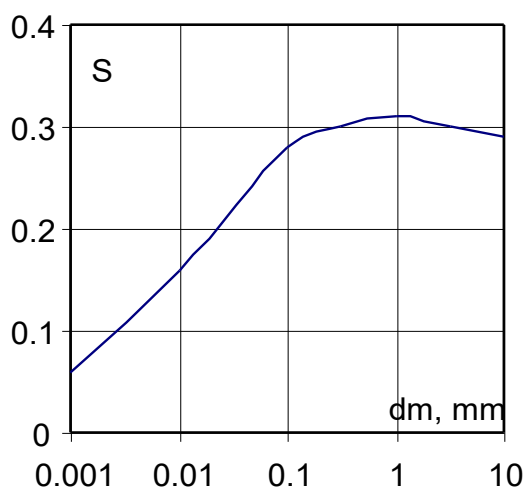
3.1.4. táblázat: A porozitás becslése Busch szerint

fúrás	d_{10} , mm	d_{60} , mm	U, -	n_a , -	n_b , -	n_c , -
2 m-es mélységben						
81	0,2000	6,0000	30,00	0,315	0,273	0,250
85*	0,0500	0,2000	4,00	0,365	0,328	0,295
87*	0,0200	0,2000	10,00	0,330	0,285	0,260
105	0,0010	0,0400	40,00	0,313	0,272	0,248
126	0,0010	0,0200	20,00	0,320	0,275	0,255
230	0,5000	7,0000	14,00	0,326	0,281	0,258
236	0,1000	0,3000	3,00	0,380	0,335	0,305
átlag	0,1246	1,9657	17,29	0,336	0,293	0,267
max.	0,5000	7,0000	40,00	0,380	0,335	0,305
min.	0,0010	0,0200	3,00	0,313	0,272	0,248
5 m-es mélységben						
27	0,0050	0,1200	24,00	0,318	0,274	0,253
87*	0,1000	0,3000	3,00	0,380	0,335	0,305
88*	0,0100	0,1000	10,00	0,330	0,285	0,260
131	0,2000	2,0000	10,00	0,330	0,285	0,260
301	0,0010	0,0350	35,00	0,314	0,272	0,249
átlag	0,0632	0,5110	16,40	0,334	0,290	0,265
max.	0,2000	2,0000	35,00	0,380	0,335	0,305
min.	0,0010	0,0350	3,00	0,314	0,272	0,249
10 m-es mélységben						
10*	0,0500	0,1500	3,00	0,380	0,335	0,305
37*	0,0010	0,0500	50,00	0,310	0,270	0,245
38*	0,0015	0,0200	13,33	0,327	0,282	0,258
88*	0,0050	0,1500	30,00	0,315	0,273	0,250
89*	0,0200	0,2000	10,00	0,330	0,285	0,260
átlag	0,0155	0,1140	21,27	0,332	0,289	0,264
max.	0,0500	0,2000	50,00	0,380	0,335	0,305
min.	0,0010	0,0200	3,00	0,310	0,270	0,245
térsegi						
átlag	0,0744	0,9932	18,20	0,334	0,291	0,266
max.	0,5000	7,0000	50,00	0,380	0,335	0,305
min.	0,0010	0,0200	3,00	0,310	0,270	0,245

3.1.5. A tározási tényező becslése

Az S tározási tényezőt vízzáró fedőréteg nélküli, szabad felszínű talajvíz esetére határoztuk meg. A becsléshez a d_m leggyakoribb szemátmérőt alkalmaztuk (BEAR, 1979.), melyből a 3.1.5. ábrán szereplő grafikon segítségével határozható meg a tározási tényező. A kapott átlagos és szélső értéket, valamint a részletes eredményeket a 3.1.5. táblázatban foglaltuk össze.

Mivel jelen módszer erőteljesen tájékoztató jellegű, a számított tározási tényezőket az előző pontban kapott porozitásokkal hasonlítottuk össze. Minden fúrás minden vizsgált rétegződése esetén a tározási tényező értéke mintegy 10 %-kal alacsonyabbra adódott, mint a porozitás. Ez helyesen tükrözi a két jellemző közötti kapcsolatot, mivel az S minden esetben alacsonyabb kell legyen n -nél.



3.1.5. ábra: A tározási tényező

Bár a táblázat ez esetben is a fúrások alapján számított értékek átlagát mutatja, a korábbi megfontolásokat itt is figyelembe vettük, mely alapján a tározási tényező szélső értékei $S = 0,27 - 0,31$ -ra, a középérték pedig $S = 0,29$ %-ra becsülhető.

3.1.6. Irodalomjegyzék

BEAR, J.: Hydraulics of Groundwater. Mc-Graw-Hill Int. Book Company, New York, 1979.

BUSCH, K. F. - LUCKNER, L.: Geohydraulik. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1972.

KOVÁCS, Gy.: Szivárgáshidraulika. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972.

AZ ALFÖLD 200.000-ES FÖLDTANI TÉRKÉPE. Dabas. Szerk.: Dr. Kuti L. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest, 1975.

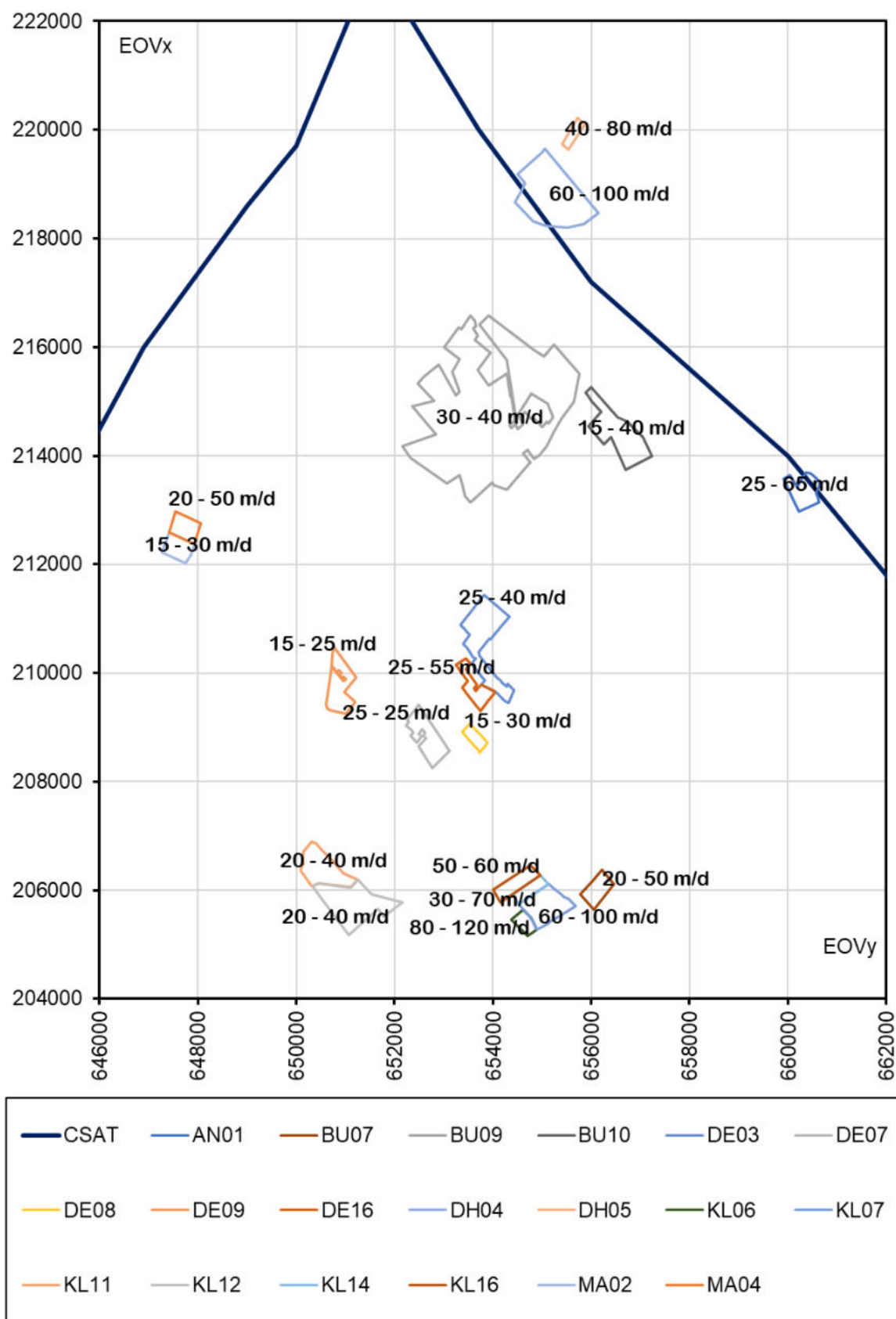
TNO HYDROLOGISCH COLLOQUIUM: Steady Flow of Ground Water Towards Wells. The Hague, 1964.

3.1.5. táblázat: Az S becslése

fúrás	d _m , mm	S
2 m-es mélységben		
81	8,000	0,293
85*	0,200	0,293
87*	0,200	0,293
105	0,050	0,213
126	0,050	0,213
230	5,000	0,303
236	0,300	0,303
átlag	1,971	0,273
max.	8,000	0,303
min.	0,050	0,213
5 m-es mélységben		
27	0,150	0,283
87*	0,300	0,303
88*	0,150	0,283
131	0,300	0,303
301	0,030	0,193
átlag	0,186	0,273
max.	0,300	0,303
min.	0,030	0,193
10 m-es mélységben		
10*	0,200	0,293
37*	0,050	0,213
38*	0,020	0,173
88*	0,200	0,293
89*	0,200	0,293
átlag	0,134	0,253
max.	0,200	0,293
min.	0,020	0,173
térsegi		
átlag	0,906	0,263
max.	8,000	0,303
min.	0,020	0,173

3.2. melléklet

**Korábbi számítások alapján
kapott
szivárgási tényezők**



3.2. melléklet: Korábbi számítások alapján kapott szivárgási tényezők

Megjegyzés: az ábra az egyes bányatelkek rövidített elnevezéseit tartalmazza, melyek magyarázatát lásd az 5.2.14. mellékletben

3.3. melléklet

Alkalmazott összefüggések és forrásaik a HydrogeoSieveXL szerint

3.3.1. Az összefüggések (Devlin, 2015)

3.3.2. Források (Devlin, 2015)

3.3.1. Az összefüggések (Devlin, 2015)

„Adopting the equation form presented in Vukovic and Soro (1992), $k = \frac{\rho g}{\mu} N \phi(n) d_e^2$ the following values and equations are substituted into the appropriate terms to evaluate the models listed in the table below. The values of d_e to be entered should be in cm units. The values of K calculated have the units cm/s, except for the Alyamani and Sen model (see footnote).”

Source	N	$\phi(n)$	d_e	Applicable Conditions
Hazen simplified (Freeze and Cherry, 1979)	$10 \frac{\mu}{\rho g}$	1	d_{10}	uniformly graded sand, $n = 0.375$ $T = 10^\circ \text{C}$
Hazen (1892) ^a	6×10^{-4}	$[1 + 10(n - 0.26)]$	d_{10}	$0.01 \text{ cm} < d_{10} < 0.3 \text{ cm}$ $U < 5$
Slichter (1898) ^a	1×10^{-2}	$n^{3.287}$	d_{10}	$0.01 \text{ cm} < d_{10} < 0.5 \text{ cm}$
Terzaghi (1925) ^a	10.7×10^{-3} smooth grains 6.1×10^{-3} coarse grains	$\left(\frac{n - 0.13}{\sqrt[3]{1 - n}}\right)^2$	d_{10}	sandy soil, coarse sand
Beyer (1964) ^a	$5.2 \times 10^{-4} \log \frac{500}{U}$	1	d_{10}	$0.006 \text{ cm} < d_{10} < 0.06 \text{ cm}$ $1 < U < 20$
Sauerbrei (1932) ^a (Vuković and Soro, 1992)	$(3.75 \times 10^{-5}) \times \tau$ $\tau \cong 1.093 \times 10^{-4} T^2$ $+ 2.102 \times 10^{-2} T$ $+ 0.5889$	$\frac{n^3}{(1 - n)^2}$	d_{10}	sand and sandy clay $d_{17} < 0.05 \text{ cm}$
Krüger (1919) ^a	4.35×10^{-4}	$\frac{n}{(1 - n)^2}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta w_i}{d_i}}$	medium sand $U > 5$ $T = 0^\circ \text{C}$
Kozeny-Carmen (1953) ^a	8.3×10^{-3}	$\frac{n^3}{(1 - n)^2}$	d_{10} or 1 $\frac{3 \Delta w_1}{2 d_1} + \sum_{i=2}^n \Delta g_i \frac{d_i^g + d_i^d}{2 d_i^g d_i^d}$ $d_1 = \frac{1}{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{d_i^g} + \frac{1}{d_i^d} \right)}$	Coarse sand
Zunker (1930) ^a	0.7×10^{-3} for nonuniform, clayey, angular grains 1.2×10^{-3} for nonuniform 1.4×10^{-3} for uniform, coarse grains 2.4×10^{-3} for uniform sand, well rounded grains	$\frac{n}{(1 - n)}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n \Delta g_i \frac{d_i^g - d_i^d}{d_i^g d_i^d \ln \left(\frac{d_i^g}{d_i^d} \right)}}$	no fractions finer than $d = 0.0025 \text{ mm}$
Zamarin (1928) ^a	8.65×10^{-3}	$\frac{n^3}{(1 - n)^2} C_n$ $C_n = (1.275 - 1.5n)^2$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n \Delta g_i \frac{\ln \left(\frac{d_i^g}{d_i^d} \right)}{d_i^g - d_i^d}}$	Large grained sands with no fractions having $d < 0.00025 \text{ mm}$

USBR (United States Bureau of Reclamation) (Bialas, 1966) ^a	$(4.8 \times 10^{-4})(10^{0.3})$	1.0	$d_{20}^{1.15}$	Medium grained sands with $U < 5$; derived for $T = 15^\circ\text{C}$
Barr (2001)	$\frac{1}{(36)5C_s^2}$ $C_s^2 = 1$ for spherical grains $C_s^2 = 1.35$ for angular grains	$\frac{n^3}{(1-n)^2}$	d_{10}	unspecified
Alyamani and Sen (1993)	1300	1.0	$[I_o + 0.025(d_{50} - d_{10})]$	unspecified
Chapuis (2004)	$\frac{\mu}{\rho g}$	$10^{1.291\xi - 0.6435}$ $\xi = \frac{n}{1-n}$	$d_{10}^{\left(\frac{10^{(0.5504 - 0.2937\xi)}}{2}\right)}$	$0.3 < n < 0.7$ $0.10 < d_{10} < 2.0 \text{ mm}$ $2 < U < 12$ $d_{10}/d_5 < 1.4$
Krumbein and Monk (1942)	7.501×10^{-6}	$e^{(-1.31 \times \sigma_\phi)}$ $\sigma_\phi = \frac{d_{84\phi} - d_{16\phi}}{\frac{4}{\frac{d_{95\phi} - d_{5\phi}}{6.6}}}$	$2^{\left(\frac{d_{16\phi} + d_{50\phi} + d_{84\phi}}{3}\right)}$	natural sands with lognormal grain size distribution

* indicates formulas were taken from Vuković and Soro, (1992)

N = constant dependent on characteristics of the porous medium

$\phi(n)$ = function of porosity

T = water temp. ($^\circ\text{C}$)

$g = 980 \text{ cm s}^{-2}$

$\rho = 3.1 \times 10^{-8} T^3 - 7.0 \times 10^{-6} T^2 + 4.19 \times 10^{-5} T + 0.99985$

$\mu = -7.0 \times 10^{-8} T^3 + 1.002 \times 10^{-5} T^2 - 5.7 \times 10^{-4} T + 0.0178$

$\tau = 1.093 \times 10^{-4} T^2 + 2.102 \times 10^{-2} T + 0.5889$

n = porosity as fraction of aquifer volume

d_i^g = the maximum grain diameter in fraction i

d_i^d = the minimum grain diameter in fraction i

d_{10} = grain size (cm) corresponding to 10% by weight passing through the sieves

d_{20} = grain size (cm) corresponding to 20% by weight passing through the sieves

d_{50} = grain size (cm) corresponding to 50% by weight passing through the sieves

d_{60} = grain size (cm) corresponding to 60% by weight passing through the sieves

$U = d_{60}/d_{10}$

Δg_i = the fraction of mass that passes between sieves i and $i+1$ where i is the smaller sieve

Δw_i = fraction of total weight of sample with fraction identifier ' i '

d_i = mean grain diameter of the fraction i

$d_{i\phi}$ = mean grain diameter of the fraction i in phi units ($\phi = \log_2 (d_e/d_o)$, d_e in mm, $d_o = 1 \text{ mm}$)

I_o = x-intercept (grain size) of a percent grain retention curve plotted on arithmetic axes and focussing on data below 50% retained

3.3.2. Források (Devlin, 2015)

- ALYAMANI, M.S., SEN Z.** (1993). Determination of hydraulic conductivity from complete grain-size distribution curves. *Ground Water*, v. 31, no. 4, 551-555.
- BARR, D.W.** (2001.) Coefficient of permeability determined by measurable parameters. *Ground Water*, v. 39, no. 3, 356-361.
- BEYER, W.** (1964). "Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilungskurve." *Wasserwirtschaft-Wassertechnik* 14(6): 165-168.
- BIAŁAS, Z.** (1966). O usrednianiach współczynników filtracji z zastosowaniem elektronicznej cyfrowej maszyny matematycznej (Averaging filter coefficients using digital electronic mathematical machines). *Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu*: 47-50.
- CHAPUIS, R.P.** (2004). Predicting the saturated hydraulic conductivity of sand and gravel using effective diameter and void ratio. *Canadian Geotechnical Journal*, v. 41, 787–795.
- DEVLIN, J. E.** (2015) HydrogeoSieveXL: an Excel-based tool to estimate hydraulic conductivity from grain-size analysis. *Hydrogeology Journal* vol. 23. Issue 4.
- FREEZE, R.A., CHERRY, J.A.** (1979). *Groundwater*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- HAZEN, A.** (1892). Some physical properties of sands and gravels, with special reference to their use in filtration. *Massachusetts State Board of Health*, vol. 24th annual report, pp. 539-556.
- KASENOW, M.**, (2002), *Determination of Hydraulic Conductivity from Grain Size Analysis*: Water Resources Publications, LLC, Highlands Ranch, Colorado, 97p.
- KOZENY, J.** (1953). *Das Wasser im Boden. Grundwasserbewegung* (The water in the ground. Groundwater flow). *Hydraulik*, Springer, p 380-445.
- KRÜGER, E.**, (1919.) *Die Grundwasserbewegung* (Groundwater flow). *Int. Mitt. Bodenk.* 8, 105–122.
- KRUMBEIN, W.C., MONK, G.D.** (1942). Permeability as a function of the size parameters of unconsolidated sand. *American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, Transactions* v. 151, 153-163.
- SLICHTER, C.S.**, (1898), *Theoretical investigations of the motion of ground waters*: United States Geological Survey, 19th Annual Report, p 295-384.
- TERZAGHI, K.**, (1925), *Principles of soil mechanics*: *Engineering News-Record*, v. 95, p 832.
- VUKOVIC, M., SORO, A.** (1992.) *Determination of hydraulic conductivity of porous media from grain-size composition*. Miladinov, D., translator, Water Resources Publications, Littleton, Colorado, USA, 83 pp.
- ZAMARIN, J.A.** (1928.) *Calculation of ground-water flow* (in Russian). Trudey I.V.H. Taskeni.
- ZUNKER, F.** (1930). *Das Verhalten des Wassers zum Boden* (The behavior of groundwater). *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde*. A25(1): 7.

3.4. melléklet

Számított szivárgási tényezők

3.4.1. Majosháza II.

3.4.2. Délegyháza IX.

3.4.1. melléklet: Majosháza II.

jel	réteg			k, m/d
	-tól, m	-ig, m	vtg, m	
Maj-50	2,8	6,2	3,4	5,0
	6,2	9,0	2,8	11,0
	2,8	9,0	6,2	7,7
51	4,2	9,1	4,9	21,0
	4,2	9,1	4,9	21,0
52	3,4	9,5	6,1	14,0
	3,4	9,5	6,1	14,0
53	2,2	4,6	2,4	4,0
	4,6	6,3	1,7	8,0
	6,3	9,2	2,9	20,0
	2,2	9,2	7,0	11,6
54	3,2	5,7	2,5	5,0
	5,7	9,1	3,4	25,0
	3,2	9,1	5,9	16,5
55	4,5	9,3	4,8	5,0
	4,5	9,3	4,8	5,0
56	2,8	4,3	1,5	6,0
	4,3	11,2	6,9	25,0
	2,8	11,2	8,4	21,6
57	3,4	8,1	4,7	10,0
	8,1	9,5	1,4	13,0
	3,4	9,5	6,1	10,7
58	3,3	10,8	7,5	11,0
	3,3	10,8	7,5	11,0
59	5,0	7,9	2,9	11,0
	7,9	10,3	2,4	25,0
	5,0	10,3	5,3	17,3
60	3,1	4,7	1,6	9,0
	4,7	7,2	2,5	11,0
	7,2	9,9	2,7	19,0
	3,1	9,9	6,8	13,7
61	4,1	9,9	5,8	19,0
	4,1	9,9	5,8	19,0
62	3,2	4,3	1,1	5,0
	4,3	8,0	3,7	10,0
	8,0	13,8	5,8	16,0
	3,2	13,8	10,6	12,8
63	3,7	4,3	0,6	8,0
	4,3	7,3	3,0	9,0
	7,3	9,8	2,5	17,0
	3,7	9,8	6,1	12,2
64	3,3	8,3	5,0	16,0
	8,3	9,7	1,4	22,0
	3,3	9,7	6,4	17,3
max.			10,6	25,0
min.			4,8	4,0
átlag			5,9	14,8

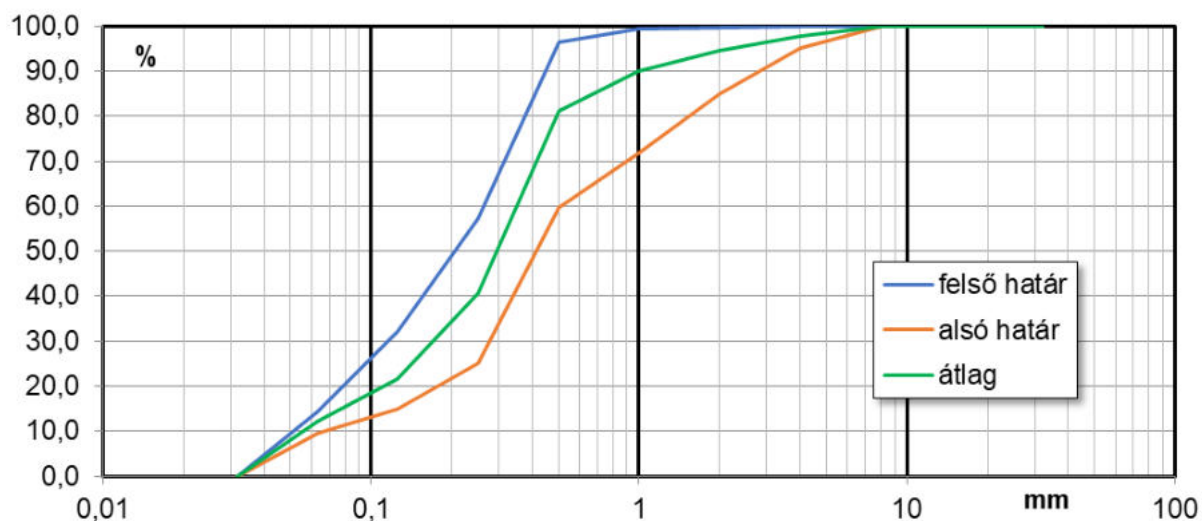
3.4.2. melléklet: Délegyháza IX.

jel	réteg			k, m/d
	-tól, m	-ig, m	vtg, m	
Dél-230	2,1	6,8	4,7	35,0
	2,1	6,8	4,7	35,0
231	1,8	6,1	4,3	16,0
	6,1	7,3	1,2	22,0
	1,8	7,3	5,5	17,3
232	1,5	6,1	4,6	19,0
	6,1	7,8	1,7	27,0
	1,5	7,8	6,3	21,2
233	1,4	5,7	4,3	13,0
	5,7	7,6	1,9	16,0
	1,4	7,6	6,2	13,9
234	1,2	4,3	3,1	12,0
	4,3	7,8	3,5	16,0
	1,2	7,8	6,6	14,1
235	1,8	4,7	2,9	12,0
	4,7	6,9	2,2	15,0
	1,8	6,9	5,1	13,3
236	2,0	6,2	4,2	25,0
	2,0	6,2	4,2	25,0
237	2,2	6,4	4,2	20,0
	2,2	6,4	4,2	20,0
238	1,9	6,1	4,2	23,0
	1,9	6,1	4,2	23,0
239	1,3	3,2	1,9	12,0
	3,2	7,5	4,3	22,0
	1,3	7,5	6,2	18,9
240	1,9	6,9	5,0	22,0
	1,9	6,9	5,0	22,0
241	2,1	6,4	4,3	21,0
	2,1	6,4	4,3	21,0
242	1,8	7,1	5,3	22,0
	1,8	7,1	5,3	22,0
243	1,3	8,9	7,6	22,0
	1,3	8,9	7,6	22,0
244	1,2	8,7	7,5	19,0
	1,2	8,7	7,5	19,0
245	1,2	3,2	2,0	15,0
	3,2	8,5	5,3	20,0
	1,2	8,5	7,3	18,6
246	1,3	5,1	3,8	19,0
	5,1	7,8	2,7	20,0
	1,3	7,8	6,5	19,4
247	1,3	3,0	1,7	8,0
	3,0	4,8	1,8	8,0
	1,3	4,8	3,5	8,0
248	1,4	5,3	3,9	17,0
	5,3	7,9	2,6	17,0
	1,4	7,9	6,5	17,0
249	2,1	4,2	2,1	9,0
	4,2	8,2	4,0	16,0
	2,1	8,2	6,1	13,6
max.				35,0
min.				8,0
átlag				19,2

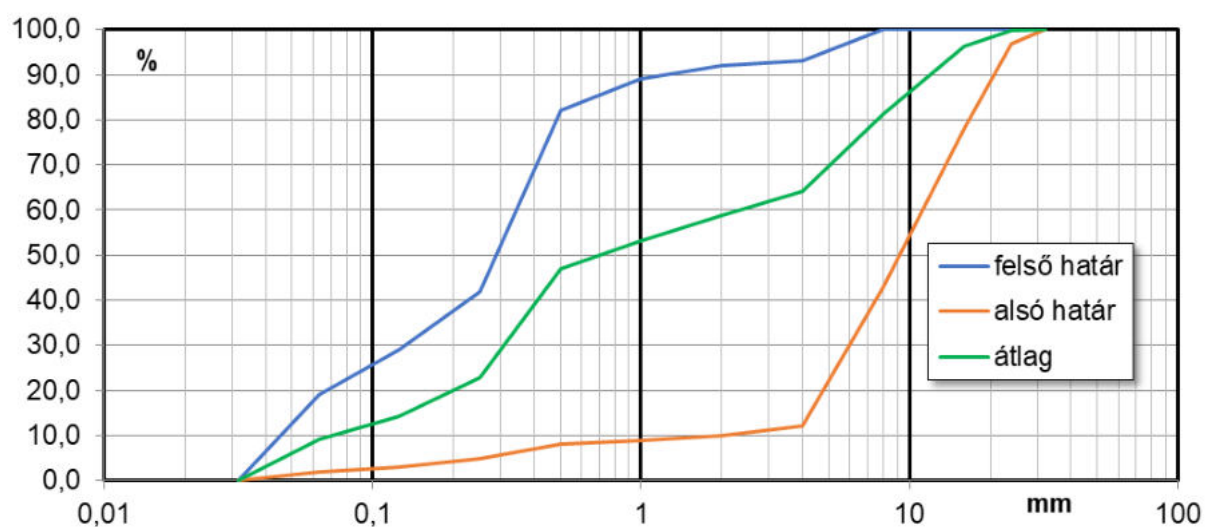
3.5. melléklet

Jellemző szemeloszlások a Kutatási jelentés (1996) alapján

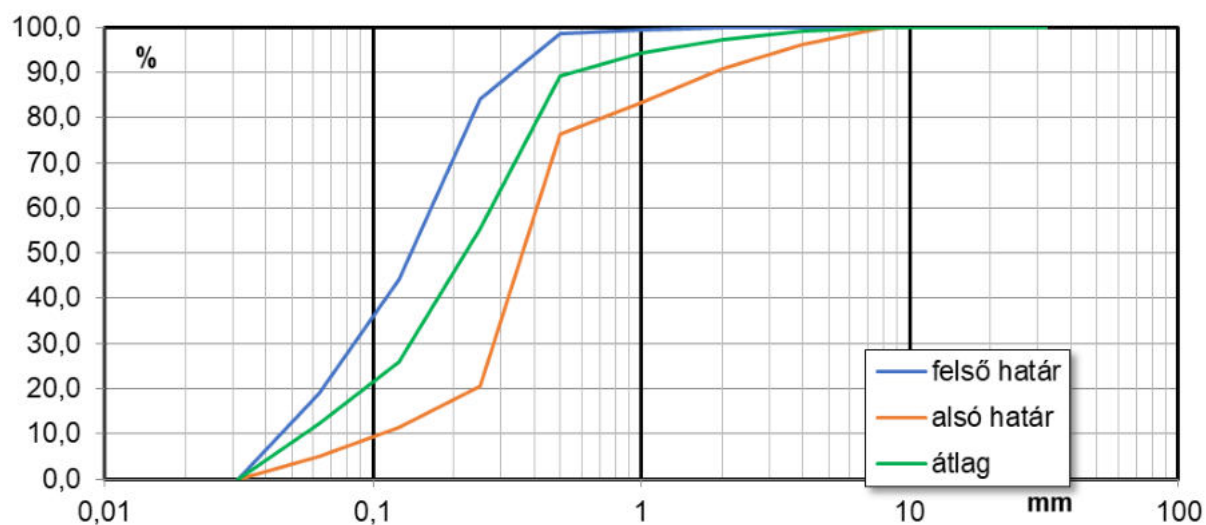
- 3.5.1. Dél jelű fúrások lapján, finomabb rétegek*
- 3.5.2. Dél jelű fúrások lapján, durvább rétegek*
- 3.5.3. KKL jelű fúrások lapján, finomabb rétegek*
- 3.5.4. KKL jelű fúrások lapján, durvább rétegek*
- 3.5.5. Áp jelű fúrások lapján, finomabb rétegek*
- 3.5.6. Áp jelű fúrások lapján, durvább rétegek*



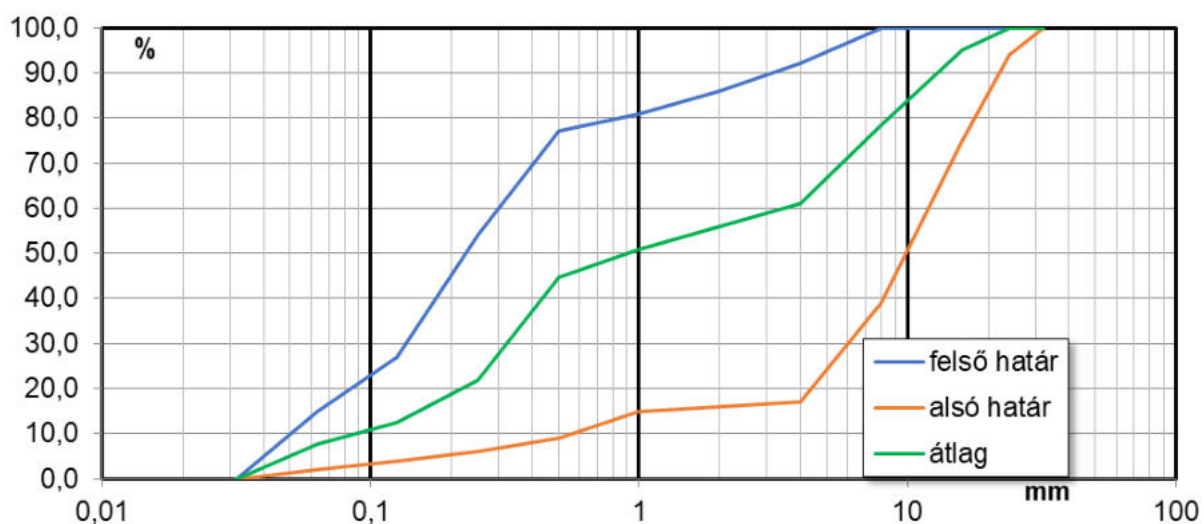
3.5.1. melléklet: Dél jelű fúrások lapján, finomabb rétegek



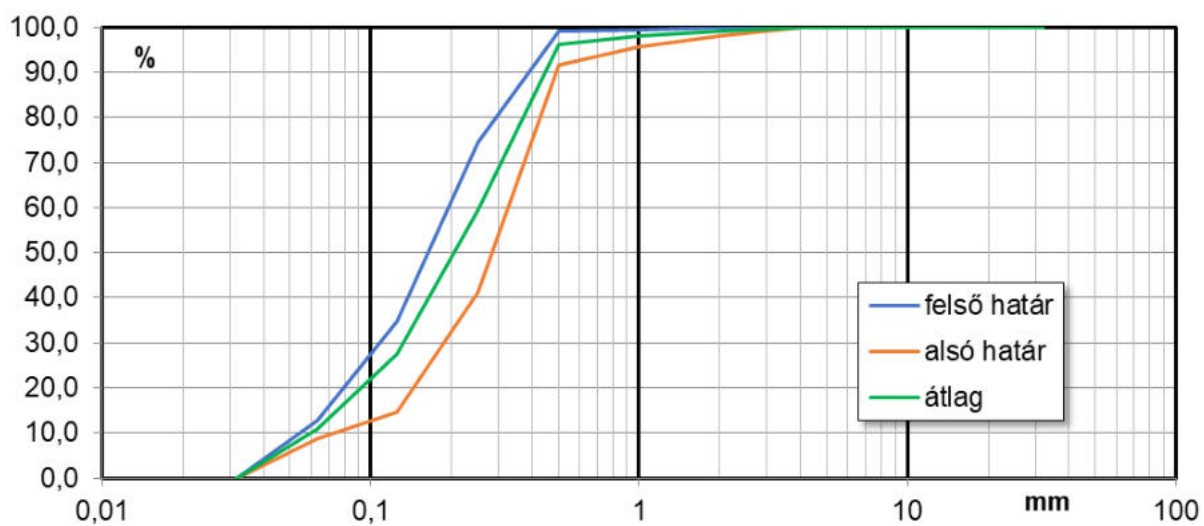
3.5.2. melléklet: Dél jelű fúrások lapján, durvább rétegek



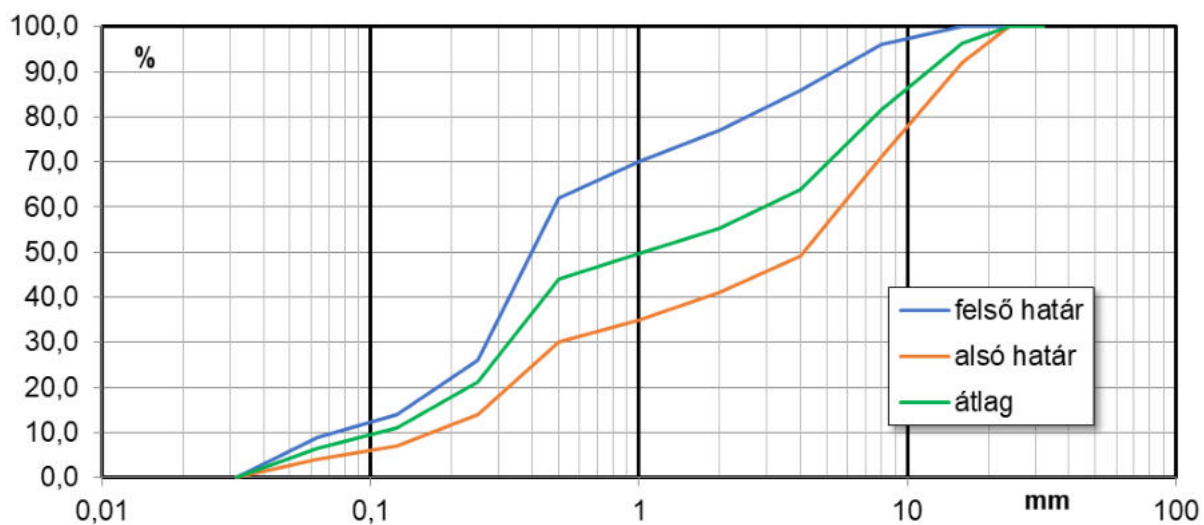
3.5.3. melléklet: KKL jelű fúrások lapján, finomabb rétegek



3.5.4. melléklet: KKL jelű fúrások lapján, durvább rétegek



3.5.5. melléklet: Áp jelű fúrások lapján, finomabb rétegek



3.5.6. melléklet: Áp jelű fúrások lapján, durvább rétegek

3.6. melléklet

Szemeloszlások

és egyéb számított jellemzők

- 3.6.1. Majosháza II. felső**
- 3.6.2. Majosháza II. alsó**
- 3.6.3. Délegyháza IX. felső**
- 3.6.4. Délegyháza IX. alsó**
- 3.6.5. Dél jelű fúrások, finomabb, átlag**
- 3.6.6. Dél jelű fúrások, durvább, átlag**
- 3.6.7. KKL jelű fúrások, finomabb, átlag**
- 3.6.8. KKL jelű fúrások, durvább, átlag**
- 3.6.9. Áp jelű fúrások, finomabb, átlag**
- 3.6.10. Áp jelű fúrások, durvább, átlag**



Grain Size Analysis Report

Date:

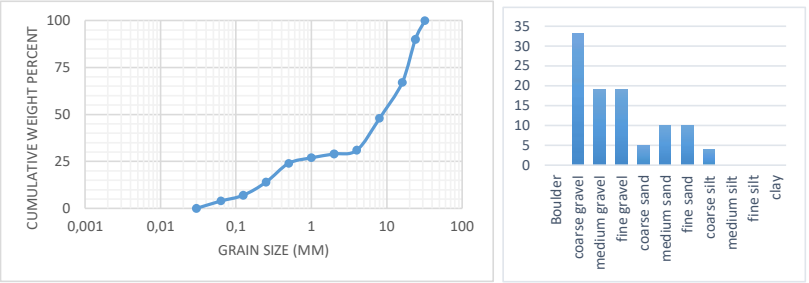
2021.07.22

Sample Name: 2. Majosháza II. alsó

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,179	Uniformity Coef.	73,09
24	10	0,1	90	d17	0,325	n computed	0,26
16	23	0,23	67	d20	0,400	g (cm/s ²)	980,00
8	19	0,19	48	d50	8,842	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	17	0,17	31	d60	13,053	μ (g/cm s)	0,0098
2	2	0,02	29	de (Kruger)	0,516	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	2	0,02	27	de (Kozeny)	0,456	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	3	0,03	24	de (Zunker)	0,475	d _{geometric mean}	3,920
0,25	10	0,1	14	de (Zamarin)	0,495	σ _φ	2,818
0,125	7	0,07	7	lo (Alyameni)	-1,987		
0,063	3	0,03	4				
0,03	4	0,04	0				
				mm		0 % in sample	
				>64	Boulder		
				16 - 64	coarse gravel	33	
				8 - 16	medium gravel	19	
				2 - 8	fine gravel	19	
				0.5 - 2	coarse sand	5	
				0.25 - 0.5	medium sand	10	
				0.063 - 0.25	fine sand	10	
				0.016 - 0.063	coarse silt	4	
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		



Grain Size Analysis Report

Date:

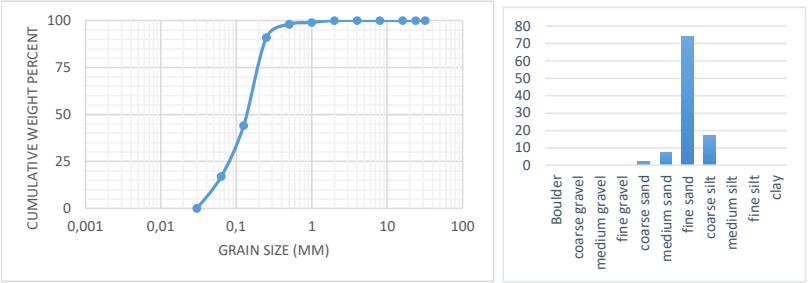
2021.07.22

Sample Name: 1. Majosháza II. felső

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,049	Uniformity Coef.	3,39
24	0	0	100	d17	0,063	n computed	0,39
16	0	0	95	d20	0,070	g (cm/s ²)	980,00
8	0	0	80	d50	0,141	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	0	0	54	d60	0,168	μ (g/cm s)	0,0098
2	0	0	46	de (Kruger)	0,108	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	1	0,01	37	de (Kozeny)	0,096	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	1	0,01	29	de (Zunker)	0,100	d _{geometric mean}	0,126
0,25	7	0,07	16	de (Zamarin)	0,104	σ _φ	0,982
0,125	47	0,47	8	lo (Alyameni)	0,027		
0,063	27	0,27	5				
0,03	17	0,17	0				
				mm		0 % in sample	
				>64	Boulder		
				16 - 64	coarse gravel	0	
				8 - 16	medium gravel	0	
				2 - 8	fine gravel	0	
				0.5 - 2	coarse sand	2	
				0.25 - 0.5	medium sand	7	
				0.063 - 0.25	fine sand	74	
				0.016 - 0.063	coarse silt	17	
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		



Grain Size Analysis Report

Date:

2021.07.22

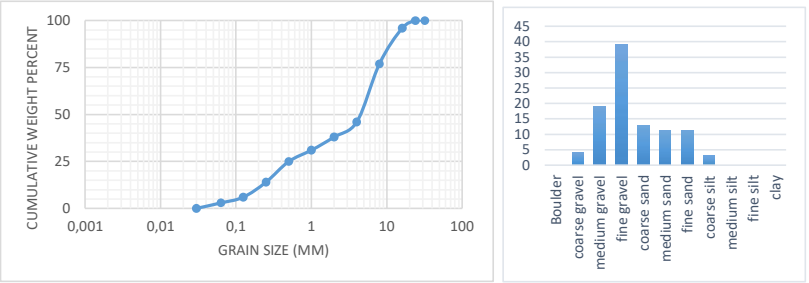
Sample Name: 4. Délegyháza IX. alsó

Mass Sample (g): 100

T (oC)

20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,188	Uniformity Coef.	30,97
24	0	0	100	d17	0,318	n computed	0,26
16	4	0,04	100	d20	0,386	g (cm/s ²)	980,00
8	19	0,19	100	d50	4,516	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	31	0,31	98	d60	5,806	μ (g/cm s)	0,0098
2	8	0,08	96	de (Kruger)	0,524	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	7	0,07	93	de (Kozeny)	0,464	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	6	0,06	87	de (Zunker)	0,483	d _{geometric mean}	2,190
0,25	11	0,11	62	de (Zamarin)	0,503	σ _φ	2,397
0,125	8	0,08	25	lo (Alyameni)	-0,895		
0,063	3	0,03	10	mm		0 % in sample	
0,03	3	0,03	0	>64		Boulder	
				16 - 64		coarse gravel	4
				8 - 16		medium gravel	19
				2 - 8		fine gravel	39
				0.5 - 2		coarse sand	13
				0.25 - 0.5		medium sand	11
				0.063 - 0.25		fine sand	11
				0.016 - 0.063		coarse silt	3
				0.008 - 0.016		medium silt	
				0.002 - 0.008		fine silt	
				<0.002		clay	



Grain Size Analysis Report

Date:

2021.07.22

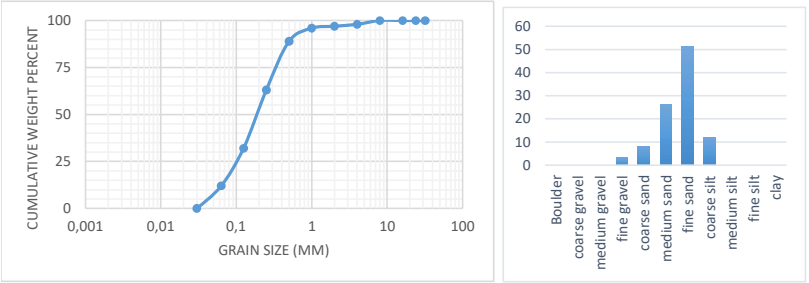
Sample Name: 3. Délegyháza IX. felső

Mass Sample (g): 100

T (oC)

20

Moderately well sorted sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,058	Uniformity Coef.	4,14
24	0	0	100	d17	0,079	n computed	0,37
16	0	0	100	d20	0,088	g (cm/s ²)	980,00
8	0	0	100	d50	0,198	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	2	0,02	98	d60	0,238	μ (g/cm s)	0,0098
2	1	0,01	96	de (Kruger)	0,140	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	1	0,01	93	de (Kozeny)	0,123	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	7	0,07	87	de (Zunker)	0,129	d _{geometric mean}	0,193
0,25	26	0,26	62	de (Zamarin)	0,134	σ _φ	1,314
0,125	31	0,31	25	lo (Alyameni)	0,022		
0,063	20	0,2	10	mm		0 % in sample	
0,03	12	0,12	0	>64		Boulder	
				16 - 64		coarse gravel	0
				8 - 16		medium gravel	0
				2 - 8		fine gravel	3
				0.5 - 2		coarse sand	8
				0.25 - 0.5		medium sand	26
				0.063 - 0.25		fine sand	51
				0.016 - 0.063		coarse silt	12
				0.008 - 0.016		medium silt	
				0.002 - 0.008		fine silt	
				<0.002		clay	

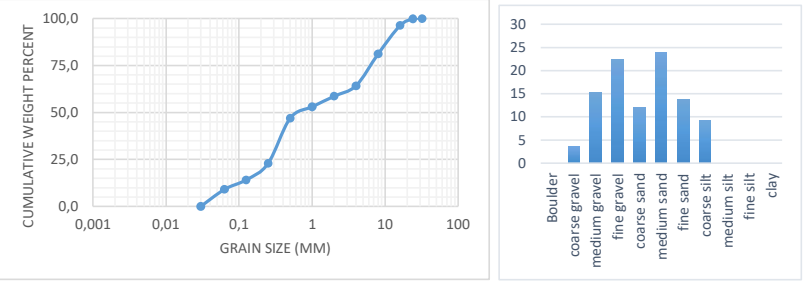


Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 6. Dél jelű fúrások, durvább, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,074	Uniformity Coef.	33,40
24	0,130435	0,001304	99,86957	d17	0,166	n computed	0,26
16	3,507246	0,035072	96,36232	d20	0,208	g (cm/s ²)	980,00
8	15,17391	0,151739	81,18841	d50	0,750	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	16,97101	0,16971	64,21739	d60	2,468	μ (g/cm s)	0,0098
2	5,507246	0,055072	58,71014	de (Kruger)	0,264	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	5,608696	0,056087	53,10145	de (Kozeny)	0,233	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	6,202899	0,062029	46,89855	de (Zunker)	0,243	d _{geometric mean}	1,017
0,25	23,95652	0,239565	22,94203	de (Zamarin)	0,253	σ _φ	2,752
0,125	8,797101	0,087971	14,14493	lo (Alyameni)	-0,095		
0,063	5,028986	0,05029	9,115942				
0,03	9,115942	0,091159	0				
				mm	0	% in sample	
				>64	Boulder		
				16 - 64	coarse gravel	3,637681159	
				8 - 16	medium gravel	15,17391304	
				2 - 8	fine gravel	22,47826087	
				0.5 - 2	coarse sand	11,8115942	
				0.25 - 0.5	medium sand	23,95652174	
				0.063 - 0.25	fine sand	13,82608696	
				0.016 - 0.063	coarse silt	9,115942029	
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		

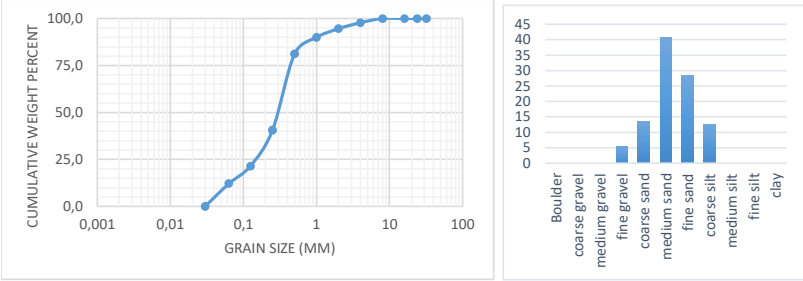


Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 5. Dél jelű fúrások, finomabb, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,057	Uniformity Coef.	6,49
24	0	0	100	d17	0,095	n computed	0,33
16	0	0	100	d20	0,115	g (cm/s ²)	980,00
8	0	0	100	d50	0,308	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	2,264286	0,022643	97,73571	d60	0,370	μ (g/cm s)	0,0098
2	3,135714	0,031357	94,6	de (Kruger)	0,170	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	4,65	0,0465	89,95	de (Kozeny)	0,150	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	8,771429	0,087714	81,17857	de (Zunker)	0,156	d _{geometric mean}	0,272
0,25	40,62143	0,406214	40,55714	de (Zamarin)	0,163	σ _φ	1,590
0,125	19,03571	0,190357	21,52143	lo (Alyameni)	-0,006		
0,063	9,285714	0,092857	12,23571				
0,03	12,23571	0,122357	0				
				mm	0	% in sample	
				>64	Boulder		
				16 - 64	coarse gravel	0	
				8 - 16	medium gravel	0	
				2 - 8	fine gravel	5,4	
				0.5 - 2	coarse sand	13,42142857	
				0.25 - 0.5	medium sand	40,62142857	
				0.063 - 0.25	fine sand	28,32142857	
				0.016 - 0.063	coarse silt	12,23571429	
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		

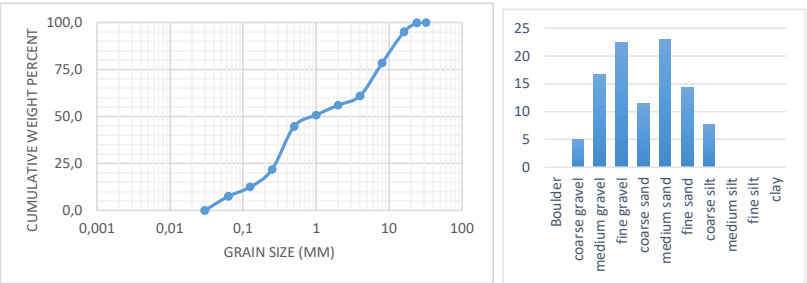


Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 8. KKL jelű fúrások, durvább, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,094	Uniformity Coef.	38,52
24	0,184615	0,001846	99,81538	d17	0,185	n computed	0,26
16	4,707692	0,047077	95,10769	d20	0,226	g (cm/s ²)	980,00
8	16,64615	0,166462	78,46154	d50	0,937	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	17,47692	0,174769	60,98462	d60	3,602	μ (g/cm s)	0,0098
2	4,953846	0,049538	56,03077	de (Kruger)	0,291	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	5,261538	0,052615	50,76923	de (Kozeny)	0,257	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	6,092308	0,060923	44,67692	de (Zunker)	0,268	d _{geometric mean}	1,157
0,25	22,89231	0,228923	21,78462	de (Zamarin)	0,279	σ _φ	2,741
0,125	9,246154	0,092462	12,53846	lo (Alyameni)	-0,117		
0,063	5	0,05	7,538462				
0,03	7,538462	0,075385	0				
				mm	0	% in sample	
				>64	Boulder		
				16 - 64	coarse gravel	4,892307692	
				8 - 16	medium gravel	16,64615385	
				2 - 8	fine gravel	22,43076923	
				0.5 - 2	coarse sand	11,35384615	
				0.25 - 0.5	medium sand	22,89230769	
				0.063 - 0.25	fine sand	14,24615385	
				0.016 - 0.063	coarse silt	7,538461538	
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		

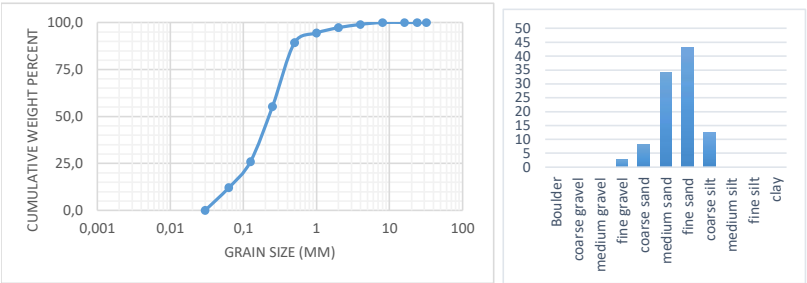


Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 7. KKL jelű fúrások, finomabb, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,057	Uniformity Coef.	4,98
24	0	0	100	d17	0,085	n computed	0,36
16	0	0	100	d20	0,098	g (cm/s ²)	980,00
8	0	0	100	d50	0,227	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	1,004545	0,010045	98,99545	d60	0,284	μ (g/cm s)	0,0098
2	1,690909	0,016909	97,30455	de (Kruger)	0,150	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	2,945455	0,029455	94,35909	de (Kozeny)	0,133	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	5,045455	0,050455	89,31364	de (Zunker)	0,138	d _{geometric mean}	0,212
0,25	33,99091	0,339909	55,32273	de (Zamarin)	0,144	σ _φ	1,358
0,125	29,36818	0,293682	25,95455	lo (Alyameni)	0,015		
0,063	13,79091	0,137909	12,16364				
0,03	12,16364	0,121636	0				
				mm	0	% in sample	
				>64	Boulder		
				16 - 64	coarse gravel	0	
				8 - 16	medium gravel	0	
				2 - 8	fine gravel	2,695454545	
				0.5 - 2	coarse sand	7,990909091	
				0.25 - 0.5	medium sand	33,99090909	
				0.063 - 0.25	fine sand	43,15909091	
				0.016 - 0.063	coarse silt	12,16363636	
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		

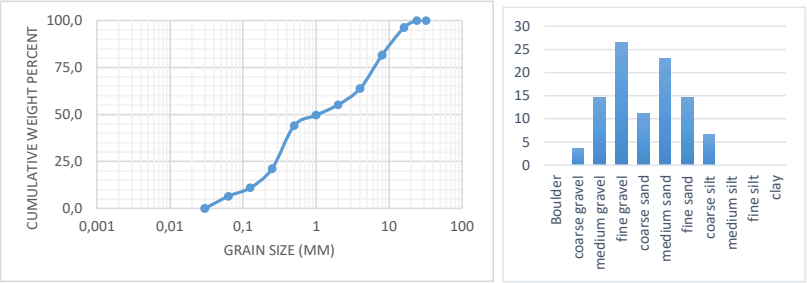


Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 10. Áp jelű fúrások, durvább, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,111	Uniformity Coef.	28,01
24	0	0	100	d17	0,199	n computed	0,26
16	3,666667	0,036667	96,33333	d20	0,236	g (cm/s ²)	980,00
8	14,66667	0,146667	81,66667	d50	1,061	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	17,83333	0,178333	63,83333	d60	3,115	μ (g/cm s)	0,0098
2	8,666667	0,086667	55,16667	de (Kruger)	0,311	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	5,5	0,055	49,66667	de (Kozeny)	0,275	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	5,666667	0,056667	44	de (Zunker)	0,286	d _{geometric mean}	1,147
0,25	22,83333	0,228333	21,16667	de (Zamarin)	0,299	σ _φ	2,637
0,125	10,16667	0,101667	11	lo (Alyameni)	-0,126		
0,063	4,5	0,045	6,5				
0,03	6,5	0,065	0				
				mm	0	% in sample	
				>64	Boulder	3,666666667	
				16 - 64	coarse gravel	14,66666667	
				8 - 16	medium gravel	26,5	
				2 - 8	fine gravel	11,16666667	
				0.5 - 2	coarse sand	22,83333333	
				0.25 - 0.5	medium sand	14,66666667	
				0.063 - 0.25	fine sand	6,5	
				0.016 - 0.063	coarse silt		
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		

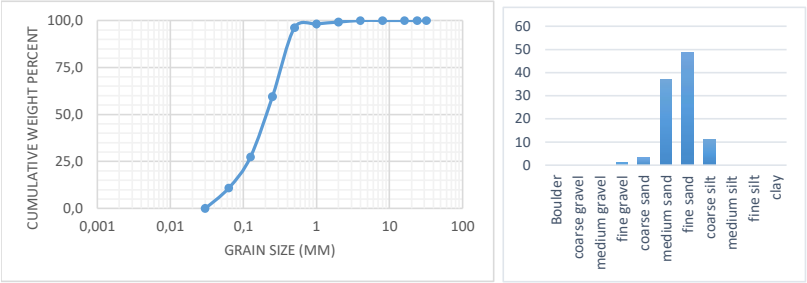


Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 9. Áp jelű fúrások, finomabb, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)	Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
32	0	0	100	d10	0,060	Uniformity Coef.	4,20
24	0	0	100	d17	0,086	n computed	0,37
16	0	0	100	d20	0,097	g (cm/s ²)	980,00
8	0	0	100	d50	0,213	ρ (g/cm ³)	0,9981
4	0	0	100	d60	0,253	μ (g/cm s)	0,0098
2	0,85	0,0085	99,15	de (Kruger)	0,147	pg/μ (1/cm s)	9,9327E+04
1	1	0,01	98,15	de (Kozeny)	0,130	tau (Sauerbrei)	1,053
0,5	1,933333	0,019333	96,21667	de (Zunker)	0,135	d _{geometric mean}	0,188
0,25	36,71667	0,367167	59,5	de (Zamarin)	0,141	σ _φ	1,108
0,125	32,11667	0,321167	27,38333	lo (Alyameni)	0,022		
0,063	16,48333	0,164833	10,9				
0,03	10,9	0,109	0				
				mm	0	% in sample	
				>64	Boulder	0	
				16 - 64	coarse gravel	0	
				8 - 16	medium gravel	0,85	
				2 - 8	fine gravel	2,933333333	
				0.5 - 2	coarse sand	36,71666667	
				0.25 - 0.5	medium sand	48,6	
				0.063 - 0.25	fine sand	10,9	
				0.016 - 0.063	coarse silt		
				0.008 - 0.016	medium silt		
				0.002 - 0.008	fine silt		
				<0.002	clay		

3.7. melléklet

Számított szivárgási tényezők

3.7.1. Majosháza II. felső

3.7.2. Majosháza II. alsó

3.7.3. Délegyháza IX. felső

3.7.4. Délegyháza IX. alsó

3.7.5. Dél jelű fúrások, finomabb, átlag

3.7.6. Dél jelű fúrások, durvább, átlag

3.7.7. KKL jelű fúrások, finomabb, átlag

3.7.8. KKL jelű fúrások, durvább, átlag

3.7.9. Áp jelű fúrások, finomabb, átlag

3.7.10. Áp jelű fúrások, durvább, átlag

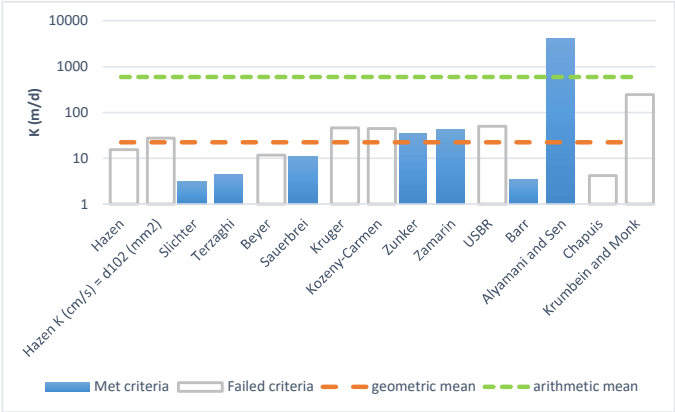


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.22

Sample Name: 2. Majosháza II. alsó

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,181E-01	,181E-03	15,60	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,319E-01	,319E-03	27,55	
Slichter	,355E-02	,355E-04	3,07	
Terzaghi	,506E-02	,506E-04	4,37	
Beyer	,138E-01	,138E-03	11,88	
Sauerbrei	,124E-01	,124E-03	10,69	
Kruger	,528E-01	,528E-03	45,64	
Kozeny-Carmen	,511E-01	,511E-03	44,17	
Zunker	,406E-01	,406E-03	35,11	
Zamarin	,501E-01	,501E-03	43,30	
USBR	,579E-01	,579E-03	50,07	
Barr	,380E-02	,380E-04	3,29	
Alyamani and Sen	,472E+01	,472E-01	4076,10	
Chapuis	,490E-02	,490E-04	4,23	
Krumbein and Monk	,285E+00	,285E-02	246,46	
geometric mean	,260E-01	,260E-03	22,50	
arithmetic mean	,690E+00	,690E-02	596,56	

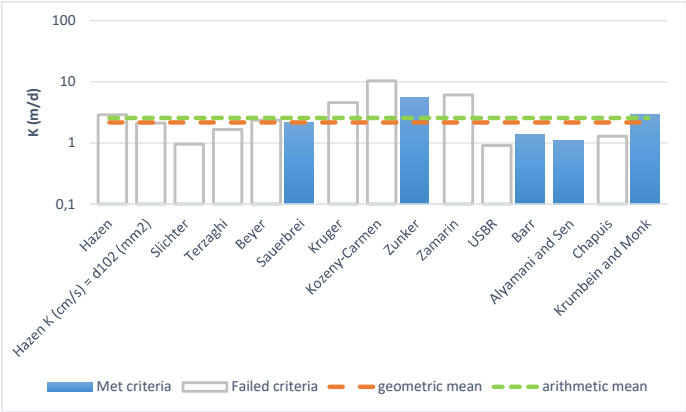


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.22

Sample Name: 1. Majosháza II. felső

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,335E-02	,335E-04	2,90	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,244E-02	,244E-04	2,11	
Slichter	,110E-02	,110E-04	0,95	
Terzaghi	,192E-02	,192E-04	1,66	
Beyer	,273E-02	,273E-04	2,36	
Sauerbrei	,250E-02	,250E-04	2,16	
Kruger	,532E-02	,532E-04	4,60	
Kozeny-Carmen	,121E-01	,121E-03	10,45	
Zunker	,627E-02	,627E-04	5,42	
Zamarin	,706E-02	,706E-04	6,10	
USBR	,105E-02	,105E-04	0,91	
Barr	,156E-02	,156E-04	1,35	
Alyamani and Sen	,125E-02	,125E-04	1,08	
Chapuis	,150E-02	,150E-04	1,30	
Krumbein and Monk	,325E-02	,325E-04	2,81	
geometric mean	,251E-02	,251E-04	2,17	
arithmetic mean	,297E-02	,297E-04	2,56	

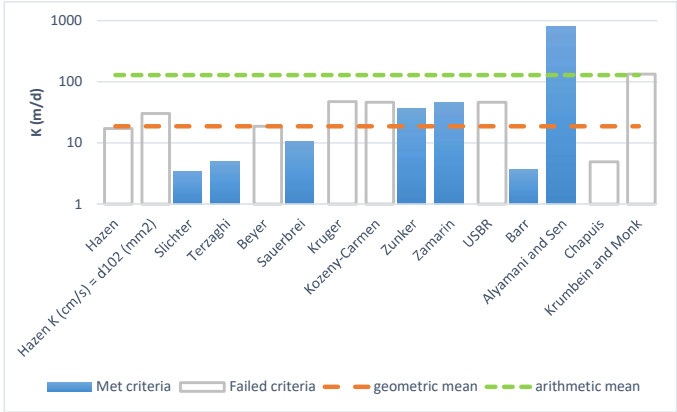


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.22

Sample Name: 4. Délegyháza IX. alsó

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,201E-01	,201E-03	17,34	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,352E-01	,352E-03	30,38	
Slichter	,395E-02	,395E-04	3,41	
Terzaghi	,565E-02	,565E-04	4,88	
Beyer	,219E-01	,219E-03	18,95	
Sauerbrei	,120E-01	,120E-03	10,37	
Kruger	,549E-01	,549E-03	47,40	
Kozeny-Carmen	,536E-01	,536E-03	46,28	
Zunker	,424E-01	,424E-03	36,65	
Zamarin	,523E-01	,523E-03	45,17	
USBR	,535E-01	,535E-03	46,23	
Barr	,424E-02	,424E-04	3,67	
Alyamani and Sen	,931E+00	,931E-02	804,04	
Chapuis	,567E-02	,567E-04	4,90	
Krumbein and Monk	,155E+00	,155E-02	133,63	
geometric mean	,218E-01	,218E-03	18,84	
arithmetic mean	,150E+00	,150E-02	129,74	

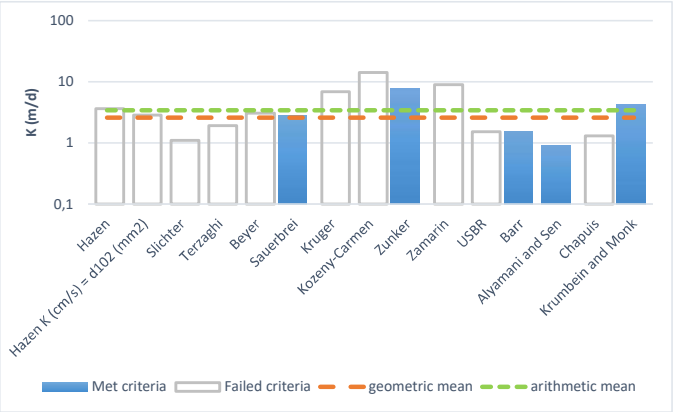


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.22


Sample Name: 3. Délegyháza IX. felső

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,420E-02	,420E-04	3,63	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,331E-02	,331E-04	2,86	
Slichter	,128E-02	,128E-04	1,11	
Terzaghi	,222E-02	,222E-04	1,92	
Beyer	,356E-02	,356E-04	3,07	
Sauerbrei	,319E-02	,319E-04	2,76	
Kruger	,799E-02	,799E-04	6,90	
Kozeny-Carmen	,166E-01	,166E-03	14,33	
Zunker	,901E-02	,901E-04	7,78	
Zamarin	,104E-01	,104E-03	9,01	
USBR	,177E-02	,177E-04	1,53	
Barr	,174E-02	,174E-04	1,50	
Alyamani and Sen	,102E-02	,102E-04	0,88	
Chapuis	,151E-02	,151E-04	1,30	
Krumbein and Monk	,498E-02	,498E-04	4,30	
geometric mean	,302E-02	,302E-04	2,61	
arithmetic mean	,399E-02	,399E-04	3,44	



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021.07.30

Sample Name:

6. Dél jelű fúrások, durvább, átlag

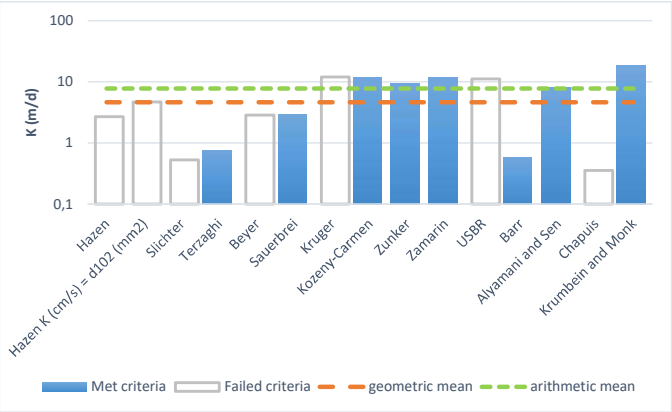
Mass Sample (g):

100


T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,311E-02	,311E-04	2,69	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,546E-02	,546E-04	4,72	
Slichter	,612E-03	,612E-05	0,53	
Terzaghi	,874E-03	,874E-05	0,75	
Beyer	,331E-02	,331E-04	2,86	
Sauerbrei	,324E-02	,324E-04	2,80	
Kruger	,139E-01	,139E-03	12,01	
Kozeny-Carmen	,135E-01	,135E-03	11,63	
Zunker	,107E-01	,107E-03	9,24	
Zamarin	,132E-01	,132E-03	11,41	
USBR	,129E-01	,129E-03	11,15	
Barr	,656E-03	,656E-05	0,57	
Alyamani and Sen	,921E-02	,921E-04	7,95	
Chapuis	,411E-03	,411E-05	0,36	
Krumbein and Monk	,210E-01	,210E-03	18,11	
geometric mean	,536E-02	,536E-04	4,63	
arithmetic mean	,904E-02	,904E-04	7,81	



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021.07.30

Sample Name:

5. Dél jelű fúrások, finomabb, átlag

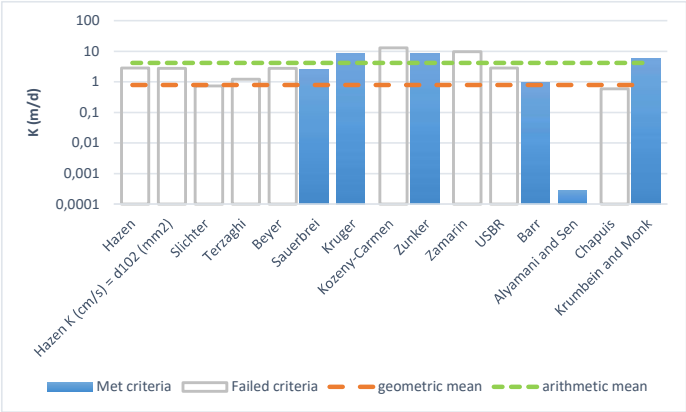
Mass Sample (g):

100

T (oC)

20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,331E-02	,331E-04	2,86	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,325E-02	,325E-04	2,80	
Slichter	,852E-03	,852E-05	0,74	
Terzaghi	,143E-02	,143E-04	1,24	
Beyer	,316E-02	,316E-04	2,73	
Sauerbrei	,286E-02	,286E-04	2,47	
Kruger	,925E-02	,925E-04	7,99	
Kozeny-Carmen	,151E-01	,151E-03	13,02	
Zunker	,923E-02	,923E-04	7,98	
Zamarin	,112E-01	,112E-03	9,72	
USBR	,329E-02	,329E-04	2,84	
Barr	,105E-02	,105E-04	0,91	
Alyamani and Sen	,322E-06	,322E-08	0,00	
Chapuis	,682E-03	,682E-05	0,59	
Krumbein and Monk	,685E-02	,685E-04	5,92	
geometric mean	,910E-03	,910E-05	0,79	
arithmetic mean	,487E-02	,487E-04	4,21	

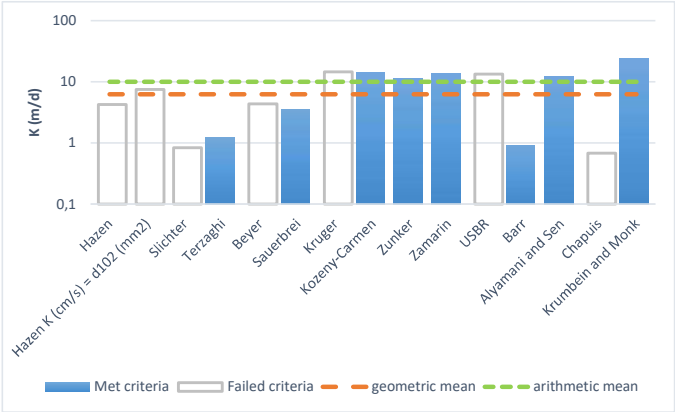


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 8. KKL jelű fúrások, durvább, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,496E-02	,496E-04	4,29	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,875E-02	,875E-04	7,56	
Slichter	,976E-03	,976E-05	0,84	
Terzaghi	,139E-02	,139E-04	1,20	
Beyer	,503E-02	,503E-04	4,35	
Sauerbrei	,404E-02	,404E-04	3,49	
Kruger	,168E-01	,168E-03	14,56	
Kozeny-Carmen	,163E-01	,163E-03	14,08	
Zunker	,130E-01	,130E-03	11,19	
Zamarin	,160E-01	,160E-03	13,81	
USBR	,156E-01	,156E-03	13,45	
Barr	,105E-02	,105E-04	0,90	
Alyamani and Sen	,139E-01	,139E-03	12,04	
Chapuis	,794E-03	,794E-05	0,69	
Krumbein and Monk	,275E-01	,275E-03	23,76	
geometric mean	,725E-02	,725E-04	6,26	
arithmetic mean	,116E-01	,116E-03	10,06	

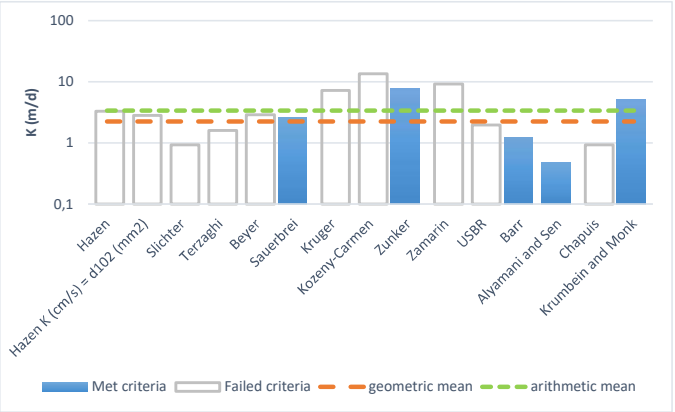


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 7. KKL jelű fúrások, finomabb, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,381E-02	,381E-04	3,29	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,326E-02	,326E-04	2,82	
Slichter	,109E-02	,109E-04	0,94	
Terzaghi	,186E-02	,186E-04	1,61	
Beyer	,337E-02	,337E-04	2,92	
Sauerbrei	,306E-02	,306E-04	2,64	
Kruger	,838E-02	,838E-04	7,24	
Kozeny-Carmen	,158E-01	,158E-03	13,66	
Zunker	,900E-02	,900E-04	7,78	
Zamarin	,107E-01	,107E-03	9,23	
USBR	,229E-02	,229E-04	1,98	
Barr	,142E-02	,142E-04	1,22	
Alyamani and Sen	,534E-03	,534E-05	0,46	
Chapuis	,107E-02	,107E-04	0,93	
Krumbein and Monk	,566E-02	,566E-04	4,89	
geometric mean	,260E-02	,260E-04	2,24	
arithmetic mean	,393E-02	,393E-04	3,40	

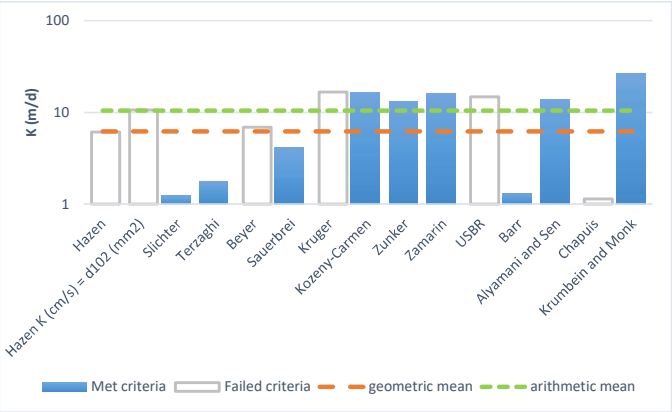


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 10. Áp jelű fúrások, durvább, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,711E-02	,711E-04	6,14	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,124E-01	,124E-03	10,69	
Slichter	,140E-02	,140E-04	1,21	
Terzaghi	,201E-02	,201E-04	1,74	
Beyer	,800E-02	,800E-04	6,91	
Sauerbrei	,472E-02	,472E-04	4,08	
Kruger	,194E-01	,194E-03	16,77	
Kozeny-Carmen	,190E-01	,190E-03	16,39	
Zunker	,150E-01	,150E-03	12,97	
Zamarin	,185E-01	,185E-03	16,00	
USBR	,172E-01	,172E-03	14,83	
Barr	,151E-02	,151E-04	1,30	
Alyamani and Sen	,158E-01	,158E-03	13,63	
Chapuis	,131E-02	,131E-04	1,14	
Krumbein and Monk	,310E-01	,310E-03	26,75	
geometric mean	,719E-02	,719E-04	6,21	
arithmetic mean	,121E-01	,121E-03	10,45	

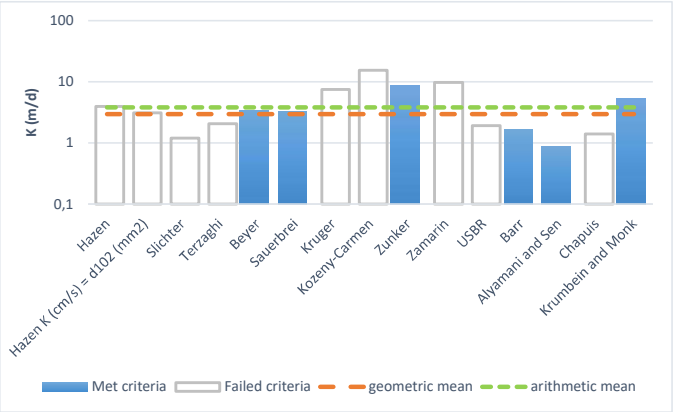


K from Grain Size Analysis Report Date: 2021.07.30

Sample Name: 9. Áp jelű fúrások, finomabb, átlag

Mass Sample (g): 100 T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,458E-02	,458E-04	3,96	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,363E-02	,363E-04	3,14	
Slichter	,139E-02	,139E-04	1,20	
Terzaghi	,241E-02	,241E-04	2,08	
Beyer	,389E-02	,389E-04	3,36	
Sauerbrei	,376E-02	,376E-04	3,25	
Kruger	,872E-02	,872E-04	7,54	
Kozeny-Carmen	,180E-01	,180E-03	15,52	
Zunker	,980E-02	,980E-04	8,46	
Zamarin	,114E-01	,114E-03	9,83	
USBR	,224E-02	,224E-04	1,94	
Barr	,188E-02	,188E-04	1,63	
Alyamani and Sen	,101E-02	,101E-04	0,87	
Chapuis	,164E-02	,164E-04	1,42	
Krumbein and Monk	,614E-02	,614E-04	5,31	
geometric mean	,345E-02	,345E-04	2,98	
arithmetic mean	,441E-02	,441E-04	3,81	

4. melléklet

Hidrometeorológiai adatok

- 4.1. Csapadékadatok a *Vízrajzi Évkönyvek* nyomán
- 4.2. Csapadékadatok a *Vízügyi Adatbank* nyomán
- 4.3. Csapadékadatok a *Vízháztartási tájékoztató* nyomán
- 4.4. Párolgási adatok
- 4.5. Aszályosság

4.1. melléklet

Csapadék-adatok a *Vízrajzi Évkönyvek* nyomán

- 4.1.1. Csapadékmérők elhelyezkedése
- 4.1.2. Havi és éves csapadékösszegek, mm
- 4.1.3. Havi csapadékösszegek az egyes mérőhelyeken
- 4.1.4. Átlagos és szélső csapadékok
- 4.1.5. Féléves és éves csapadékösszegek, mm
- 4.1.6. Havi csapadékösszegek, Bugyi és Dunaharaszti
- 4.1.7. Évi csap, mm.
- 4.1.8. Évi csapadékösszegek trendje és a sokéves átlag

4.1.1. melléklet: Csapadékmérők elhelyezkedése

törzssz.	hely	EOVX, km	EOVY, km
45111	Bankháza	203,535	650,741
45105	Bugyi	210,024	657,680
44503	Dunaharaszti	222,988	652,627
35407	Ercsi	211,881	640,019
34804	Érd	224,847	641,299
34813	Érd	224,847	641,299
45206	Kakucs	211,000	674,000
45208	Kakucs	212,921	674,076
45602	Kunpeszér	191,521	667,831
45501	Kunszentmiklós	187,792	656,443
45607	Örkény	199,000	679,000
35412	Szigetcsép	211,877	642,541
35800	Tass Vízműtelep	185,938	645,042
34806	Tököl	223,000	645,000
44615	Vecsés	228,572	667,719

4.1.2. melléklet: Havi és éves csapadékösszegek, mm

év.hó	Bankhá- za	Bugyi	Dunaha- raszti	Ercsi	Érd I.	Érd II.	Kakucs I.	Kakucs II.	Kunpe- szér	Kunszt.- miklós	Örkény	Sziget- csép	Tass Vízműt.	Tököl	Vecsés	ter. átlag	ter.ma4.	ter. min.
1996,01		58,0	58,0	57,0	59,0				41,0	60,0	44,0	54,0		53,0	54,0	53,8	60,0	41,0
1996,02		25,0	36,0	44,0	36,0				29,0	30,0	38,0	34,0		36,0	33,0	34,1	44,0	25,0
1996,03		6,0	14,0	11,0	12,0				10,0	9,0	9,0	13,0		14,0	12,0	11,0	14,0	6,0
1996,04		27,0	32,0	39,0	36,0				37,0	54,0	34,0	38,0		36,0	34,0	36,7	54,0	27,0
1996,05		68,0	52,0	73,0	79,0				45,0	34,0	46,0	93,0		94,0	84,0	66,8	94,0	34,0
1996,06		68,0	31,0	50,0	47,0				36,0	42,0	42,0	42,0		30,0	41,0	42,9	68,0	30,0
1996,07		25,0	38,0	50,0	34,0				25,0	32,0	37,0	30,0		41,0	32,0	34,4	50,0	25,0
1996,08		74,0	32,0	50,0	39,0				54,0	60,0	60,0	60,0		60,0	34,0	52,3	74,0	32,0
1996,09		163,0	107,0	125,0	107,0				86,0	106,0	81,0	156,0		94,0	124,0	114,9	163,0	81,0
1996,10		30,0	25,0	16,0	17,0				29,0	24,0	30,0	24,0		20,0	33,0	24,8	33,0	16,0
1996,11		30,0	30,0	33,0	30,0				26,0	28,0	24,0	37,0		31,0	38,0	30,7	38,0	24,0
1996,12		53,0	59,0	59,0	62,0				64,0	72,0	65,0	62,0		48,0	65,0	60,9	72,0	48,0
1997,01		17,5	26,8	29,2	22,8				30,1	29,0		29,3			24,3	26,1	30,1	17,5
1997,02		9,4	4,4	1,8	2,4				2,9	2,0		3,6			3,0	3,7	9,4	1,8
1997,03		7,6	12,2	9,7	11,8				13,6	11,0		14,1			22,1	12,8	22,1	7,6
1997,04		33,9	29,0	28,8	23,8				31,4	39,0		42,1			35,9	33,0	42,1	23,8
1997,05		28,8	67,7	69,9	43,8				38,2	68,0		49,9			57,2	52,9	69,9	28,8
1997,06		38,0	47,9	57,9	46,2				71,3	82,0		54,8			75,7	59,2	82,0	38,0
1997,07		57,1	48,8	54,0	85,2				47,5	56,0		65,6			82,2	62,1	85,2	47,5
1997,08		28,4	34,9	38,3	23,1				104,8	55,0		19,3			58,4	45,3	104,8	19,3
1997,09		4,0	6,4	6,1	9,4				8,0	8,0		6,4			7,0	6,9	9,4	4,0
1997,10		9,0	8,8	15,6	11,7				17,6	22,0		14,2			10,5	13,7	22,0	8,8
1997,11		36,0	35,0	30,2	37,2				30,2	26,0		37,2			46,7	34,8	46,7	26,0
1997,12		32,0	30,8	33,6	26,6				45,2	49,0		33,7			51,3	37,8	51,3	26,6
1998,01		52,0	52,0	63,0	47,0		55,0		63,0		63,0	70,0		44,0	37,0	54,6	70,0	37,0
1998,02		2,0	0,0	1,0	0,0		1,0		0,0		0,0	2,0		0,0	0,0	0,6	2,0	0,0
1998,03		11,0	12,0	8,0	13,0		9,0		9,0		14,0	10,0		10,0	9,0	10,5	14,0	8,0
1998,04		83,0	99,0	100,0	107,0		89,0		80,0		85,0	119,0		155,0	115,0	103,2	155,0	80,0
1998,05		81,0	73,0	80,0	71,0		99,0		103,0		153,0	71,0		60,0	61,0	85,2	153,0	60,0
1998,06		59,0	45,0	54,0	49,0		33,0		34,0		66,0	51,0		39,0	45,0	47,5	66,0	33,0
1998,07		59,0	42,0	43,0	50,0		47,0		73,0		66,0	42,0		35,0	41,0	49,8	73,0	35,0
1998,08		37,0	33,0	40,0	42,0		37,0		46,0		37,0	44,0		32,0	32,0	38,0	46,0	32,0
1998,09		139,0	133,0	137,0	109,0		124,0		127,0		101,0	149,0		121,0	112,0	125,2	149,0	101,0
1998,10		79,0	69,0	67,0	74,0		87,0		92,0		83,0	82,0		91,0	93,0	81,7	93,0	67,0
1998,11		71,0	87,0	70,0	66,0		71,0		52,0		62,0	76,0		58,0	86,0	69,9	87,0	52,0
1998,12		30,0	29,0	33,0	31,0		29,0		28,0		29,0	31,0		22,0	39,0	30,1	39,0	22,0
1999,01			8,0	8,0	6,0	5,0	14,0		13,0		11,0	9,0			10,0	9,3	14,0	5,0

4.1.2. melléklet: Havi és éves csapadékösszegek, mm

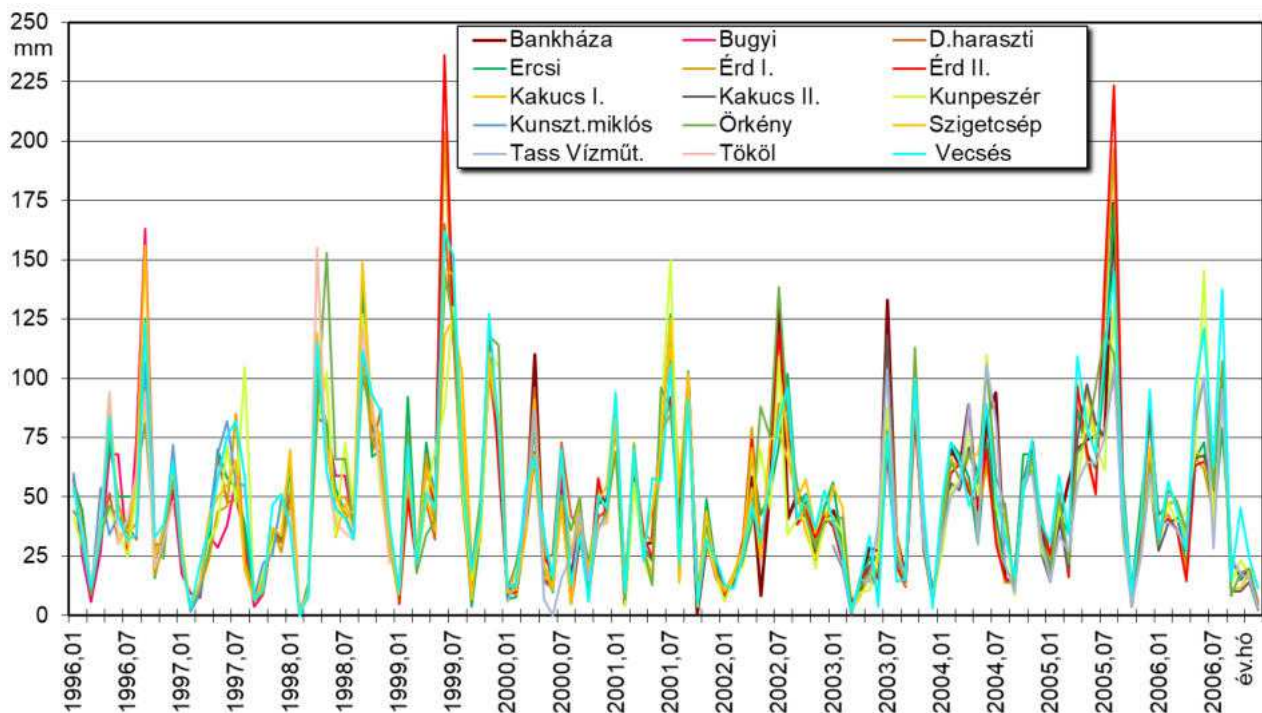
év.hó	Bankhá- za	Bugyi	Dunaha- raszti	Ercsi	Érd I.	Érd II.	Kakucs I.	Kakucs II.	Kunpe- szér	Kunszt.- miklós	Örkény	Sziget- csép	Tass Vízműt.	Tököl	Vecsés	ter. átlag	ter.ma4.	ter. min.
1999,02			60,0	92,0	52,0	49,0	68,0		74,0		78,0	60,0			72,0	67,2	92,0	49,0
1999,03			20,0	23,0	21,0	22,0	21,0		19,0		18,0	25,0			22,0	21,2	25,0	18,0
1999,04			48,0	73,0	68,0	62,0	50,0		49,0		34,0	62,0			52,0	55,3	73,0	34,0
1999,05			32,0	48,0	35,0	47,0	36,0		70,0		40,0	50,0			45,0	44,8	70,0	32,0
1999,06			165,0	138,0	204,0	236,0	118,0		87,0		145,0	146,0			162,0	155,7	236,0	87,0
1999,07			118,0	140,0	118,0	122,0	125,0		130,0		124,0	144,0			152,0	130,3	152,0	118,0
1999,08			69,0	61,0	51,0	61,0	102,0		56,0		66,0	81,0			60,0	67,4	102,0	51,0
1999,09			21,0	4,0	9,0	12,0	23,0		15,0		20,0	7,0			19,0	14,4	23,0	4,0
1999,10			34,0	34,0	39,0	42,0	31,0		35,0		49,0	41,0			40,0	38,3	49,0	31,0
1999,11			103,0	108,0	121,0	123,0	105,0		111,0		118,0	110,0			127,0	114,0	127,0	103,0
1999,12			70,0	76,0	70,0	63,0	81,0		105,0		114,0	84,0			78,0	82,3	114,0	63,0
2000,01	10,0	8,0	11,0	7,0	10,0	10,0	11,0				11,0	10,0	6,0		12,0	9,6	12,0	6,0
2000,02	14,0	13,0	11,0	8,0	9,0	10,0	18,0				22,0	11,0	15,0		13,0	13,1	22,0	8,0
2000,03	36,0	37,0	45,0	35,0	39,0	37,0	40,0				44,0	34,0	42,0		54,0	40,3	54,0	34,0
2000,04	110,0	88,0	96,0	68,0	65,0	69,0	68,0				79,0	91,0	87,0		67,0	80,7	110,0	65,0
2000,05	21,0	16,0	23,0	35,0	21,0	25,0	15,0				14,0	21,0	7,0		34,0	21,1	35,0	7,0
2000,06	12,0	11,0	26,0	10,0	13,0	18,0	19,0				12,0	11,0	0,0		16,0	13,5	26,0	0,0
2000,07	55,0	60,0	73,0	49,0	46,0	51,0	66,0				51,0	48,0	16,0		70,0	53,2	73,0	16,0
2000,08	15,0	11,0	42,0	5,0	8,0	5,0	25,0				36,0	5,0	25,0		13,0	17,3	42,0	5,0
2000,09	40,0	44,0	35,0	42,0	34,0	32,0	49,0				50,0	40,0	43,0		34,0	40,3	50,0	32,0
2000,10	13,0	7,0	16,0	22,0	14,0	13,0	9,0				11,0	19,0	15,0		6,0	13,2	22,0	6,0
2000,11	48,0	42,0	41,0	47,0	55,0	58,0	38,0				36,0	48,0	36,0		51,0	45,5	58,0	36,0
2000,12	49,0	43,0	45,0	48,0	43,0	41,0	39,0				44,0	55,0	42,0		45,0	44,9	55,0	39,0
2001,01	84,0			84,0	87,0	89,0	83,0		68,0		69,0	93,0			94,0	83,4	94,0	68,0
2001,02	5,0			12,0	15,0	13,0	8,0		4,0		7,0	12,0			10,0	9,6	15,0	4,0
2001,03	62,0			64,0	68,0	67,0	73,0		56,0		72,0	66,0			70,0	66,4	73,0	56,0
2001,04	30,0			29,0	35,0	34,0	28,0		24,0		28,0	29,0			23,0	28,9	35,0	23,0
2001,05	31,0			23,0	31,0	24,0	17,0		13,0		13,0	45,0			58,0	28,3	58,0	13,0
2001,06	82,0			69,0	76,0	76,0	85,0		83,0		96,0	70,0			57,0	77,1	96,0	57,0
2001,07	115,0			127,0	85,0	92,0	113,0		150,0		86,0	125,0			106,0	111,0	150,0	85,0
2001,08	39,0			15,0	50,0	37,0	58,0		27,0		37,0	14,0			22,0	33,2	58,0	14,0
2001,09	98,0			103,0	102,0	102,0	93,0		102,0		100,0	102,0			91,0	99,2	103,0	91,0
2001,10	1,0			4,0	9,0	11,0	6,0		4,0		11,0	6,0			5,0	6,3	11,0	1,0
2001,11	31,0			49,0	30,0	32,0	32,0		33,0		38,0	44,0			32,0	35,7	49,0	30,0
2001,12	24,0			20,0	19,0	16,0	18,0		17,0		19,0	17,0			24,0	19,3	24,0	16,0
2002,01	9,1			8,1	9,2	8,3	10,6		5,9		10,3	10,4			12,8	9,4	12,8	5,9
2002,02	14,8			13,7	16,5	14,3	17,6		16,3		17,2	17,7			11,1	15,5	17,7	11,1

4.1.2. melléklet: Havi és éves csapadékösszegek, mm

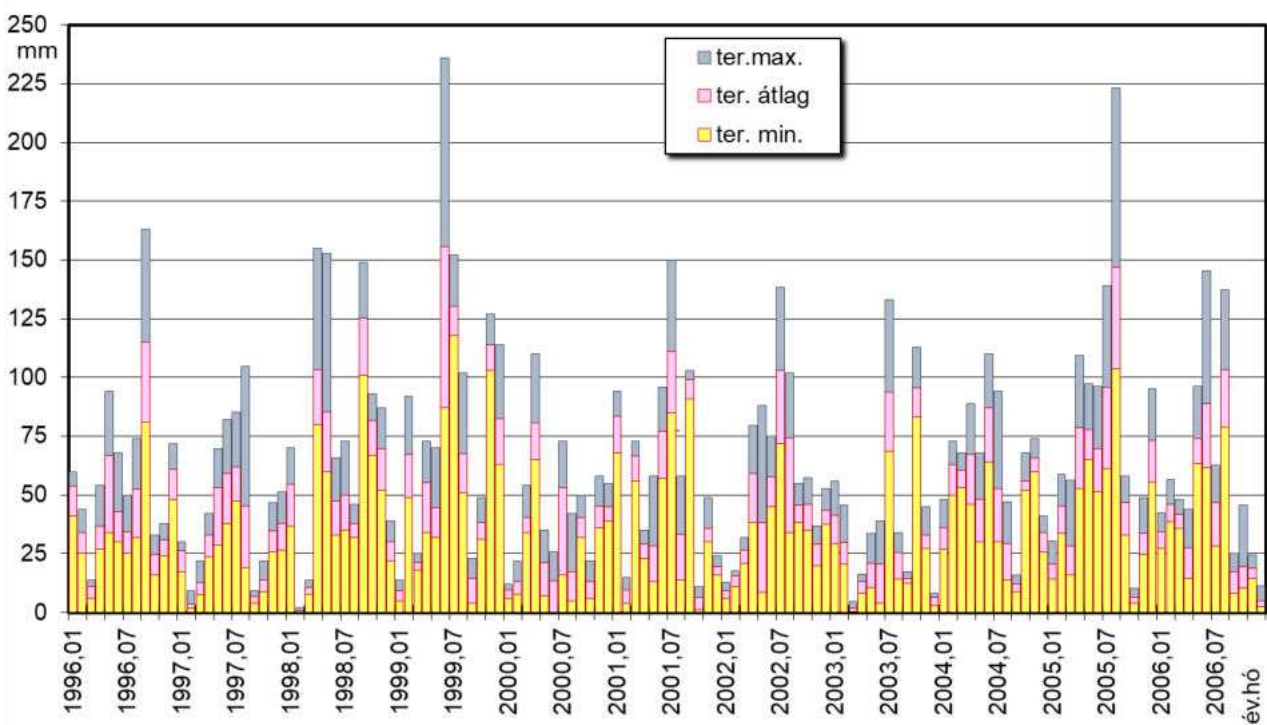
év.hó	Bankhá- za	Bugyi	Dunaha- raszti	Ercsi	Érd I.	Érd II.	Kakucs I.	Kakucs II.	Kunpe- szér	Kunszt.- miklós	Örkény	Sziget- csép	Tass Vízműt.	Tököl	Vecsés	ter. átlag	ter.ma4.	ter. min.
2002,03	22,8			28,3	30,7	32,0	25,9		20,8		23,4	29,3			25,7	26,5	32,0	20,8
2002,04	58,4			67,9	79,5	74,5	54,0		43,3		38,3	70,6			46,6	59,2	79,5	38,3
2002,05	8,5			42,5	31,3	25,6	23,5		70,4		88,0	24,7			31,2	38,4	88,0	8,5
2002,06	51,5			51,7	53,6	52,7			45,1		75,2	74,1			57,3	57,7	75,2	45,1
2002,07	133,1			71,7	89,6	119,4	106,4		109,3		138,3	77,5			82,4	103,1	138,3	71,7
2002,08	41,1			101,8	87,2	84,5	73,5		34,0		84,5	66,4			96,1	74,3	101,8	34,0
2002,09	50,7			47,1	39,6	38,4	51,3		40,7		55,0	49,0			40,8	45,8	55,0	38,4
2002,10	47,4			51,2	46,7	43,7	35,0		41,5		41,7	57,4			50,0	46,1	57,4	35,0
2002,11	23,8			28,3	31,6	33,0	24,4		19,9		28,3	34,7			36,7	29,0	36,7	19,9
2002,12	38,2			45,5	43,0	41,7	37,5		40,2		39,6	52,3			52,9	43,4	52,9	37,5
2003,01	44,3			56,1	42,0	37,6	54,7	29,5	41,7		39,9		29,7		40,3	41,6	56,1	29,5
2003,02	30,5			28,5	27,8	22,6	45,8	20,4	34,4		41,5		21,6		25,8	29,9	45,8	20,4
2003,03	4,5			1,0	0,7	0,4	2,2	1,8	1,7		3,3		2,0		1,3	1,9	4,5	0,4
2003,04	13,2			14,5	16,2	15,4	8,3	10,0	10,0		12,1		15,2		15,4	13,0	16,2	8,3
2003,05	28,5			24,5	19,5	21,0	16,6	20,8	10,7		18,4		14,2		33,8	20,8	33,8	10,7
2003,06	27,2			16,5	18,2	15,3	23,6	25,9	26,9		9,9		39,1		4,0	20,7	39,1	4,0
2003,07	133,0			76,0	80,6	68,6	116,9	118,4	87,7		77,7		103,9		76,0	93,9	133,0	68,6
2003,08	34,0			26,8	23,4	20,5	33,5	27,1	25,6		24,6		26,9		14,1	25,7	34,0	14,1
2003,09	16,0			15,5	14,3	12,3	13,0	13,9	14,0		14,0		17,5		15,6	14,6	17,5	12,3
2003,10	93,7			96,1	95,3	83,0	95,4	88,1	93,2		112,8		97,3		99,5	95,4	112,8	83,0
2003,11	37,1			32,9	36,5	32,5	27,3	27,3	30,3		29,5		32,0		45,0	33,0	45,0	27,3
2003,12	7,2			7,7	6,5	4,8	8,1	6,6	7,0		6,8		7,4		3,0	6,5	8,1	3,0
2004,01	37,0			40,0	40,0	37,0	36,0	31,0	27,0		33,0		33,0		48,0	36,2	48,0	27,0
2004,02	70,0			73,0	64,0	60,0	67,0	56,0	53,0		65,0		50,0		73,0	63,1	73,0	50,0
2004,03	63,0			68,0	64,0	64,0	57,0	53,0	57,0		58,0		56,0		65,0	60,5	68,0	53,0
2004,04	89,0			58,0	54,0	52,0	67,0	71,0	77,0		69,0		89,0		46,0	67,2	89,0	46,0
2004,05	39,0			30,0	41,0	47,0	68,0	60,0	51,0		56,0		30,0		60,0	48,2	68,0	30,0
2004,06	83,0			73,0	64,0	70,0	86,0	84,0	110,0		106,0		106,0		89,0	87,1	110,0	64,0
2004,07	94,0			41,0	34,0	30,0	47,0	46,0	45,0		58,0		81,0		51,0	52,7	94,0	30,0
2004,08	15,0			21,0	14,0	16,0	43,0	47,0	37,0		46,0		22,0		34,0	29,5	47,0	14,0
2004,09	14,0			13,0	14,0	14,0	9,0	9,0	9,0		11,0		10,0		16,0	11,9	16,0	9,0
2004,10	54,0			68,0	57,0	55,0	55,0	53,0	55,0		52,0		57,0		52,0	55,8	68,0	52,0
2004,11	73,0			68,0	62,0	63,0	65,0	64,0	64,0		67,0		60,0		74,0	66,0	74,0	60,0
2004,12	35,0			41,0	41,0	40,0	28,0	26,0	27,0		32,0		31,0		39,0	34,0	41,0	26,0
2005,01	23,7			21,6	23,6	25,6	15,8	14,1	19,2		18,8		14,5		30,3	20,7	30,3	14,1
2005,02	39,1			45,9	46,9	45,8	46,1	41,5	44,1		51,9		33,7		58,9	45,4	58,9	33,7
2005,03	56,2			33,9	18,8	16,1	20,5	19,4	37,0		21,8		27,1		34,0	28,5	56,2	16,1

4.1.2. melléklet: Havi és éves csapadékösszegek, mm

év.hó	Bankhá- za	Bugyi	Dunaha- raszti	Ercsi	Érd I.	Érd II.	Kakucs I.	Kakucs II.	Kunpe- szér	Kunszt.- miklós	Örkény	Sziget- csép	Tass Vízműt.	Tököl	Vecsés	ter. átlag	ter.ma4.	ter. min.
2005,04	70,2			86,7	97,5	96,2	74,2	74,2	52,8		68,4		56,0		109,4	78,6	109,4	52,8
2005,05	74,3			68,6	66,1	69,5	95,2	97,5	87,7		75,1		65,1		79,3	77,8	97,5	65,1
2005,06	75,5			62,0	51,9	51,3	76,1	81,2	72,3		96,1		64,0		68,1	69,9	96,1	51,3
2005,07	76,7			101,0	125,7	138,9	75,3	75,2	61,4		119,0		74,8		109,8	95,8	138,9	61,4
2005,08	174,0			173,0	196,4	223,3	104,4	103,6	131,8		110,4		105,7		144,8	146,7	223,3	103,6
2005,09	41,4			58,1	55,3	54,3	52,1	45,0	32,9		41,5		35,2		50,9	46,7	58,1	32,9
2005,10	5,0			10,2	3,9	4,1	8,1	8,6	4,4		4,6		4,5		9,4	6,3	10,2	3,9
2005,11	37,9			48,8	43,1	36,3	28,2	26,9	26,3		25,9		24,8		39,8	33,8	48,8	24,8
2005,12	64,8			81,8	92,2	89,3	70,9	57,3	55,7		64,1		59,8		95,1	73,1	95,1	55,7
2006,01				42,4	37,8	36,4	30,8	27,4	33,8		30,1		38,2		32,3	34,4	42,4	27,4
2006,02				47,3	42,7	40,8	47,8	38,6	47,8		53,0		39,4		56,6	46,0	56,6	38,6
2006,03				48,0	35,6	36,4	47,7	41,2	39,4		48,0		36,1		44,8	41,9	48,0	35,6
2006,04				18,8	19,6	14,6	32,0	27,4	43,9		36,1		28,1		27,6	27,6	43,9	14,6
2006,05				65,8	66,9	63,2	69,4	66,2	69,0		82,0		85,7		96,1	73,8	96,1	63,2
2006,06				72,9	61,5	64,8	66,4	67,7	145,6		99,8		100,6		121,1	88,9	145,6	61,5
2006,07				38,6	42,4	53,9	52,3	53,0	36,4		54,2		28,3		62,7	46,9	62,7	28,3
2006,08				79,1	105,2	105,2	104,4	101,6	95,4		107,1		95,3		137,4	103,4	137,4	79,1
2006,09				25,3	24,7	23,9	11,1	10,3	13,2		8,3		24,5		14,9	17,4	25,3	8,3
2006,10				14,9	17,1	16,9	11,5	10,2	23,2		18,3		17,9		45,6	19,5	45,6	10,2
2006,11				19,2	20,1	19,2	17,7	14,4	17,7		19,5		15,5		24,3	18,6	24,3	14,4
2006,12				5,1	4,8	5,2	4,4	2,4	3,5		4,4		3,0		11,4	4,9	11,4	2,4
1996		627	514	607	558				482	551	510	643		557	584	563	643	482
1997.		302	353	375	344				441	447		370			474	388	474	302
1998.		703	674	696	659		681		707		759	747		667	670	696	759	659
1999.			748	805	794	844	774		764		817	819			839	800	844	748
2000.	423	380	464	376	357	369	397				410	393	334		415	393	464	334
2001.	602			599	607	593	614		581		576	623			592	599	623	576
2002.	499			558	559	568	460		487		640	564			544	542	640	460
2003.	469			396	381	334	445	390	383		391		407		374	397	469	334
2004.	666			594	549	548	628	600	612		653		625		647	612	666	548
2005.	739			792	821	851	667	645	626		698		565		830	723	851	565
2006.				477	478	481	496	460	569		561		513		675	523	675	460
1961-90.		517	537	516	527				544	571	536	538			537	536	571	516



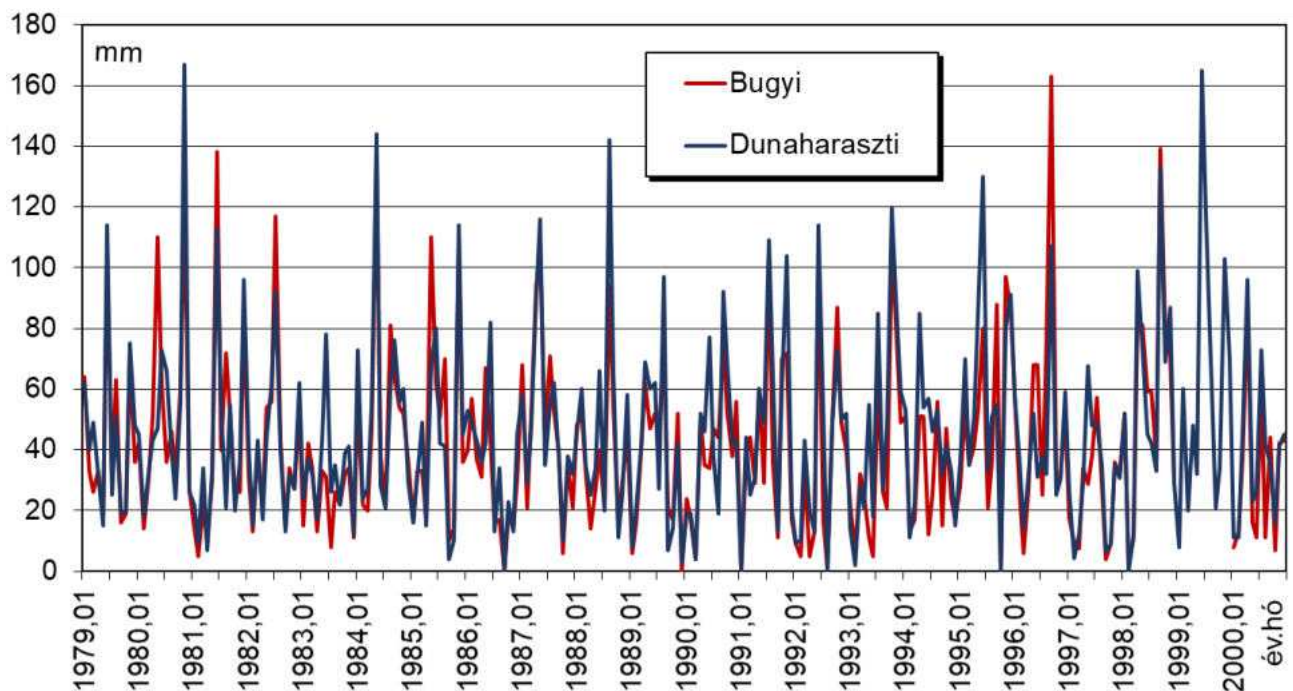
4.1.3. melléklet: Havi csapadékösszegek az egyes mérőhelyeken



4.1.4. melléklet: Átlagos és szélső csapadékok

4.1.5. melléklet: Féléves és éves csapadékösszegek, mm

év	Bugyi			Dunaharaszti		
	éves	téli	nyári	éves	téli	nyári
1979	512	123	263	550	151	256
1980	635	213	337	638	239	293
1981	520	252	341	500	314	283
1982	503	222	304	487	250	268
1983	301	206	133	406	214	221
1984	625	175	385	653	216	384
1985	561	224	320	514	241	249
1986	371	293	173	433	314	207
1987	607	204	405	609	215	395
1988	474	195	250	586	220	352
1989	432	153	301	451	164	322
1990	476	114	285	519	101	324
1991	510	228	269	581	222	327
1992	410	206	187	483	247	246
1993	447	236	149	567	219	253
1994	379	319	210	502	356	327
1995	619	205	319	717	230	405
1996	627	272	425	514	279	292
1997	302	148	190	353	157	235
1998	703	142	458	674	139	425
1999				748	273	453
2000	380	58	230	464	274	295
1961-90	517			537		



4.1.6. melléklet: Havi csapadékösszegek, Bugyi és Dunaharaszti

4.1.7. melléklet: Évi csap, mm.

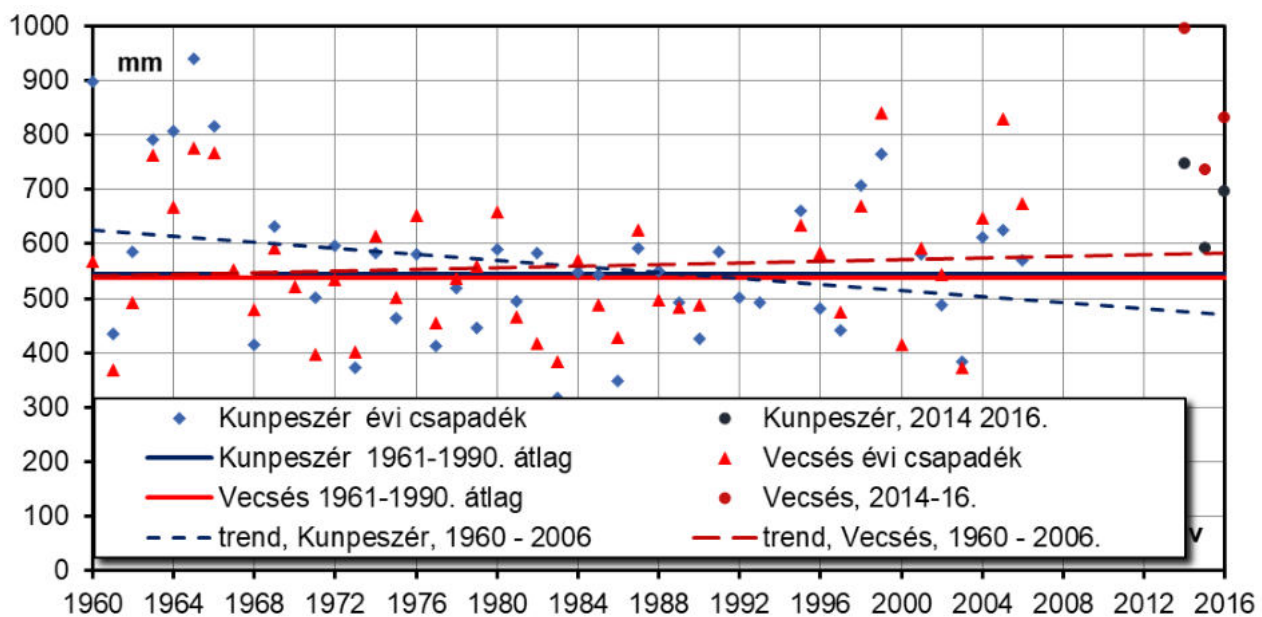
év	Kunpe- szér	Vecsés
1960	898	567
1961	435	368
1962	585	493
1963	791	762
1964	806	668
1965	940	776
1966	816	767
1967		552
1968	414	480
1969	632	592
1970		522
1971	501	398
1972	597	534
1973	373	401
1974	583	615
1975	463	502
1976	581	652
1977	412	454
1978	519	537

4.1.7. melléklet: Évi csap, mm.

év	Kunpe- szér	Vecsés
1979	445	559
1980	589	658
1981	494	467
1982	584	417
1983	317	383
1984	548	570
1985	544	489
1986	349	428
1987	591	625
1988	550	496
1989	492	483
1990	426	488
1991	585	
1992	501	
1993	492	
1994		
1995	660	635
1996	482	584
1997	441	474

4.1.7. melléklet: Évi csap, mm.

év	Kunpe- szér	Vecsés
1998	707	670
1999	764	839
2000		415
2001	581	592
2002	487	544
2003	383	374
2004	612	647
2005	626	830
2006	569	675
...		
2014	746	995
2015	593	735
2016	697	831
max	940	995
min	317	368
átlag	570	577
1961-90. átlag	544	537



4.1.8. melléklet: Évi csapadékösszegek trendje és a sokéves átlag

4.2. melléklet

Csapadék-adatok a *Vízügyi Adatbank* nyomán

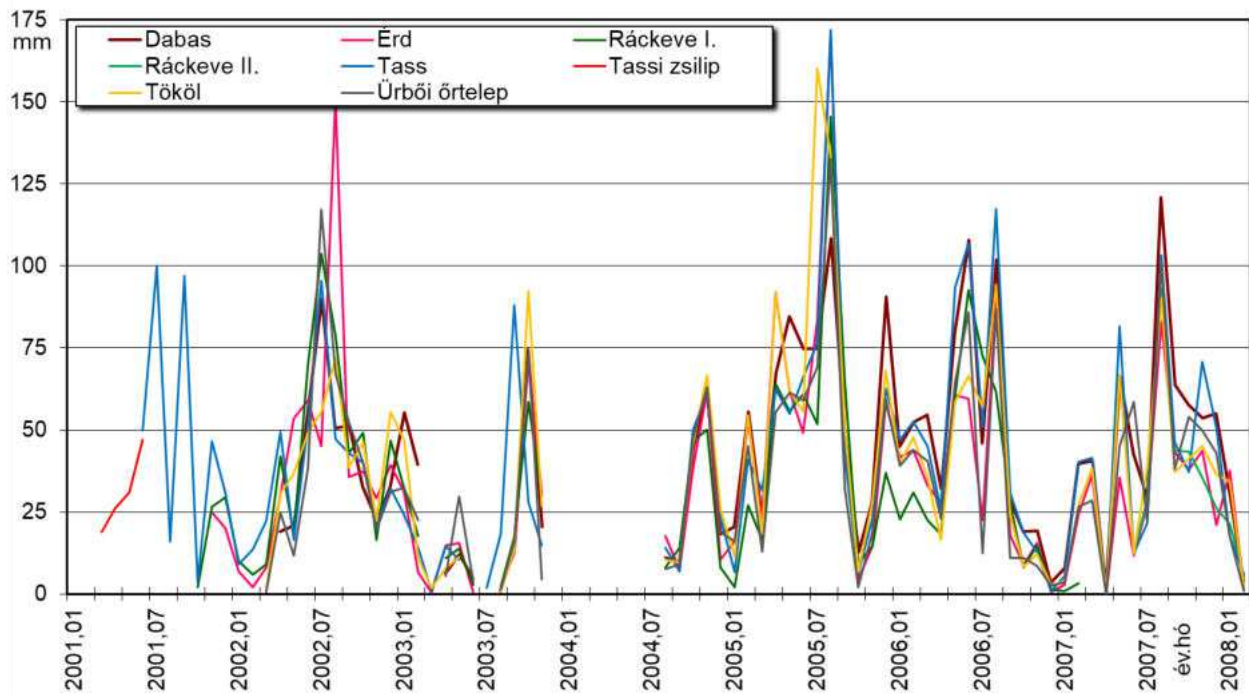
4.2.1. Havi és éves csapadékösszegek, mm

4.2.2. Havi csapadékösszegek az egyes mérőhelyeken

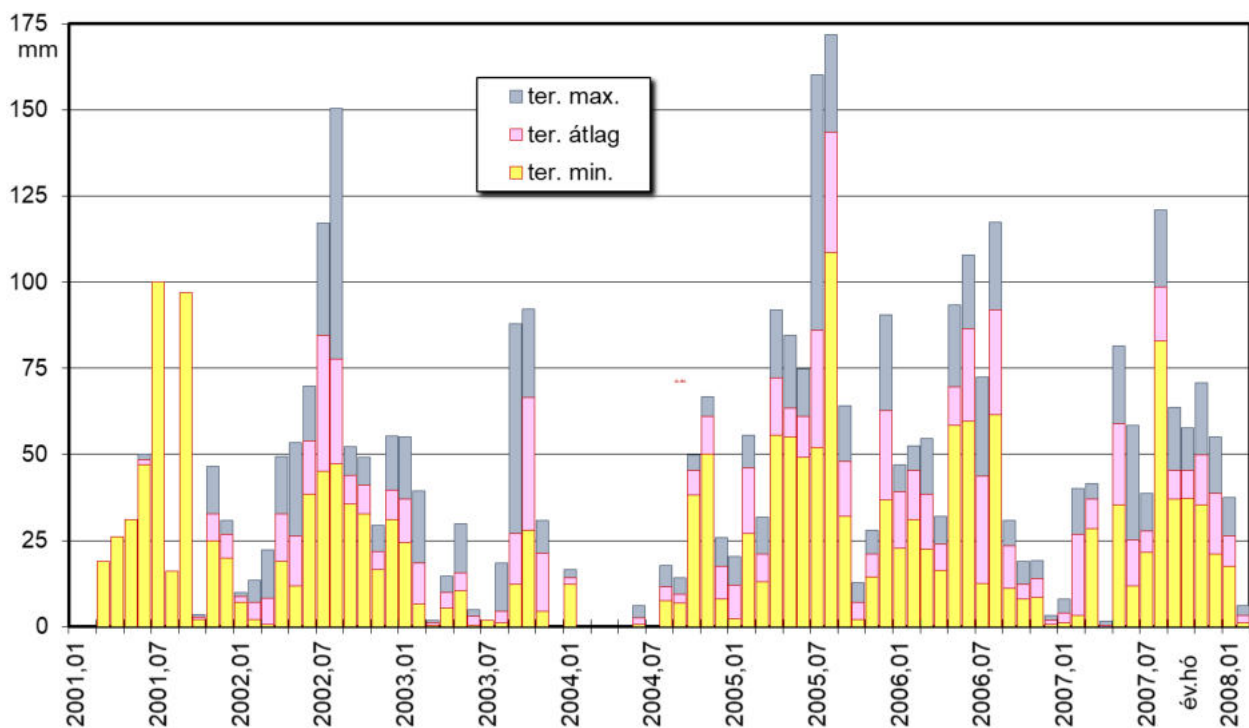
4.2.3. Átlagos és szélső csapadékok

év.hó	AAV152 Dabas	AAV864 Érd	ABE138 Ráckeve I.	ACD671 Ráckeve II.	ABF796 Tass	ABF809 Tassi zsillip	ABG690 Tököl	ABG94 Ürbőí örtélep	ter. átlag	ter.ma4.	ter. min.
2001,01											
2001,02											
2001,03						19,0			19,0	19,0	19,0
2001,04						26,0			26,0	26,0	26,0
2001,05						31,0			31,0	31,0	31,0
2001,06					50,0	47,0			48,5	50,0	47,0
2001,07					100,0				100,0	100,0	100,0
2001,08					16,0				16,0	16,0	16,0
2001,09					97,0				97,0	97,0	97,0
2001,10			2,0		3,5				2,8	3,5	2,0
2001,11		24,9	26,5		46,5				32,6	46,5	24,9
2001,12		20,0	29,5		30,9				26,8	30,9	20,0
2002,01		7,0	10,0		9,0				8,7	10,0	7,0
2002,02		2,0	6,0		13,5				7,2	13,5	2,0
2002,03		8,2	9,0		22,2		1,5	0,6	8,3	22,2	0,6
2002,04	19,0	30,1	42,0		49,5		30,7	25,0	32,7	49,5	19,0
2002,05	21,0	53,5	18,0		16,5		36,6	11,7	26,2	53,5	11,7
2002,06	54,7	59,0	69,8		51,9		49,1	38,4	53,8	69,8	38,4
2002,07	90,0	45,0	103,8		95,5		55,4	117,1	84,5	117,1	45,0
2002,08	50,5	150,5	78,8		47,2		72,1	67,1	77,7	150,5	47,2
2002,09	51,5	35,6	42,8		43,0		38,7	52,2	44,0	52,2	35,6
2002,10	32,8	37,5	49,1		40,1		46,4	40,1	41,0	49,1	32,8
2002,11	22,3	29,3	16,5		21,0		22,2	19,6	21,8	29,3	16,5
2002,12	32,8	39,4	46,8		32,2		55,3	31,1	39,6	55,3	31,1
2003,01	55,2	31,1	32,3		24,3		47,1	32,4	37,1	55,2	24,3
2003,02	39,5	6,6	17,8		14,0		10,9	22,4	18,5	39,5	6,6
2003,03		0,4			1,0		1,8		1,1	1,8	0,4
2003,04	6,2	14,7	10,9		14,5		7,9	5,5	10,0	14,7	5,5
2003,05	12,1	15,6	13,9		10,5		11,2	29,8	15,5	29,8	10,5
2003,06	4,8	0,4	2,9					3,8	3,0	4,8	0,4
2003,07					1,8					1,8	1,8
2003,08	1,1	2,3	2,4		18,5		1,1	1,5	4,5	18,5	1,1
2003,09	14,5	12,3	17,3		88,0		13,4	16,0	26,9	88,0	12,3
2003,10	74,6	71,0	58,6		28,0		92,3	74,3	66,5	92,3	28,0
2003,11	20,5	30,8	29,9		14,9		26,8	4,5	21,2	30,8	4,5
2003,12											
2004,01	13,7	16,5	12,2				16,1	12,8	14,3	16,5	12,2
2004,02											
2004,03											
2004,04											
2004,05											
2004,06	3,5	1,4	0,6				1,6	6,0	2,6	6,0	0,6
2004,07											
2004,08	11,0	17,7	8,2		14,0		10,6	7,5	11,5	17,7	7,5
2004,09	9,4	7,3	14,2		6,8		9,6	9,0	9,4	14,2	6,8
2004,10	44,6	38,2	46,5		49,8		45,6	47,5	45,4	49,8	38,2
2004,11	62,6	62,0	50,2		61,7		66,7	63,0	61,0	66,7	50,2
2004,12	18,3	10,5	8,1		23,5		25,9	19,0	17,6	25,9	8,1

év.hó	AAV152 Dabas	AAV864 Érd	ABE138 Ráckeve I.	ACD671 Ráckeve II.	ABF796 Tass	ABF809 Tassi zsilip	ABG690 Tököl	ABG94 Ürbő őrtelep	ter. átlag	ter.ma4.	ter. min.
2005,01	20,4	16,0	2,2		6,6		11,5	16,0	12,1	20,4	2,2
2005,02	55,6	52,8	27,1		41,0		54,5	45,0	46,0	55,6	27,1
2005,03	23,9	22,4	16,6		31,7		18,4	13,0	21,0	31,7	13,0
2005,04	67,4	91,9	64,0		62,4		91,6	55,5	72,1	91,9	55,5
2005,05	84,5	61,7	55,7		55,0		61,7	61,5	63,4	84,5	55,0
2005,06	74,8	49,2	61,0		66,0		55,7	59,0	61,0	74,8	49,2
2005,07	74,7	83,4	51,9		76,5		160,2	69,0	86,0	160,2	51,9
2005,08	108,5	170,0	145,4		171,9		133,3	132,5	143,6	171,9	108,5
2005,09	50,4	48,5	64,2		41,9		51,2	32,0	48,0	64,2	32,0
2005,10	12,8	4,5	9,4		6,5		7,0	2,0	7,0	12,8	2,0
2005,11	27,8	14,6	14,5		23,0		28,1	19,0	21,2	28,1	14,5
2005,12	90,5	58,3	36,8		62,5		68,1	59,5	62,6	90,5	36,8
2006,01	45,0	41,7	22,8		47,0		39,9	39,0	39,2	47,0	22,8
2006,02	52,3	43,8	31,0		52,5		47,8	44,0	45,2	52,5	31,0
2006,03	54,6	33,1	22,6		45,0		35,5	40,5	38,6	54,6	22,6
2006,04	32,0	27,7	18,1		25,8		16,4	23,0	23,8	32,0	16,4
2006,05	79,6	60,7	60,5		93,4		58,5	64,5	69,5	93,4	58,5
2006,06	107,9	59,5	92,7		106,8		66,5	86,0	86,6	107,9	59,5
2006,07	46,0	22,6	72,5		50,8		57,1	12,5	43,6	72,5	12,5
2006,08	101,8	90,2	61,6		117,5		94,3	87,0	92,1	117,5	61,6
2006,09	29,0	17,9	27,9		30,8		24,3	11,0	23,5	30,8	11,0
2006,10	19,0	8,9	8,0		18,6		8,3	11,0	12,3	19,0	8,0
2006,11	19,3	15,6	14,9		12,8		12,1	8,5	13,9	19,3	8,5
2006,12	3,3	0,7	1,4		1,0		2,7	2,5	1,9	3,3	0,7
2007,01	7,9	2,8	1,0		5,5		3,7	3,5	4,1	7,9	1,0
2007,02	39,6	24,5	3,2		40,2		27,2	26,5	26,9	40,2	3,2
2007,03	40,7	36,1			41,5		38,4	28,5	37,0	41,5	28,5
2007,04	1,7	0,0			0,0		0,0	0,0	0,3	1,7	0,0
2007,05	66,0	35,4			81,5		66,9	45,2	59,0	81,5	35,4
2007,06	42,9	11,8		12,9	12,3		12,2	58,5	25,1	58,5	11,8
2007,07	29,0	27,4		28,4	21,6		38,7	22,0	27,9	38,7	21,6
2007,08	120,9	83,0		93,2	103,1		90,2	101,1	98,6	120,9	83,0
2007,09	63,6	43,2		43,7	46,4		37,1	38,0	45,3	63,6	37,1
2007,10	57,7	37,8		43,5	37,2		41,3	54,0	45,3	57,7	37,2
2007,11	53,7	43,6		35,4	70,8		45,0	50,0	49,8	70,8	35,4
2007,12	55,1	21,1		26,1	50,5		36,4	43,0	38,7	55,1	21,1
2008,01	29,9	37,6		21,2	17,5		34,3	17,5	26,3	37,6	17,5
2008,02	3,6	1,9		5,2	6,0		2,2	1,0	3,3	6,0	1,0
2001		44,9	58,0		343,9	123,0			399,7	343,9	44,9
2002	374,6	497,1	492,6		441,6		408,0	402,9	442,8	497,1	374,6
2003	228,5	185,2	186,0		215,5		212,5	190,2	205,5	228,5	185,2
2004	163,1	153,6	140,0		155,8		176,1	164,8	157,7	176,1	140,0
2005	691,3	673,3	548,8		645,0		741,3	564,0	659,9	741,3	548,8
2006	589,8	422,4	434,0		602,0		463,4	429,5	502,3	602,0	422,4
2007	578,8	366,7	4,2	283,2	510,6		437,1	470,3	457,9	578,8	4,2
2008	33,5	39,5		26,4			36,5	18,5	29,7	39,5	18,5



4.2.2. Havi csapadékösszegek az egyes mérőhelyeken

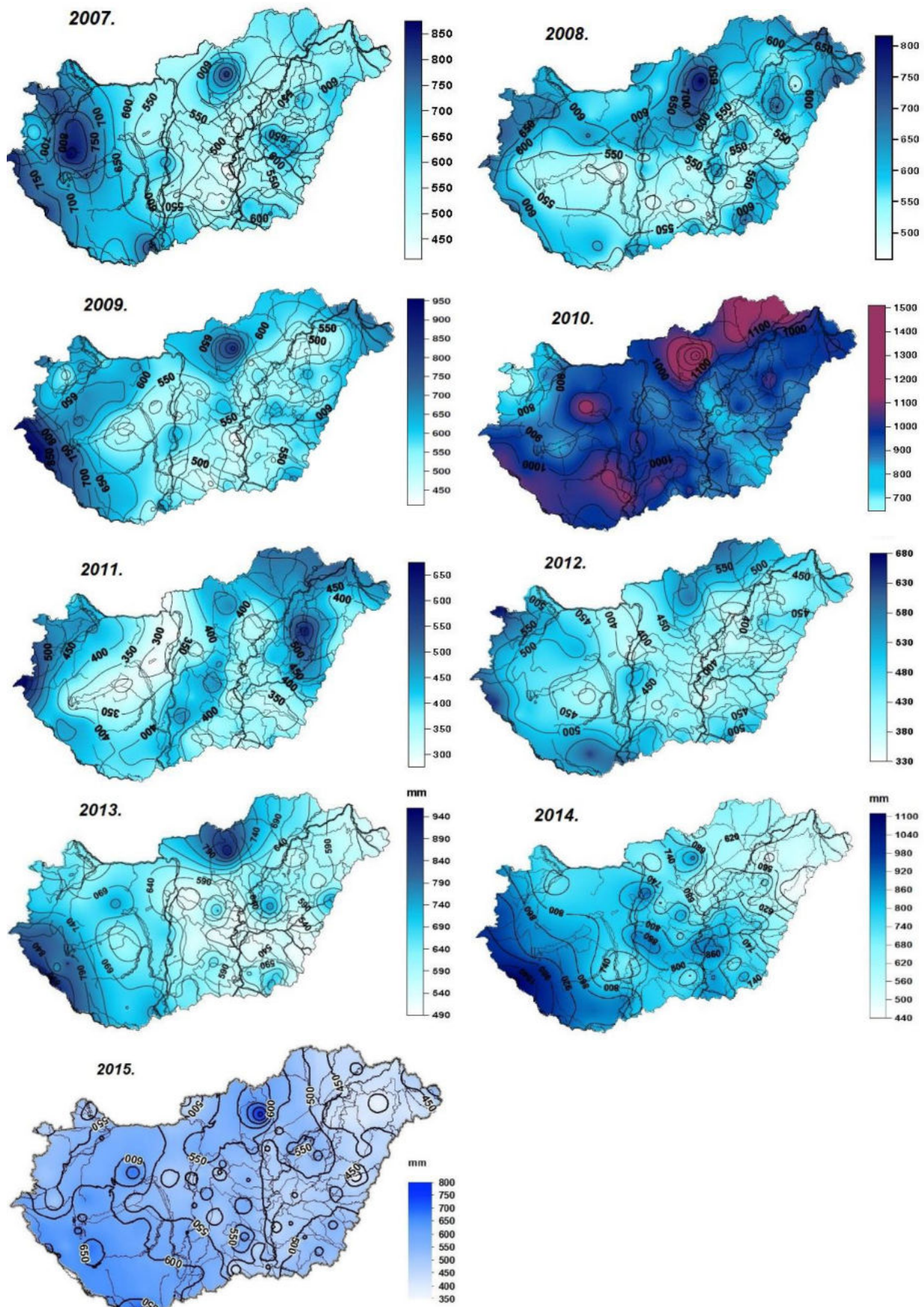


4.2.3. Átlagos és szélső csapadékok

4.3. melléklet

Csapadék-adatok a *Vízháztartási tájékoztató* nyomán

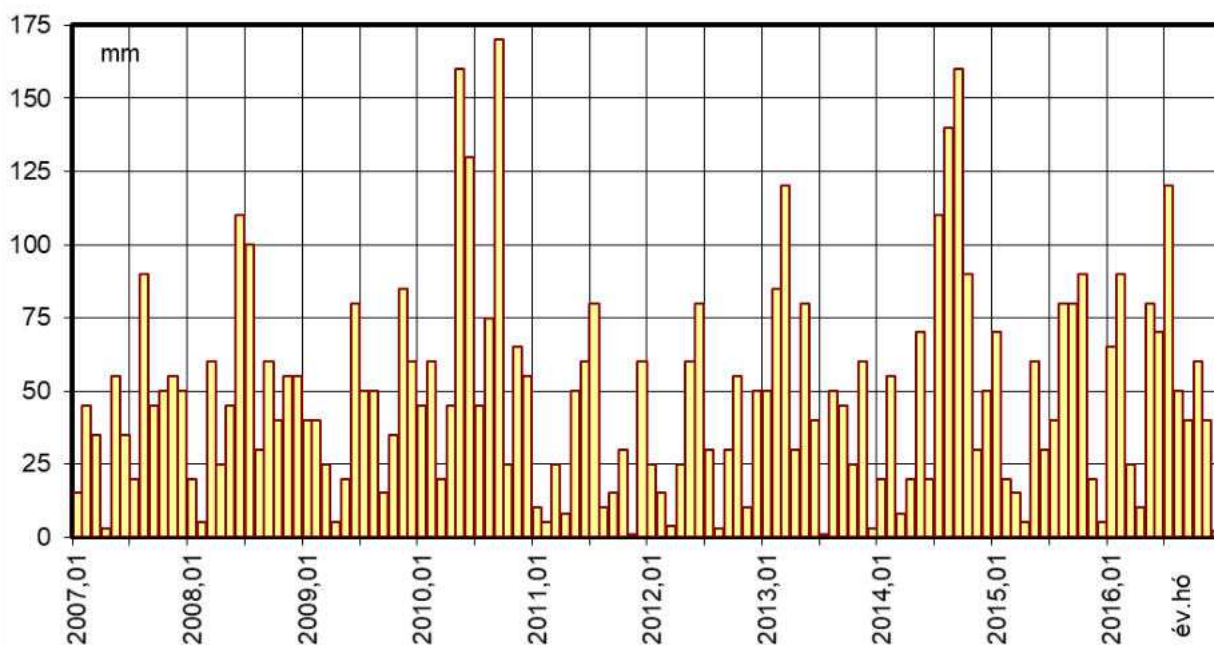
- 4.3.1. Évi csapadékösszegek (mm) területi eloszlása**
- 4.3.2. Becsült havi csapadékösszegek (mm) a vizsgált területen**
- 4.3.3. Havicsapadékösszegek (mm) a vizsgált területen**
- 4.3.4. Havi csapadékösszegek eltérése (%) az 1971-2000. éves átlagtól**



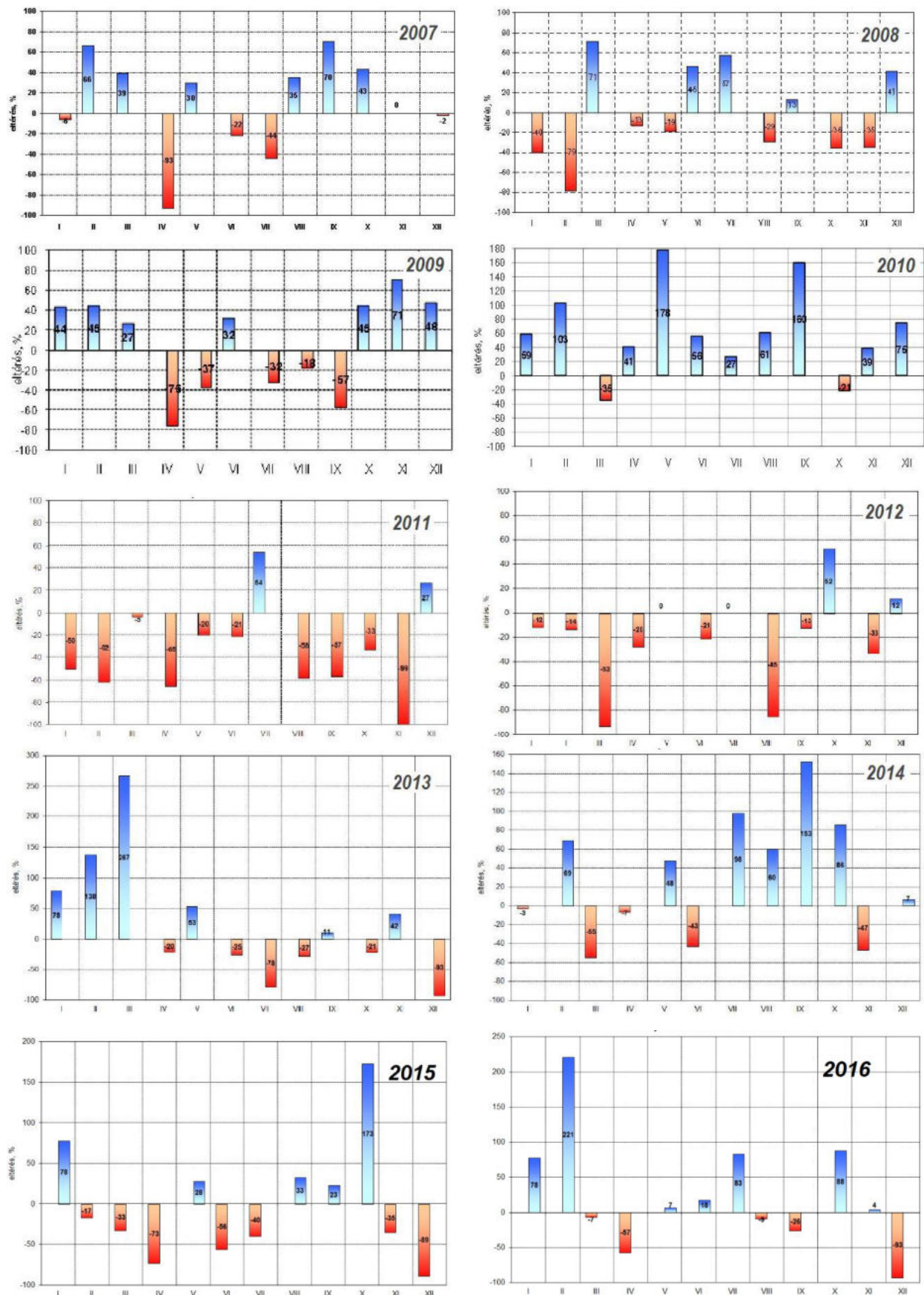
4.3.1. melléklet: Évi csapadékösszegek (mm) területi eloszlása

4.3.2. melléklet: Becsült havi csapadékösszegek (mm) a vizsgált területen

hó	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
jan.	15	20	40	45	10	25	50	20	70	65
febr.	45	5	40	60	5	15	85	55	20	90
márc.	35	60	25	20	25	4	120	8	15	25
ápr.	3	25	5	45	8	25	30	20	5	10
máj.	55	45	20	160	50	60	80	70	60	80
jún.	35	110	80	130	60	80	40	20	30	70
júl.	20	100	50	45	80	30	1	110	40	120
aug.	90	30	50	75	10	3	50	140	80	50
szept.	45	60	15	170	15	30	45	160	80	40
okt.	50	40	35	25	30	55	25	90	90	60
nov.	55	55	85	65	1	10	60	30	20	40
dec.	50	55	60	55	60	50	3	50	5	2
össz.	498	605	505	895	354	387	589	773	515	652



4.3.3. melléklet: Havi csapadékösszegek (mm) a vizsgált területen



4.3.4. Havi csapadékösszegek eltérése (%) az 1971-2000. éves átlagtól

4.4. melléklet

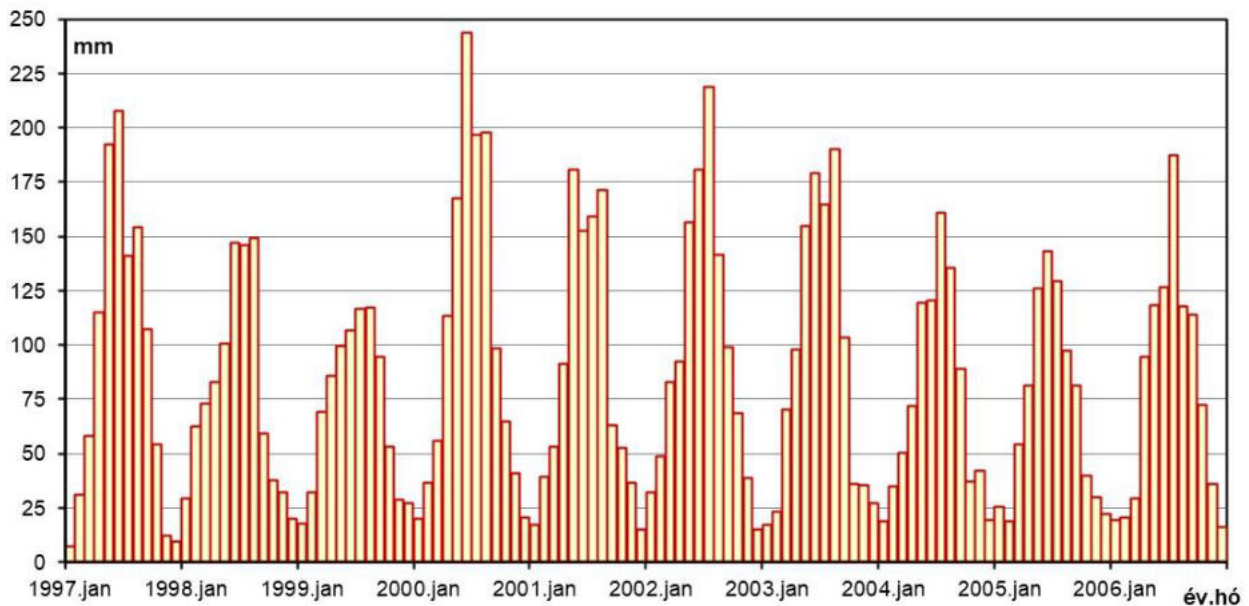
Párolgási adatok

4.4.1. Mért ill. számított havi és éves párolgás (mm), Budapest, Pestszentlőrinc

4.4.2. Havi párolgás (mm), Budapest, Pestszentlőrinc

4.4.1. melléklet: Mért ill. számított havi és éves párolgás (mm), Budapest, Pestszentlőrinc

év	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	okt.	nov.	dec.	össz.
1997	7,4	31,1	58,1	115,1	192,1	207,9	141,1	154,2	107,3	54,4	12,5	9,5	1090,7
1998	29,3	62,7	73,2	83,0	100,4	147,1	146,1	149,4	59,5	37,5	32,2	19,8	940,2
1999	18,0	32,0	69,0	86,0	99,8	106,7	116,9	117,3	94,4	52,9	29,0	27,0	849,0
2000	20,1	36,8	55,8	113,3	167,7	243,7	196,8	198,0	98,4	64,6	41,0	20,3	1256,5
2001	17,5	39,2	53,0	91,0	180,7	152,4	159,0	171,6	63,3	52,8	36,5	15,2	1032,2
2002	32,0	49,0	83,0	92,6	156,3	180,7	218,6	141,7	98,8	68,4	39,0	15,0	1175,1
2003	17,4	23,1	70,3	98,0	154,9	179,1	164,8	190,4	103,2	36,2	35,5	27,1	1100,0
2004	19,1	35,0	50,4	72,2	119,7	120,8	160,7	135,5	89,3	36,9	42,1	19,6	901,3
2005	25,8	19,1	54,5	81,4	125,9	143,1	129,2	97,5	81,5	40,1	30,0	22,0	850,1
2006	19,3	20,5	29,2	94,7	118,6	126,6	187,3	117,7	113,9	72,6	36,3	16,2	952,9
havi átl.	20,6	34,9	59,7	92,7	141,6	160,8	162,1	147,3	91,0	51,6	33,4	19,2	1014,8



4.4.2. melléklet: Havi párolgás (mm), Budapest, Pestszentlőrinc

4.5. melléklet

Aszályosság

4.5.1. A Pálfai-féle aszályindex

4.5.2. Az aszályindex területi eloszlása az 1931 - 63. közötti aszályos években

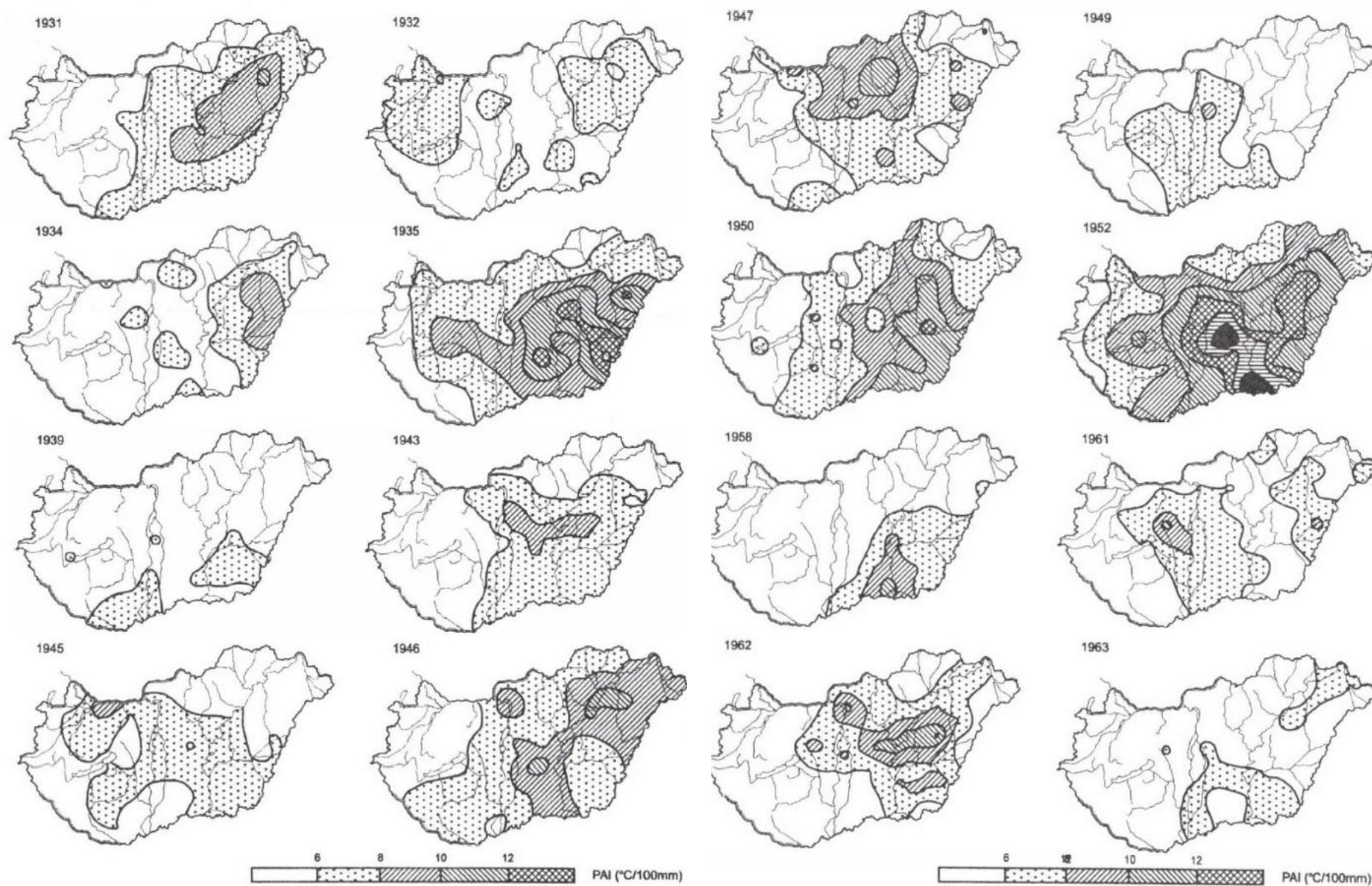
4.5.3. Az aszályindex területi eloszlása az 1964 - 2000. közötti aszályos években

4.5.1. A Páljai-féle aszályindex

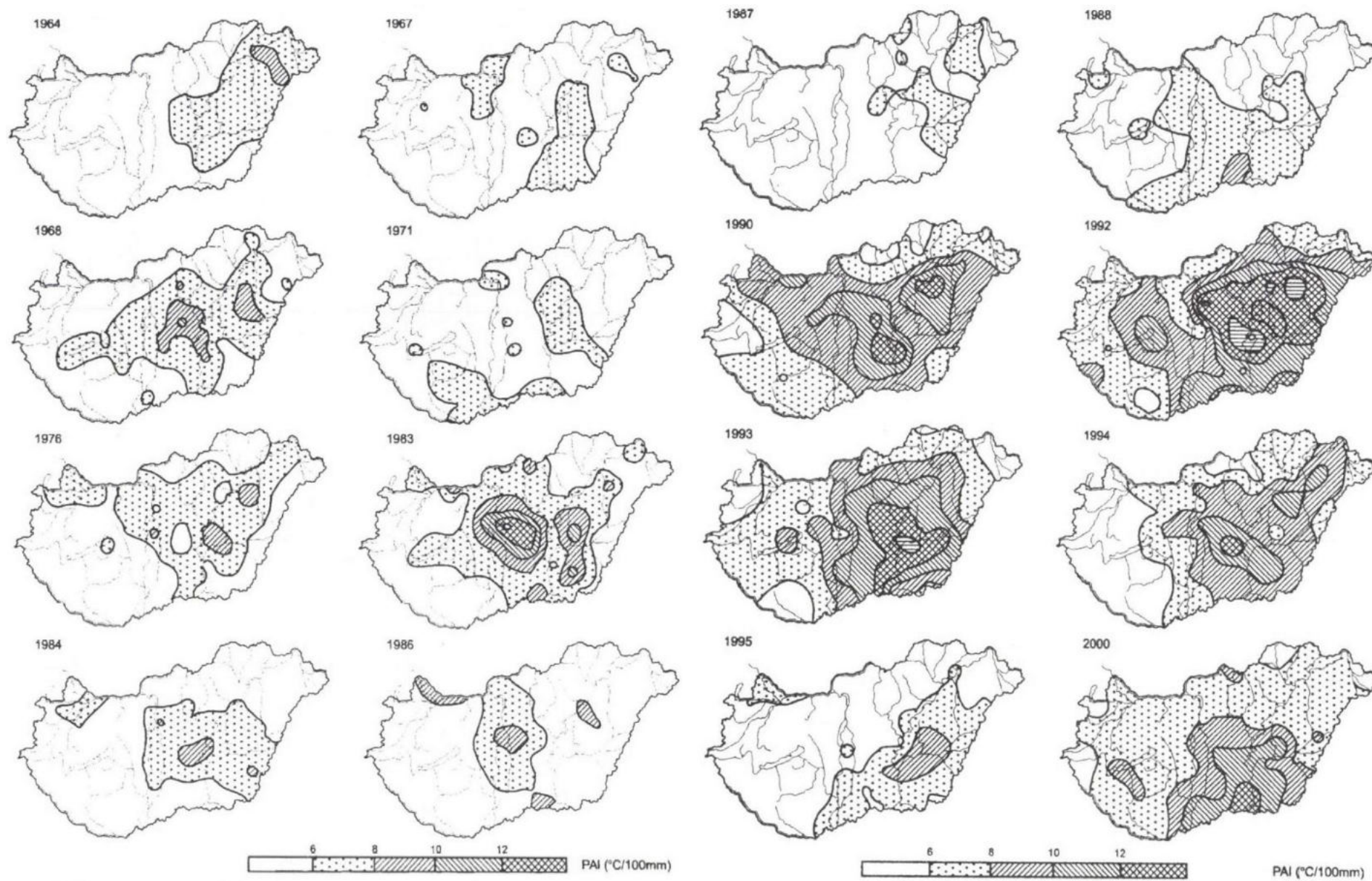
év	országos átlag	vizsgált terület
1931	6,47	7
1932	5,82	-
1933	4,49	-
1934	5,56	-
1935	8,24	9
1936	3,97	-
1937	3,97	-
1938	4,04	-
1939	5,10	-
1940	1,78	-
1941	3,00	-
1942	4,27	-
1943	5,88	9
1944	3,01	-
1945	5,81	7
1946	7,44	8
1947	6,96	9
1948	4,26	-
1949	5,11	8
1950	7,63	8
1951	3,57	-
1952	10,62	12
1953	3,07	-
1954	3,58	-
1955	2,59	-
1956	4,18	-
1957	4,24	-
1958	5,12	-
1959	3,80	-
1960	4,27	-
1961	5,77	7
1962	6,32	8
1963	4,98	-
1964	5,32	6
1965	2,45	-
1966	2,51	-
1967	5,46	-
1968	6,18	8
1969	4,02	-
1970	2,53	-
1971	5,40	6
1972	3,66	-
1973	4,95	-
1974	3,74	-
1975	2,80	-
1976	6,05	7
1977	3,49	-
1978	2,73	-
1979	4,00	-
1980	3,05	-
1981	4,28	-
1982	3,90	-
1983	6,86	11
1984	5,35	7
1985	4,51	-
1986	5,38	7

4.5.1. A Páljai-féle aszályindex

év	országos átlag	vizsgált terület
1987	4,97	-
1988	5,84	7
1989	4,16	-
1990	8,87	11
1991	4,01	-
1992	10,16	12
1993	9,00	10
1994	7,89	10
1995	5,80	-
1996	4,69	-
1997	3,67	-
1998	4,42	-
1999	2,80	-
2000	8,14	9
aszályos év, db.	32	24
az össz. %-a	45,7	34,3



4.5.2. melléklet: Az aszályindex területi eloszlása az 1931-63. közötti aszályos években



4.5.3. melléklet: Az aszályindex területi eloszlása az 1964-2000. közötti aszályos években

5. melléklet

Felszíni vizek

5.1. Vízfolyások

5.2. Bányatavak

5.1. melléklet

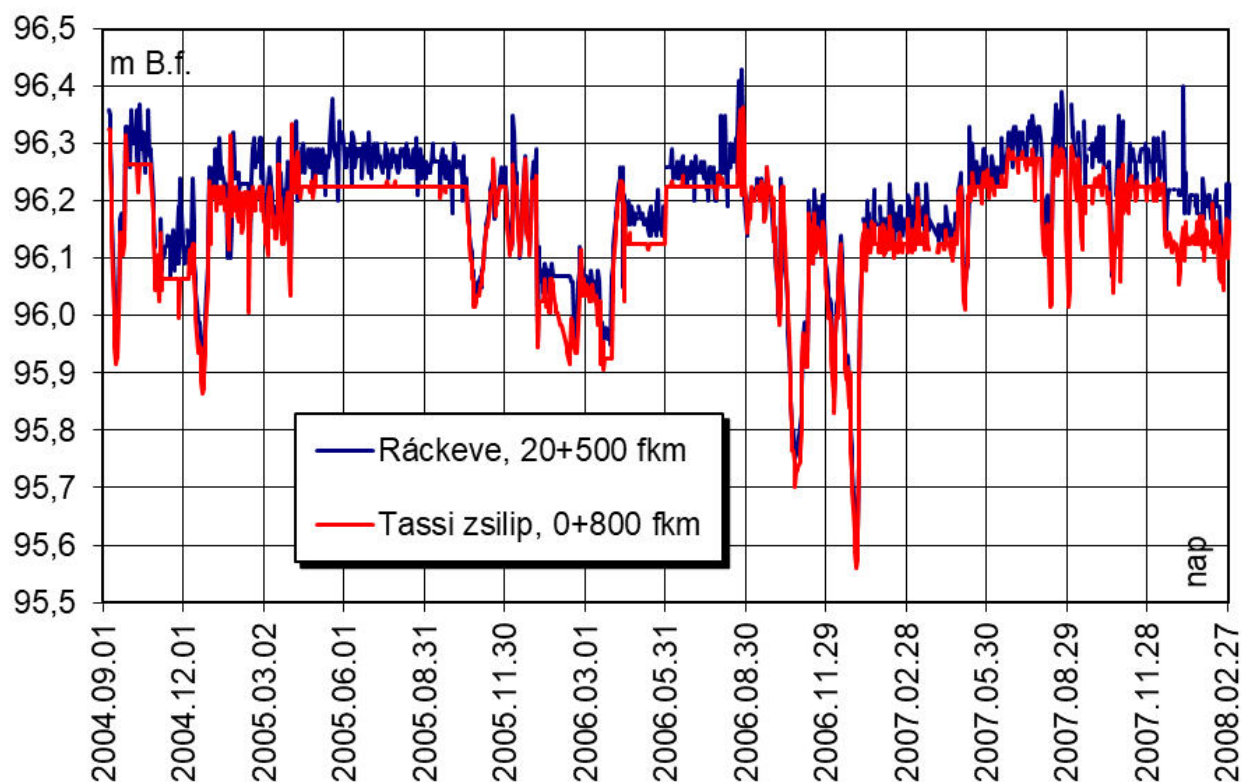
Vízfolyások

5.1.1. Napi vízszintek az RSD alsó szakaszán

5.1.2. Havi vízszintek, m B.f.

5.1.3. A csatornahálózat üzemelése öntözési időszakban

5.1.4. A csatornahálózat üzemelése belvizes időszakban



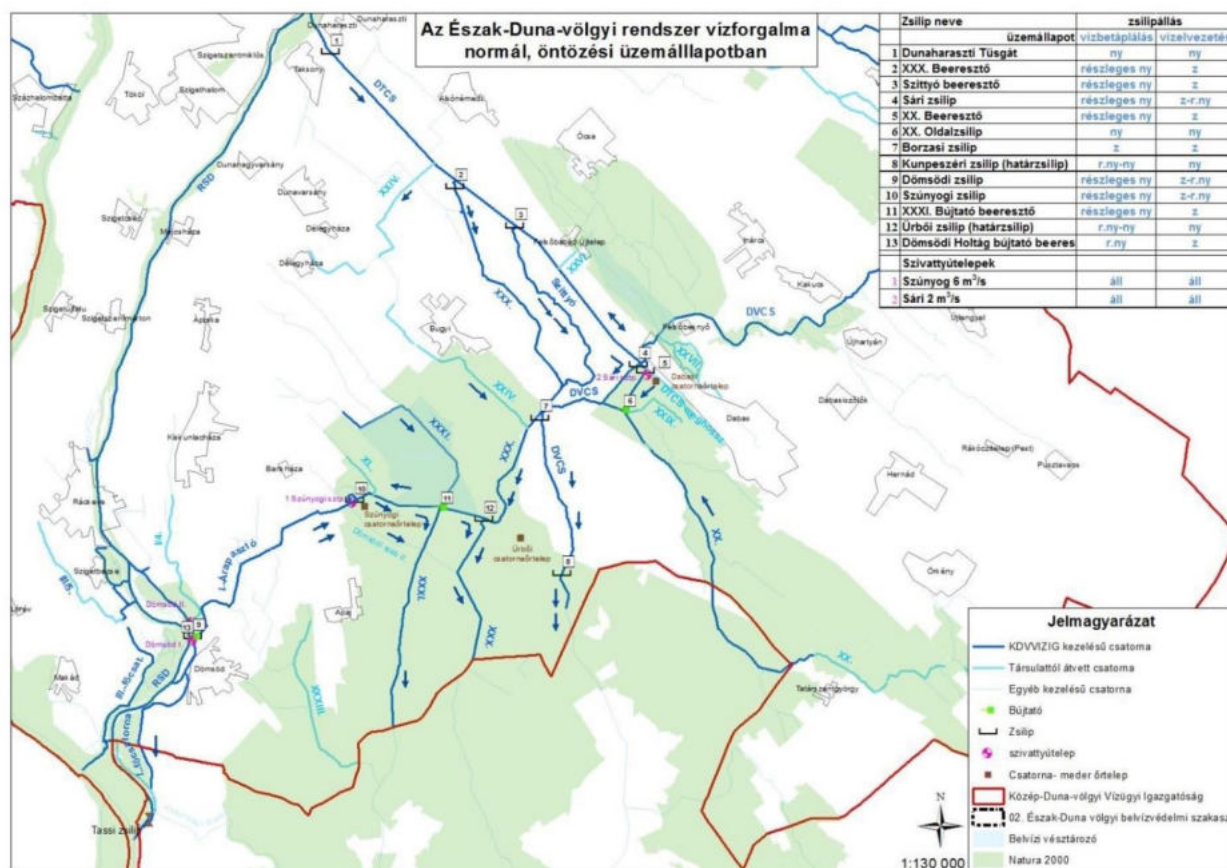
5.1.1. melléklet: Napi vízszintek az RSD alsó szakaszán

5.1.2. melléklet: Havi vízszintek, m B.f.

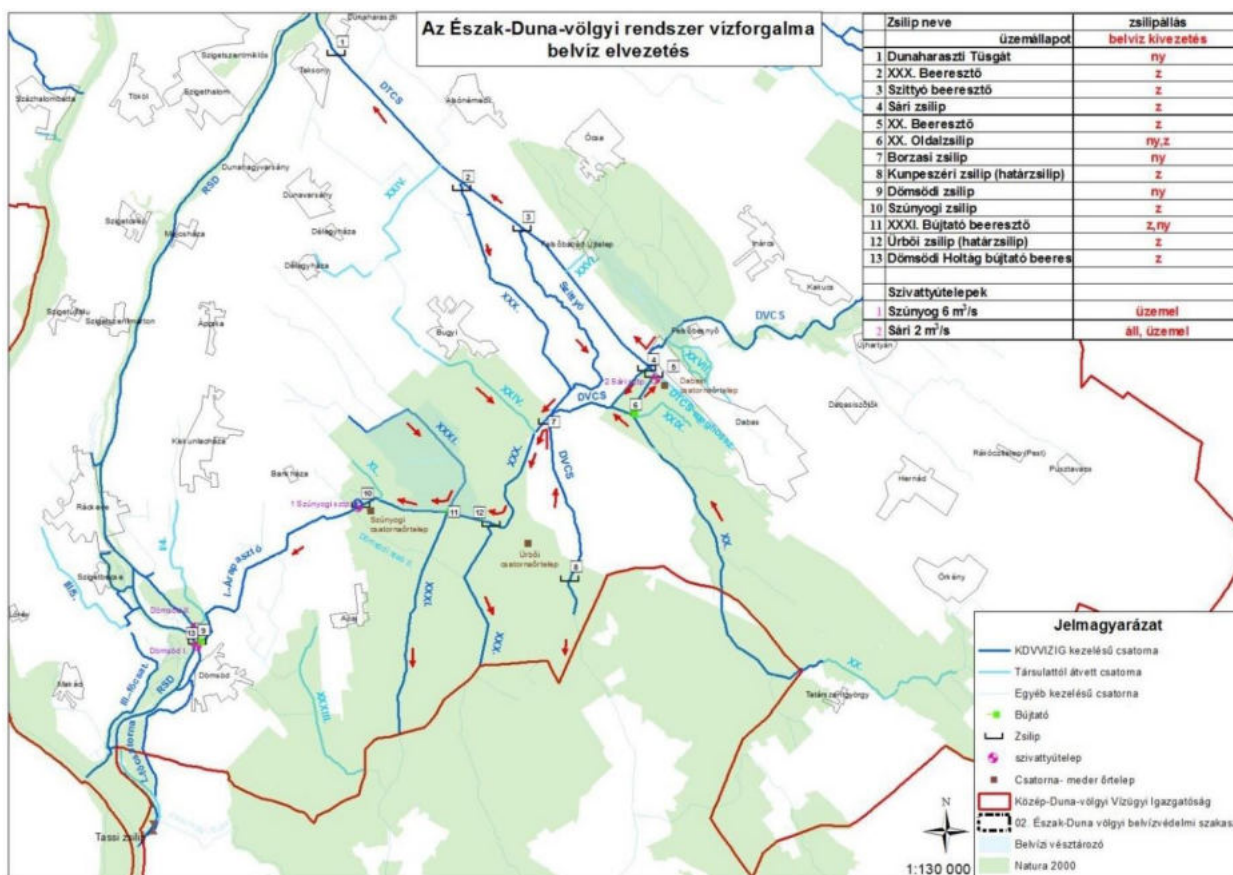
év.hó	Ráckeve	Tass, felső
2004. szept..	96,18	96,14
2004. okt..	96,29	96,23
2004. nov..	96,12	96,07
2004. dec..	96,07	96,03
2005. jan..	96,23	96,20
2005. febr..	96,25	96,19
2005. márc..	96,21	96,17
2005. ápr..	96,26	96,23
2005. máj..	96,28	96,23
2005. jún..	96,28	96,23
2005. júl..	96,27	96,23
2005. aug..	96,27	96,23
2005. szept..	96,26	96,22
2005. okt..	96,18	96,16
2005. nov..	96,18	96,18
2005. dec..	96,19	96,18
2006. jan..	96,10	96,05
2006. febr..	96,05	95,98
2006. márc..	96,02	95,99
2006. ápr..	96,18	96,15
2006. máj..	96,17	96,13
2006. jún..	96,26	96,23

5.1.2. melléklet: Havi vízszintek, m B.f.

év.hó	Ráckeve	Tass, felső
2006. júl..	96,24	96,23
2006. aug..	96,28	96,24
2006. szept..	96,21	96,21
2006. okt..	95,98	95,97
2006. nov..	96,10	96,07
2006. dec..	95,95	95,92
2007. jan..	96,05	96,03
2007. febr..	96,16	96,13
2007. márc..	96,17	96,14
2007. ápr..	96,16	96,14
2007. máj..	96,22	96,19
2007. jún..	96,27	96,24
2007. júl..	96,31	96,27
2007. aug..	96,23	96,19
2007. szept..	96,28	96,22
2007. okt..	96,24	96,19
2007. nov..	96,26	96,22
2007. dec..	96,25	96,18
2008. jan..	96,21	96,13
2008. febr..	96,18	96,12



5.1.3. melléklet: A csatornahálózat üzemelése öntözési időszakban



5.1.4. melléklet: A csatornahálózat üzemelése belvizes időszakban

5.2. melléklet

Bányatavak

5.2.1. A terület a *Google Earth* 2001. évi felvétele alapján

5.2.2. A terület a *Google Earth* 2003. évi felvétele alapján

5.2.3. A terület a *Google Earth* 2005. évi felvétele alapján

5.2.4. A terület a *Google Earth* 2007. évi felvétele alapján

5.2.5. A terület a *Google Earth* 2009. évi felvétele alapján

5.2.6. A terület a *Google Earth* 2001. évi felvétele alapján

5.2.7. A terület a *Google Earth* 2013. évi felvétele alapján

5.2.8. A terület a *Google Earth* 2015. évi felvétele alapján

5.2.9. A terület a *Google Earth* 2017. évi felvétele alapján

5.2.10. A terület a *Google Earth* 2019. évi felvétele alapján

5.2.11. A terület a *Google Earth* 2021. évi felvétele alapján

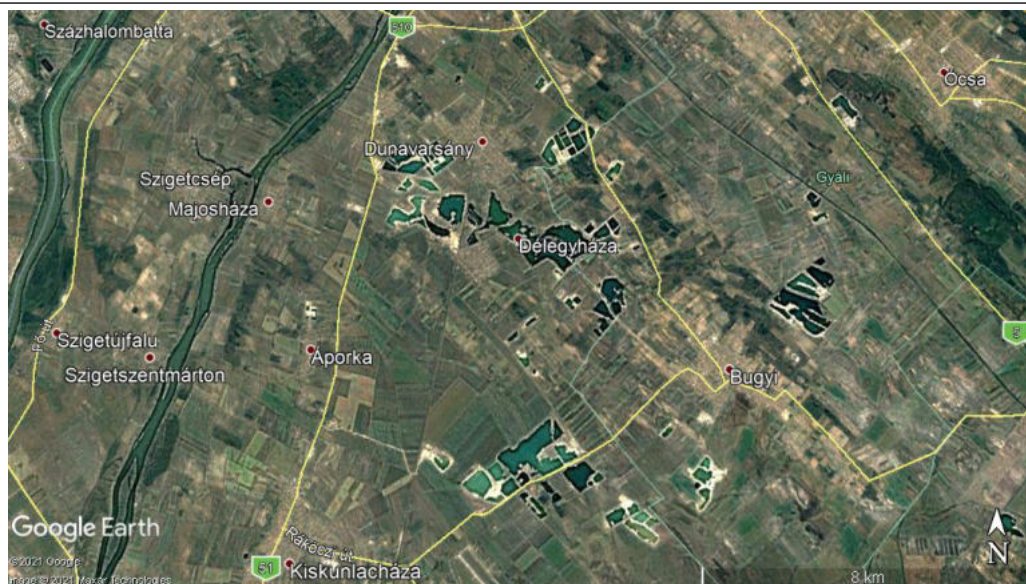
5.2.12. Ásványinyersanyag-előfordulások az MBFSZ 2021. évi térképe alapján

5.2.13. A térségben működő kavicsbányák főbb adatai

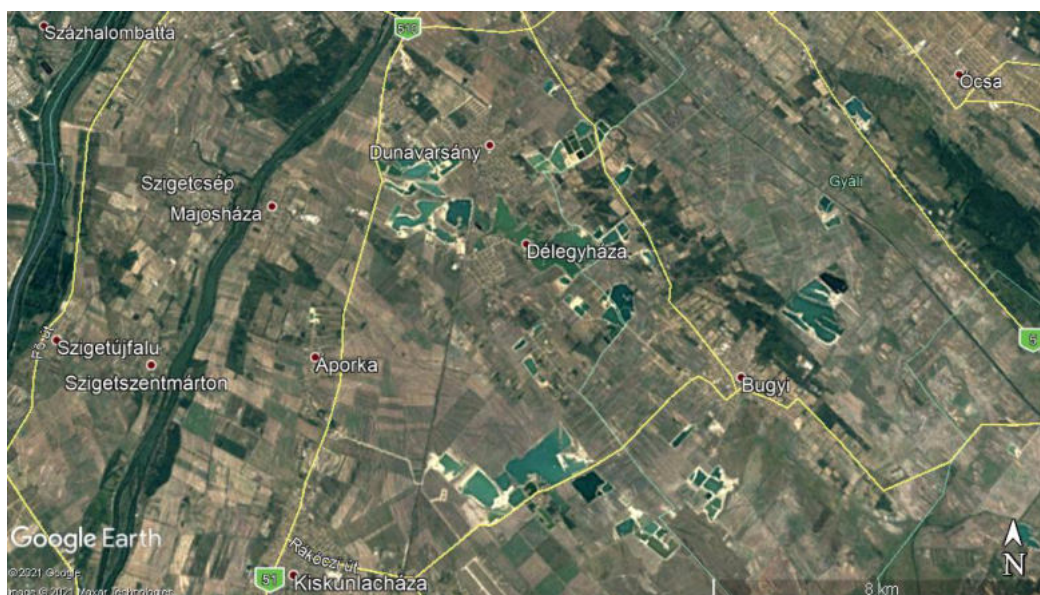
5.2.14. A kavicsbányák elhelyezkedése

5.2.15. Bányatavak évi átlagos vízszintjei

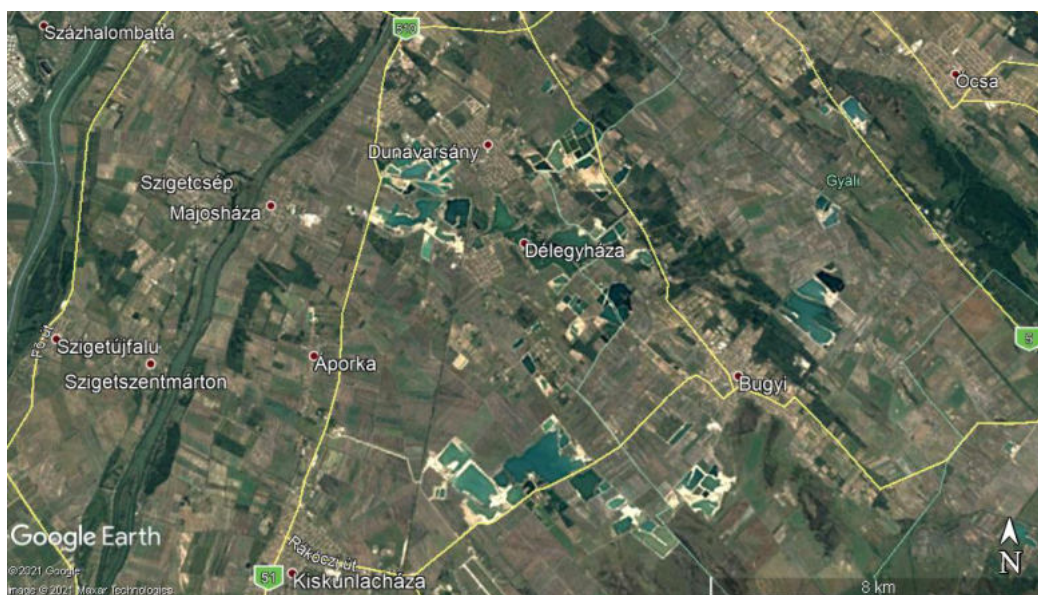
5.2.16. Bányatavak heti vízszintjei



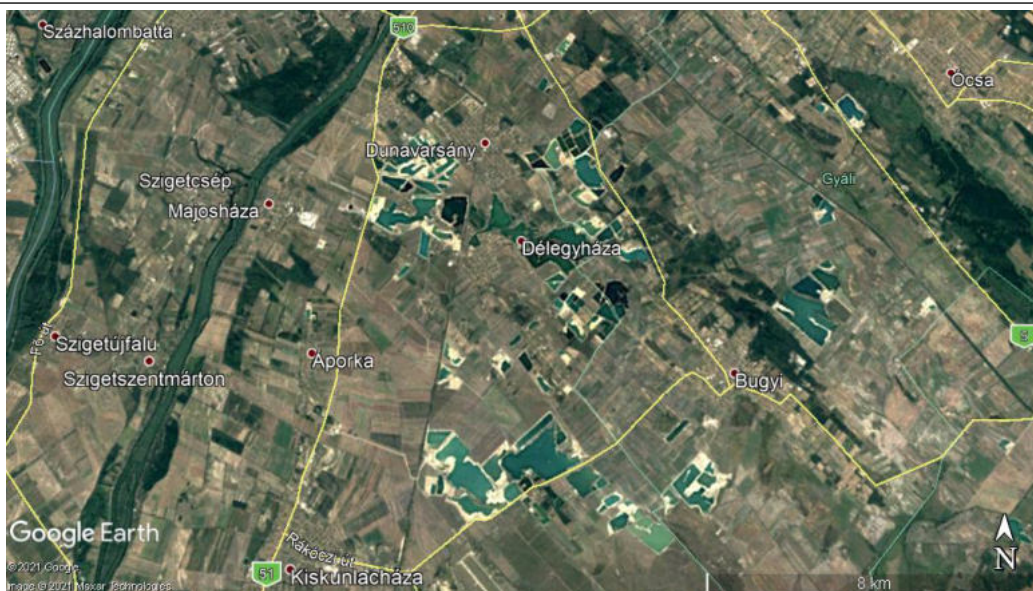
5.2.1. melléklet: A terület a Google Earth 2001. évi felvétele alapján



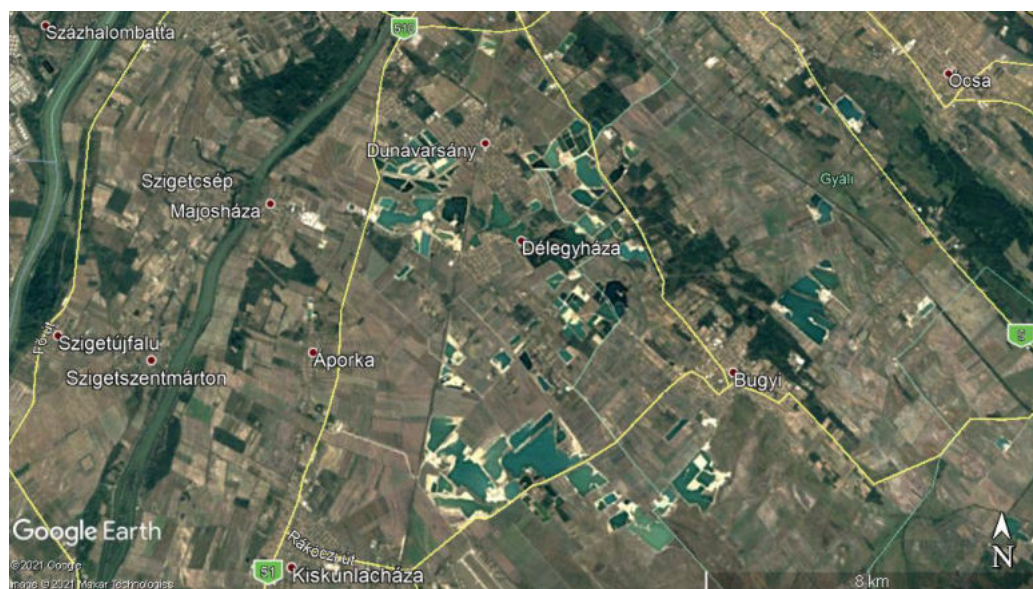
5.2.2. melléklet: A terület a Google Earth 2003. évi felvétele alapján



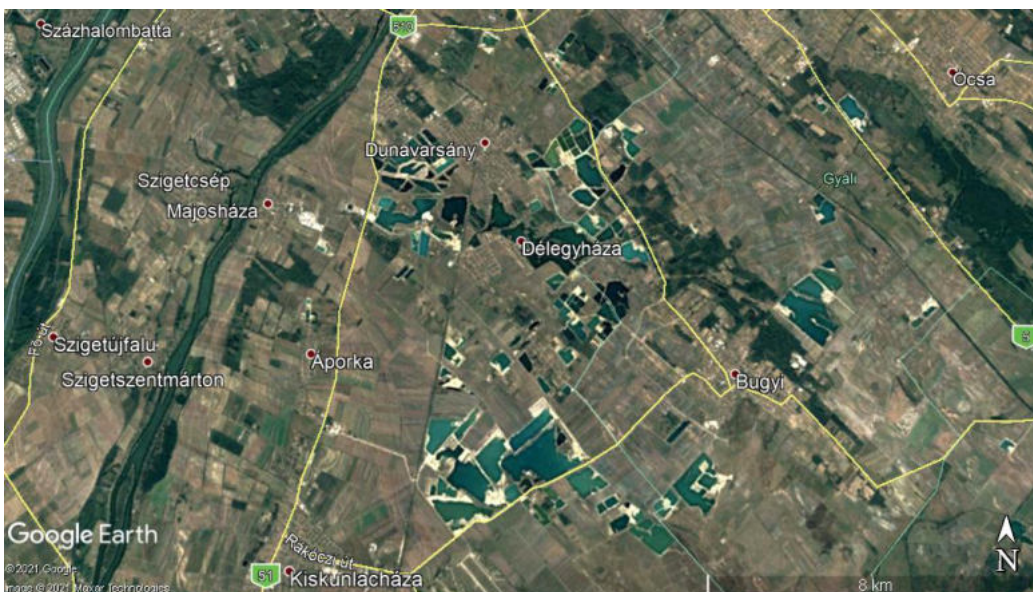
5.2.3. melléklet: A terület a Google Earth 2005. évi felvétele alapján



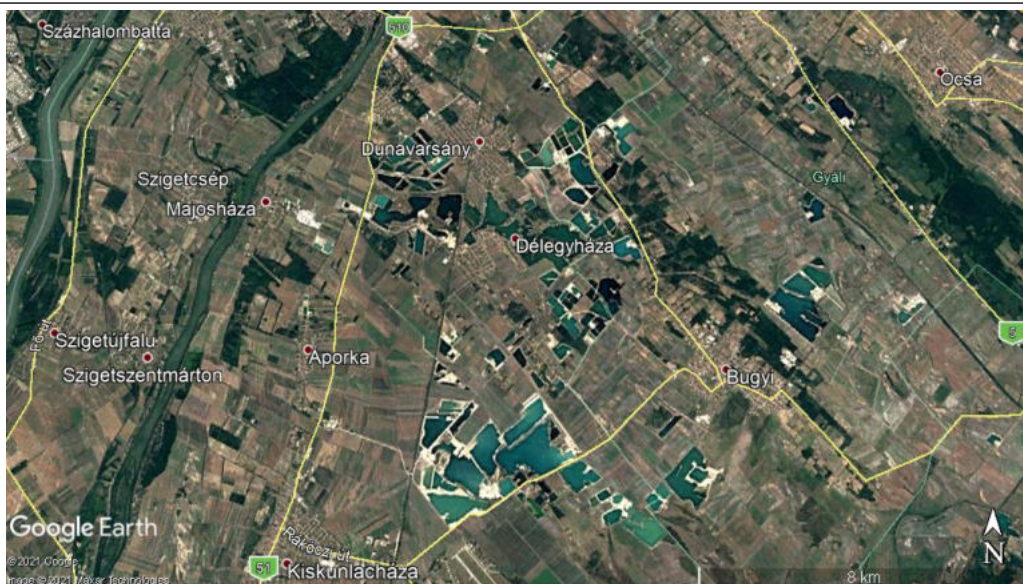
5.2.4. melléklet: A terület a Google Earth 2007. évi felvétele alapján



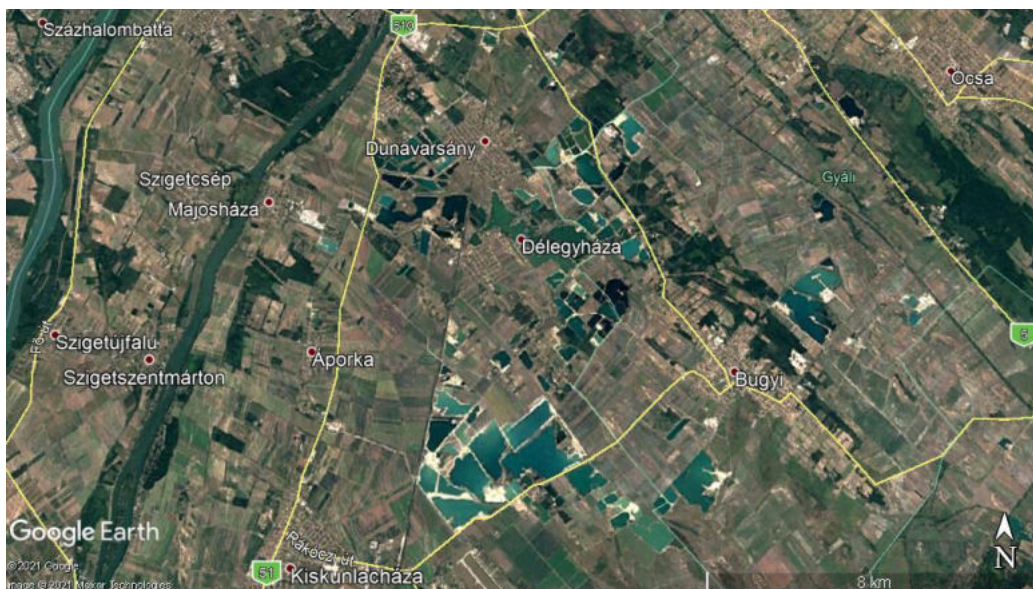
5.2.5. melléklet: A terület a Google Earth 2009. évi felvétele alapján



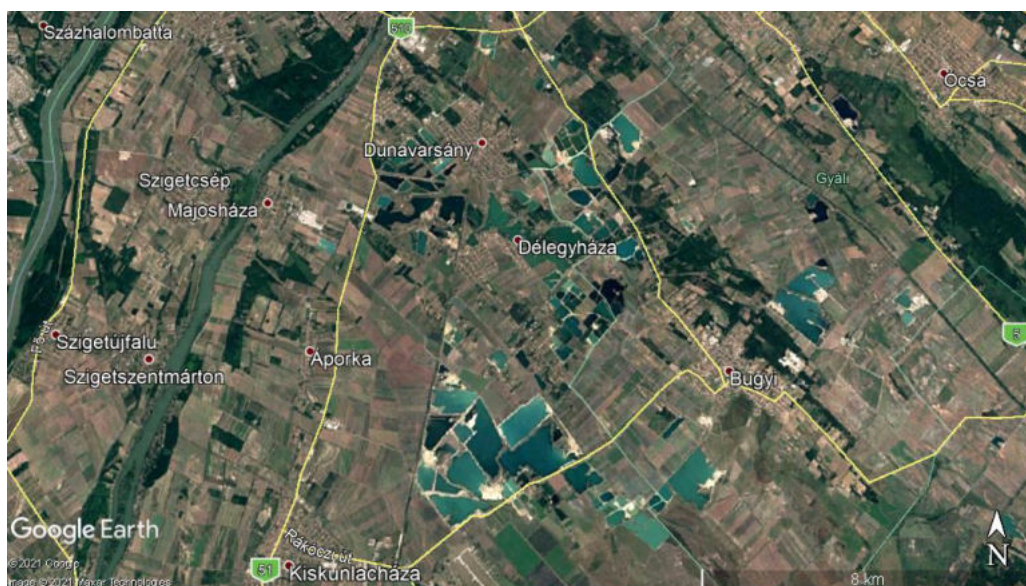
5.2.6. melléklet: A terület a Google Earth 2011. évi felvétele alapján



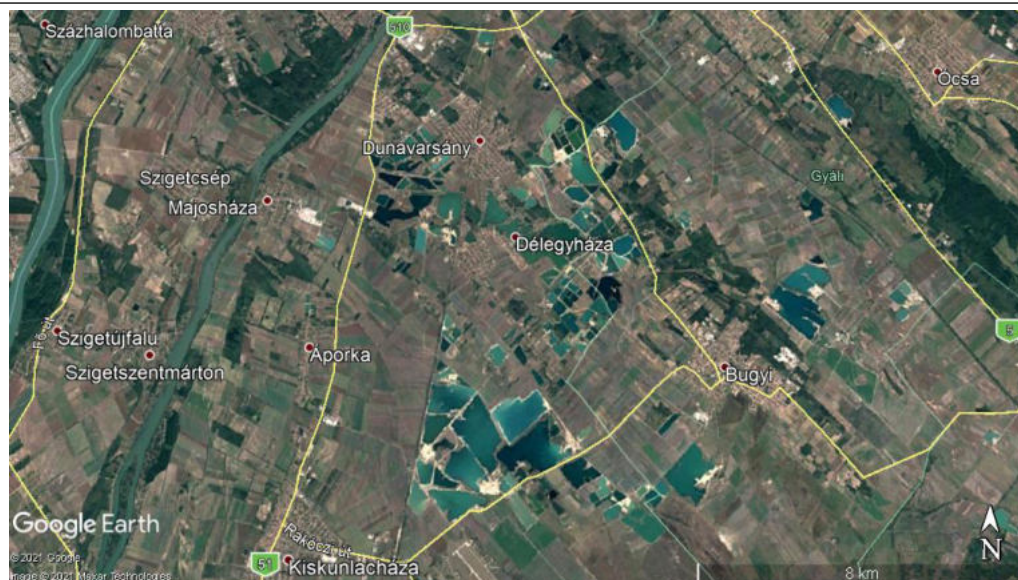
5.2.7. melléklet: A terület a Google Earth 2013. évi felvétele alapján



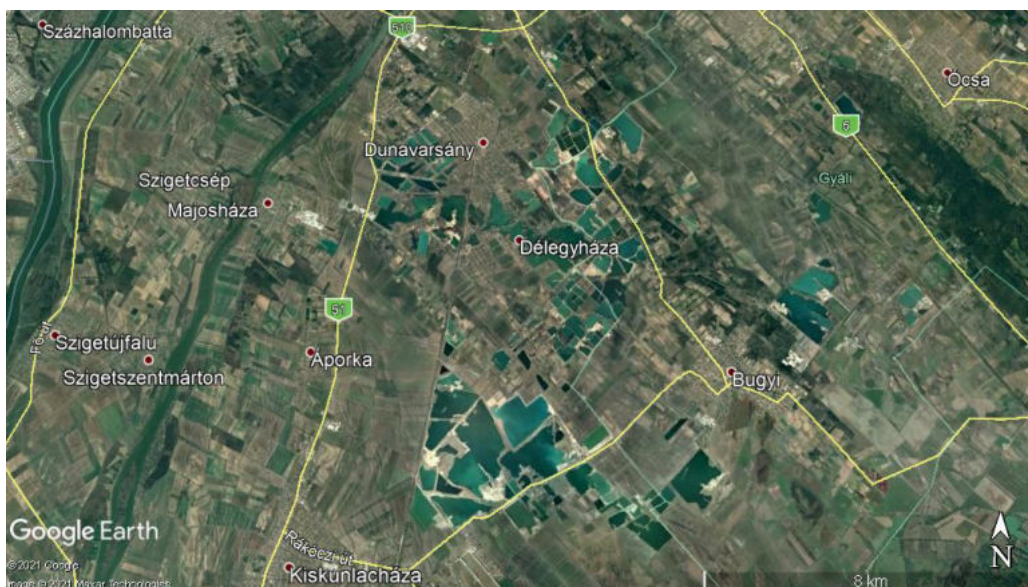
5.2.8. melléklet: A terület a Google Earth 2015. évi felvétele alapján



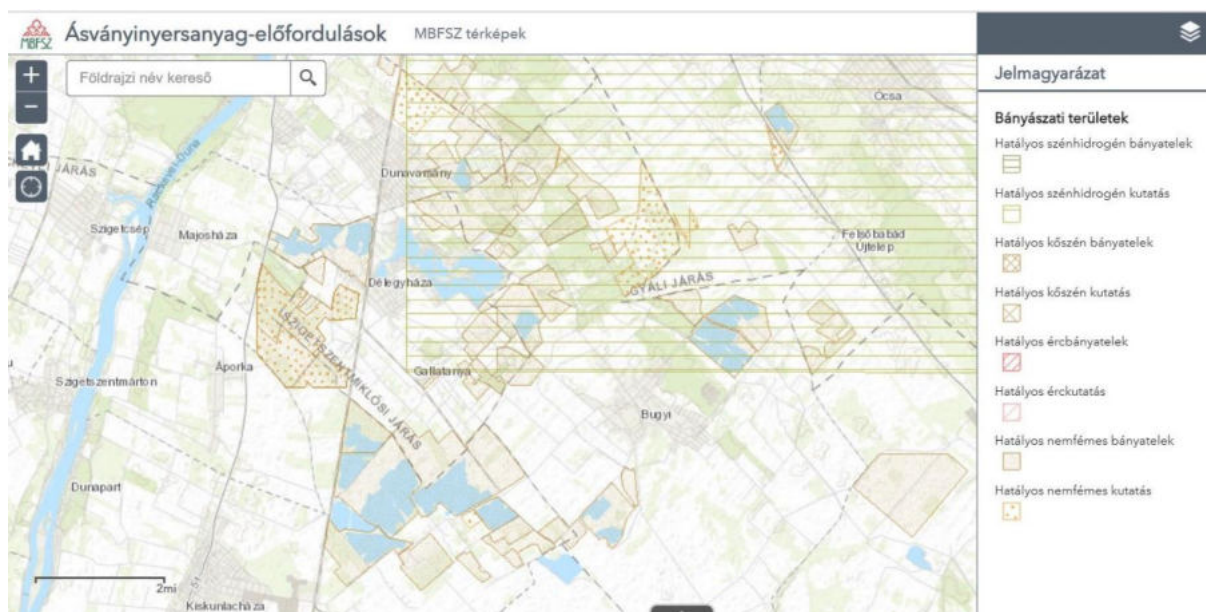
5.2.9. melléklet: A terület a Google Earth 2017. évi felvétele alapján



5.2.10. melléklet: A terület a Google Earth 2019. évi felvétele alapján



5.2.11. melléklet: A terület a Google Earth 2021. évi felvétele alapján



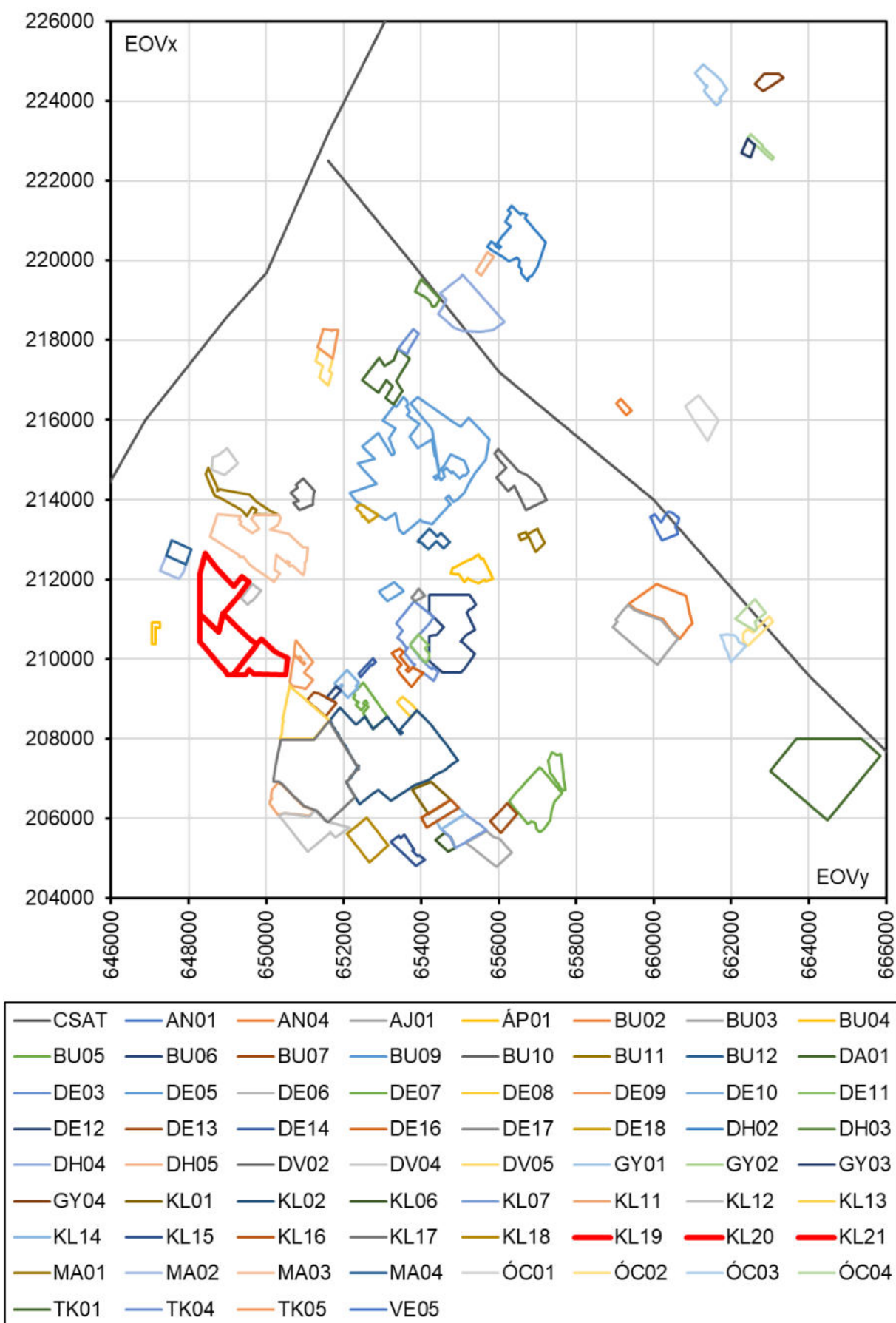
5.2.12. melléklet: Ásványi nyersanyag-előfordulások az MBFSZ 2021. évi térképe alapján

5.2.13. melléklet: A térségben működő kavicsbányák főbb adatai

a bányatelek		szintek, m B.f.		töréspon- tok, db.	súlyponti koord.		ter. ha
védneve	rövid név	fedő	fekü		EOVx, m	EOVy, m	
Alsónémedi I. - homok, kavics	AN01	102,50	76,20	15	213384	660362	31,3
Alsónémedi IV. - homok, kavics	AN04	103,50	82,00	6	216308	659283	7,1
Apaj I. (Apaj-Tripolisz) - homok, kavics	AJ01	95,30	82,70	8	205386	655861	52,0
Áporka I. - homok, kavics	ÁP01	101,20	88,80	7	210708	647148	6,7
Bugyi II. - kavics	BU02	107,79	70,60	12	211147	660420	111,1
Bugyi III. - kavics	BU03	108,32	71,90	14	210748	659786	125,0
Bugyi IV. - homok, kavicsos homok	BU04	100,20	82,10	38	212219	655262	44,1
Bugyi V. - kavics	BU05	96,49	79,50	45	206657	657230	139,3
Bugyi VI. - kavics	BU06	105,00	82,30	23	210647	654926	184,1
Bugyi VII. - kavics	BU07	96,10	84,60	5	206046	656104	23,8
Bugyi IX. - homok, kavics	BU09	110,50	77,80	74	214923	654111	647,3
Bugyi X. - homok, kavics	BU10	99,50	76,90	13	214603	656377	75,7
Bugyi XI. - kavics	BU11	99,20	80,60	9	213058	656827	16,7
Bugyi XII. - kavics	BU12	99,20	83,90	14	212932	654235	20,9
Dabas I. - homok, kavics	DA01	98,60	78,00	5	207345	664474	343,5
Délegyháza III. - homok, kavics	DE03	101,70	80,00	31	210231	653875	82,4
Délegyháza V. - kavics	DE05	99,20	88,10	10	211774	653253	15,1
Délegyháza VI. - homok, kavics	DE06	98,20	87,80	15	211641	649595	12,6
Délegyháza VII. - kavics	DE07	98,10	84,60	18	208894	652497	44,0
Délegyháza VIII. - homok, kavics	DE08	100,20	80,70	7	208769	653646	11,5
Délegyháza IX. - kavics	DE09	99,20	87,50	20	209842	650864	42,9
Délegyháza X. - kavics	DE10	98,30	89,00	10	209342	652070	22,5
Délegyháza XI. - kavics	DE11	100,30	83,17	18	210260	653969	18,1
Délegyháza XII. - kavics	DE12	97,30	87,00	7	209197	651787	5,4
Délegyháza XIII. - kavics	DE13	97,50	87,00	11	208884	651352	22,3
Délegyháza XIV. - kavics	DE14	98,20	87,00	6	209803	652638	5,1
Délegyháza XVI. - homok, kavics	DE16	99,00	86,00	21	209773	653687	24,8
Délegyháza XVII. - kavics	DE17	97,50	87,00	9	211584	653911	5,3
Délegyháza XVIII. - kavics	DE18	100,00	89,40	14	213626	652527	11,0
Dunaharaszti II. - homok, kavics	DH02	109,20	89,30	37	220344	656360	124,9
Dunaharaszti III. - homok, kavics	DH03	105,90	90,70	16	219115	654207	17,8
Dunaharaszti IV. - kavics, homok	DH04	102,50	87,00	11	218771	655061	140,8
Dunaharaszti V. - kavics	DH05	100,50	93,00	5	219975	655654	10,0
Dunavarsány II. - homok, kavics	DV02	101,10	87,80	11	214115	650949	28,8
Dunavarsány IV. - homok, kavics	DV04	102,80	87,00	7	214926	648885	26,6

5.2.13. melléklet: A térségben működő kavicsbányák főbb adatai

a bányatelek		szintek, m B.f.		töréspon- tok, db.	súlyponti koord.		ter. ha
védneve	rövid név	fedő	fekü		EOVx, m	EOVy, m	
Dunavarsány V. - kavics	DV05	101,20	91,70	8	217305	651510	22,0
Gyál I. - kavics	GY01	110,00	90,00	22	224380	661479	37,6
Gyál II. - homok	GY02	110,80	108,70	10	222911	662683	7,7
Gyál III. - homok	GY03	112,00	106,10	6	222802	662469	8,7
Gyál IV. - kavics	GY04	109,70	98,70	5	224524	662974	17,0
Kiskunlacháza I. - kavics	KL01	97,00	78,00	5	206596	654162	40,7
Kiskunlacháza II. - kavics	KL02	97,20	77,60	55	207801	652869	446,1
Kiskunlacháza VI. - homokos kavics	KL06	95,40	85,10	6	205415	654688	12,4
Kiskunlacháza VII. (Öregállás dűlő) - kavics	KL07	95,40	84,20	19	205718	655155	48,2
Kiskunlacháza XI. - kavics, közetliszt, iszap,	KL11	96,70	83,00	14	206458	650476	49,5
Kiskunlacháza XII. - kavics	KL12	96,70	83,00	12	205808	651263	82,0
Kiskunlacháza XIII. - homok, kavics	KL13	97,00	85,50	15	208662	650800	99,8
Kiskunlacháza XIV. - homok, kavics	KL14	96,20	84,00	4	206014	654755	15,6
Kiskunlacháza XV. - kavics	KL15	96,50	86,50	12	205228	653667	24,6
Kiskunlacháza XVI. - kavics	KL16	98,40	84,00	4	206132	654471	24,1
Kiskunlacháza XVII. - homok, kavics	KL17	96,70	78,90	23	206977	651159	329,7
Kiskunlacháza XVIII. - homok, kavics	KL18	96,14	80,82	4	205460	652625	58,4
Kiskunlacháza XIX. - homok, kavics	KL19	100,20	86,00	17	210468	649035	122,9
Kiskunlacháza XX. - homok, kavics	KL20	98,50	86,00	11	209981	649881	72,6
Kiskunlacháza XXI. - homok, kavics	KL21	99,40	86,00	12	211724	648916	116,7
Majosháza I. - homok, kavics	MA01	100,50	87,80	17	214018	649244	51,7
Majosháza II. - kavics	MA02	99,80	84,60	5	212276	647640	21,5
Majosháza III. - homok, kavics	MA03	103,50	86,00	43	212768	650133	224,9
Majosháza IV. - kavics	MA04	99,81	84,60	5	212615	647775	23,0
Ócsa - kavics	ÓC01	98,00	73,00	6	216077	661284	46,0
Ócsa II. - homok, kavics	ÓC02	98,70	71,00	7	210694	662589	17,7
Ócsa III. - homok, kavics	ÓC03	97,60	69,40	19	210397	661951	22,7
Ócsa IV. - homok, kavics	ÓC04	98,60	67,80	6	211015	662582	28,6
Taksony I. - homok, kavics	TK01	103,00	90,00	13,00	217069	653178	71,8
Taksony IV. - kavics	TK04	101,30	92,00	6,00	217927	653705	13,1
Taksony V. - kavics	TK05	101,30	94,10	15,00	218082	651576	24,7
Vecsés V. - kavics	VE05	128,10	117,50	8	230245	663547	3,8



5.2.14. melléklet: A kavicsbányák elhelyezkedése

5.2.15. melléklet: Bányatavak évi átlagos vízszintjei

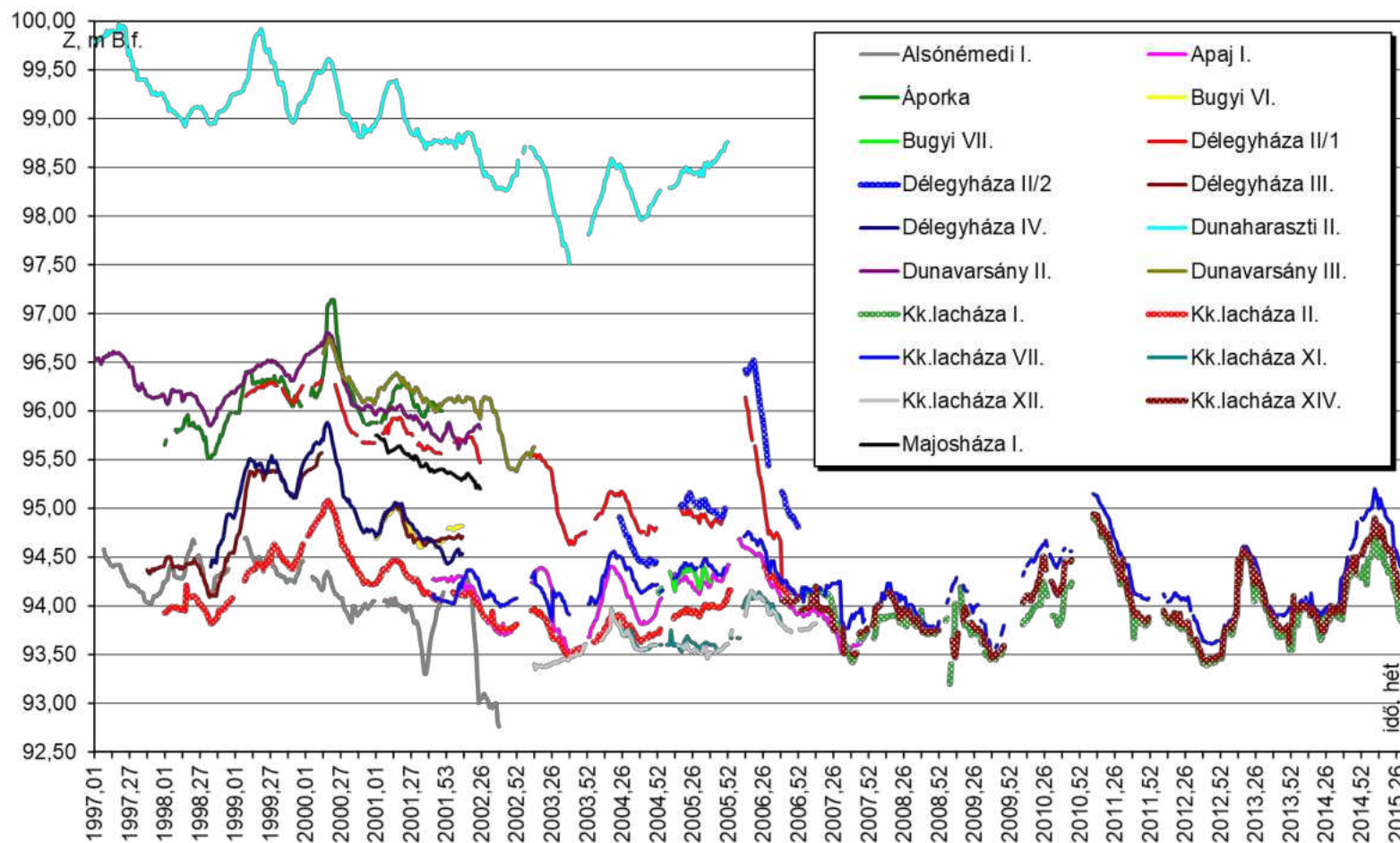
év	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Alsónémedi I																			
max.	94,58	94,68	94,70	94,35	94,14	94,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	94,24	94,35	94,41	94,08	93,87	93,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	94,02	94,13	94,24	93,83	93,30	92,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apaj I.																			
max.	-	-	-	-	94,28	94,31	94,39	94,40	94,42	94,69	93,97	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	-	94,27	93,99	94,03	94,03	94,24	94,31	93,76	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	-	94,26	93,70	93,54	93,68	94,04	93,91	93,52	-	-	-	-	-	-	-	-
Aporka																			
max.	-	95,98	96,40	97,14	96,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	95,77	96,23	96,33	96,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	95,52	95,98	95,86	95,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bugyi VI.																			
max.	-	-	-	-	95,00	94,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	-	94,77	94,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	-	94,60	94,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bugyi VII.																			
max.	-	-	-	-	-	-	-	-	94,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	-	-	-	-	-	94,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	-	-	-	-	-	94,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Délegyháza II./1. tó																			
max.	-	-	96,29	96,32	95,93	95,74	95,55	95,17	95,00	96,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	96,21	95,93	95,74	95,68	95,07	94,96	94,91	94,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	96,09	95,67	95,56	95,47	94,63	94,73	94,81	94,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Délegyháza II./2. tó																			
max.	-	-	-	-	-	-	-	94,91	95,16	96,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	-	-	-	-	94,58	95,02	95,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	-	-	-	-	94,41	94,90	94,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Délegyháza III.																			
max.	94,40	94,55	95,39	95,57	95,03	94,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	94,38	94,37	95,22	95,45	94,78	94,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	94,33	94,09	94,61	95,37	94,62	94,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Délegyháza IV.																			
max.	-	94,94	95,54	95,88	95,06	94,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	94,70	95,33	95,29	94,80	94,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	94,40	94,95	94,75	94,44	94,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.2.15. melléklet: Bányatavak évi átlagos vízszintjei

év	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Dunaharaszti II.																			
max.	99,97	99,25	99,92	99,61	99,39	98,86	98,71	98,59	98,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	99,63	99,07	99,41	99,18	98,98	98,55	98,26	98,21	98,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	99,24	98,92	98,96	98,81	98,69	98,26	97,51	97,81	98,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dunavarsány II.																			
max.	96,61	96,22	96,54	96,80	96,06	95,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	96,39	96,09	96,41	96,38	95,91	95,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	96,13	95,85	96,19	95,97	95,69	95,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dunavarsány III.																			
max.	-	-	-	96,74	96,39	96,15	95,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	96,35	96,20	95,93	95,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	96,07	95,99	95,38	95,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiskunlacháza I.																			
max.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94,17	93,95	94,20	94,38	94,90	93,92	94,51	94,45	94,72
átl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93,89	93,81	93,69	94,01	94,31	93,65	93,99	93,97	94,24
min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93,42	93,67	93,20	93,80	93,67	93,39	93,46	93,55	93,76
Kiskunlacháza II.																			
max.	-	94,21	94,63	95,08	94,46	94,14	96,84	93,91	94,11	94,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	93,98	94,43	94,65	94,27	93,94	93,77	93,75	93,95	94,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	93,82	93,96	94,22	94,06	93,75	93,49	93,63	93,72	94,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiskunlacháza VI.(VII.)																			
max.	-	-	-	-	94,12	94,37	94,35	94,56	94,48	96,50	94,25	94,23	94,29	94,72	95,15	94,13	94,61	94,90	95,20
átl.	-	-	-	-	94,07	94,14	94,10	94,28	94,37	94,50	94,06	93,98	93,95	94,51	94,57	93,89	94,14	94,15	94,76
min.	-	-	-	-	94,05	93,99	93,85	94,02	94,14	94,10	93,77	93,77	93,57	94,31	94,06	93,61	93,65	93,90	94,23
Kiskunlacháza XI.																			
max.	-	-	-	-	-	-	-	93,76	93,75	94,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	-	-	-	-	93,62	93,60	93,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	-	-	-	-	93,54	93,53	93,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiskunlacháza XII.																			
max.	-	-	-	-	-	-	93,61	93,97	93,61	94,15	93,82	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	-	-	-	93,44	93,68	93,55	93,94	93,78	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	-	-	-	93,35	93,54	93,46	93,70	93,75	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiskunlacháza XIV.																			
max.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94,08	94,20	94,13	93,99	94,62	94,94	93,95	94,58	94,85	94,90
átl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94,05	93,83	93,89	93,70	94,26	94,36	93,69	94,05	94,05	94,47
min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94,02	93,49	93,73	93,47	94,03	93,84	93,43	93,50	93,73	93,96

5.2.15. melléklet: Bányatavak évi átlagos vízszintjei

év	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Majosháza I.																			
max.	-	-	-	-	95,75	95,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
átl.	-	-	-	-	95,53	95,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
min.	-	-	-	-	95,37	95,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



5.2.16. melléklet: Bányatavak heti vízszintjei

6. melléklet

Talajvízviszonyok

6.1. A talajvíz szintje

6.2. felszín alatti mélysége

6.3. A talajvízkutak adatsorai

6.4. Trendek

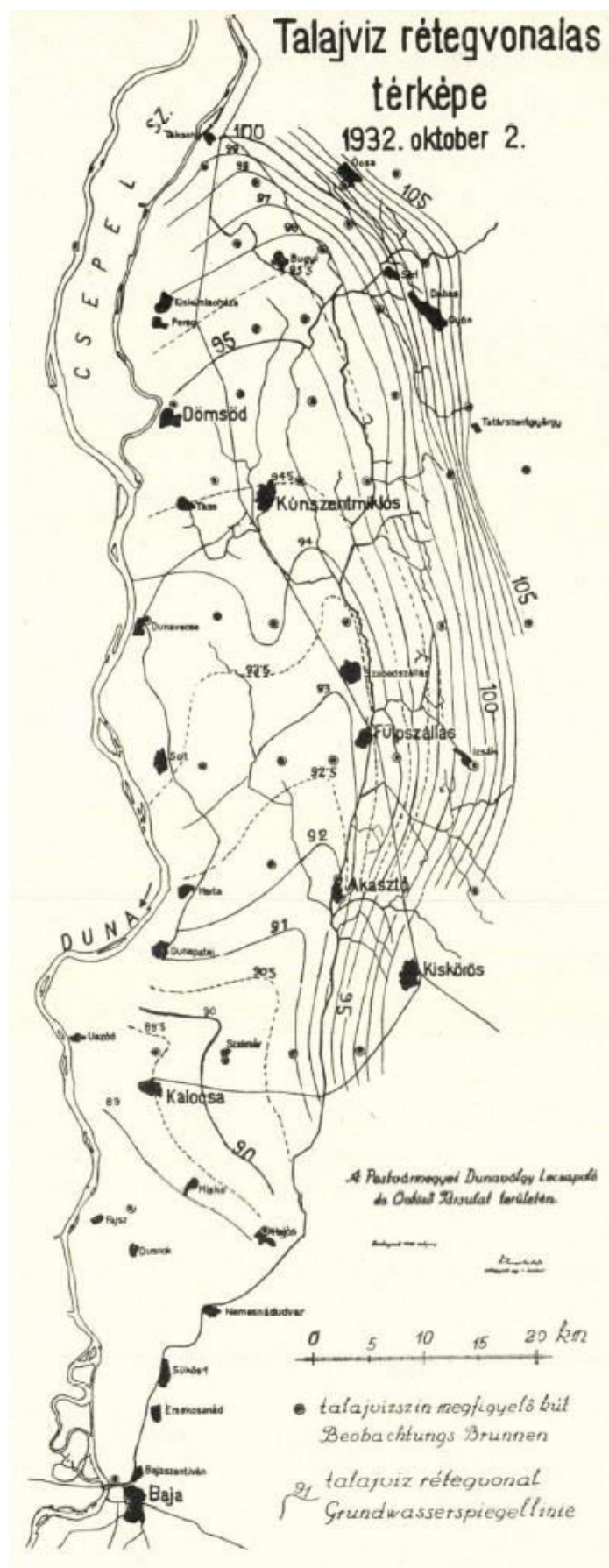
6.1. melléklet

A talajvíz szintje

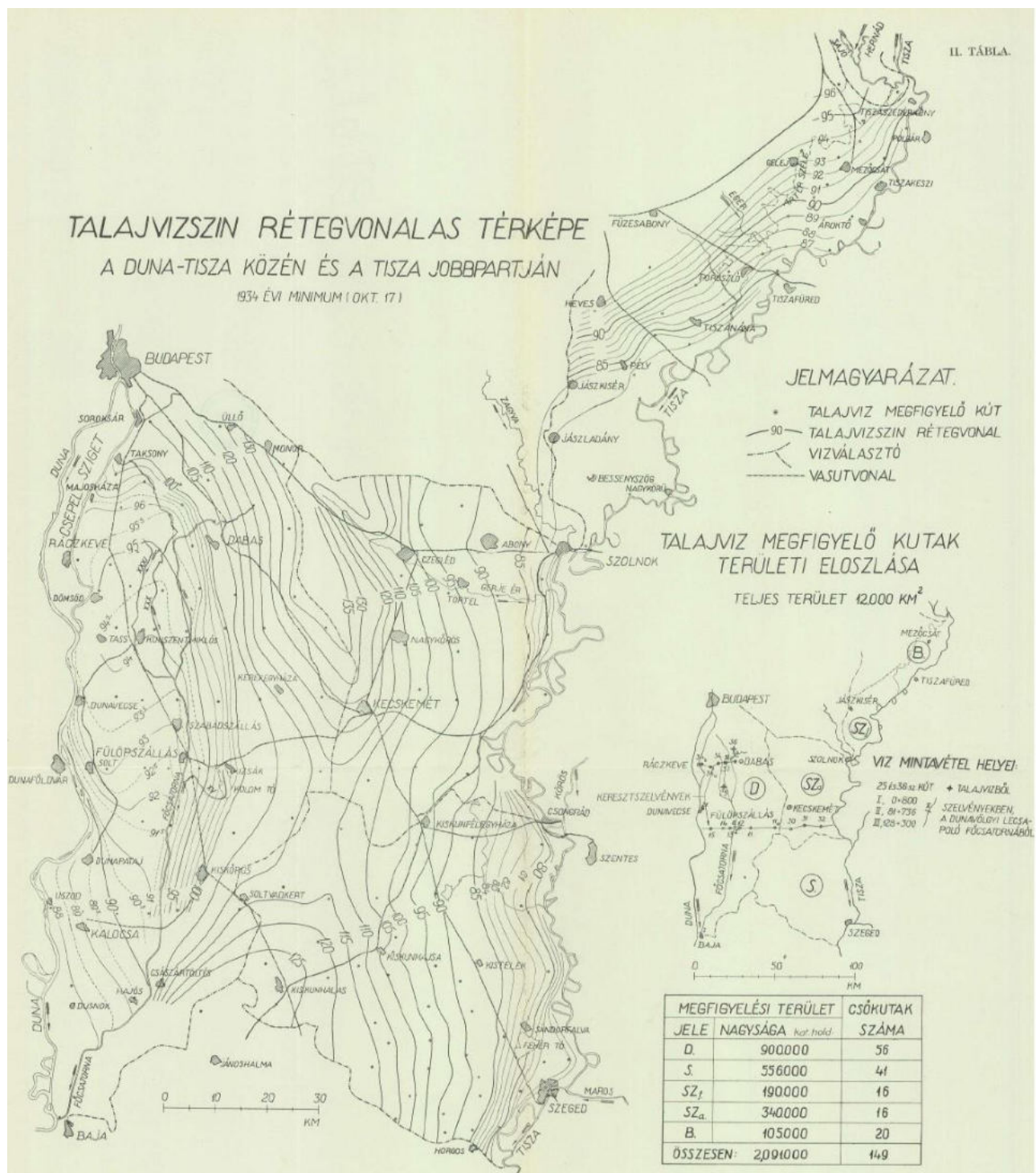
6.1.1. A Rohringer-féle 1933-as talajvíztérkép

6.1.2. A Rohringer-féle 1936-os talajvíztérkép

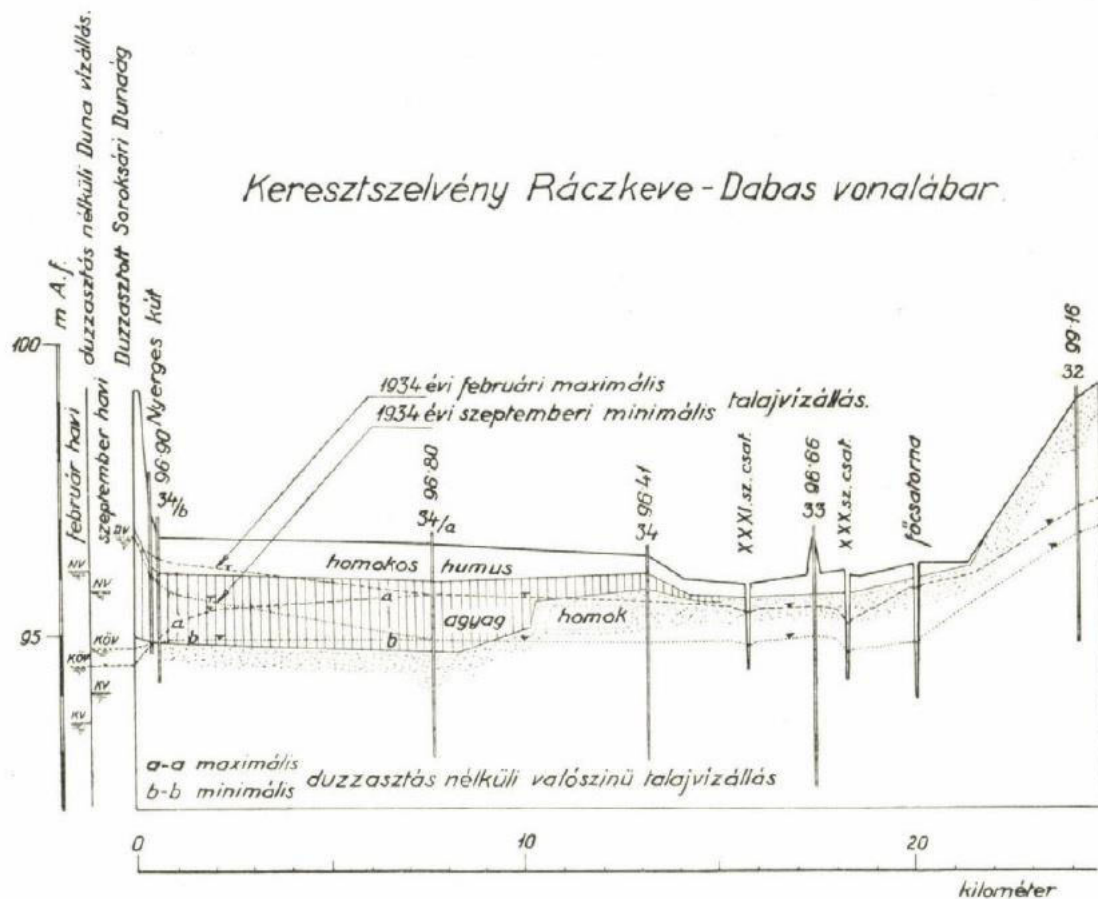
6.1.3. Szélső talajvízszintek Ráckeve-Dabas vonalában az 1930-as évekből



6.1.1. melléklet: A Rohringer-féle 1933-as talajvíztérkép



6.1.2. melléklet: A Rohringer-féle 1936-os talajvíztérkép



6.1.3. melléklet: Szélső talajvízszintek Ráckeve-Dabas vonalában az 1930-as évekből

6.2. melléklet

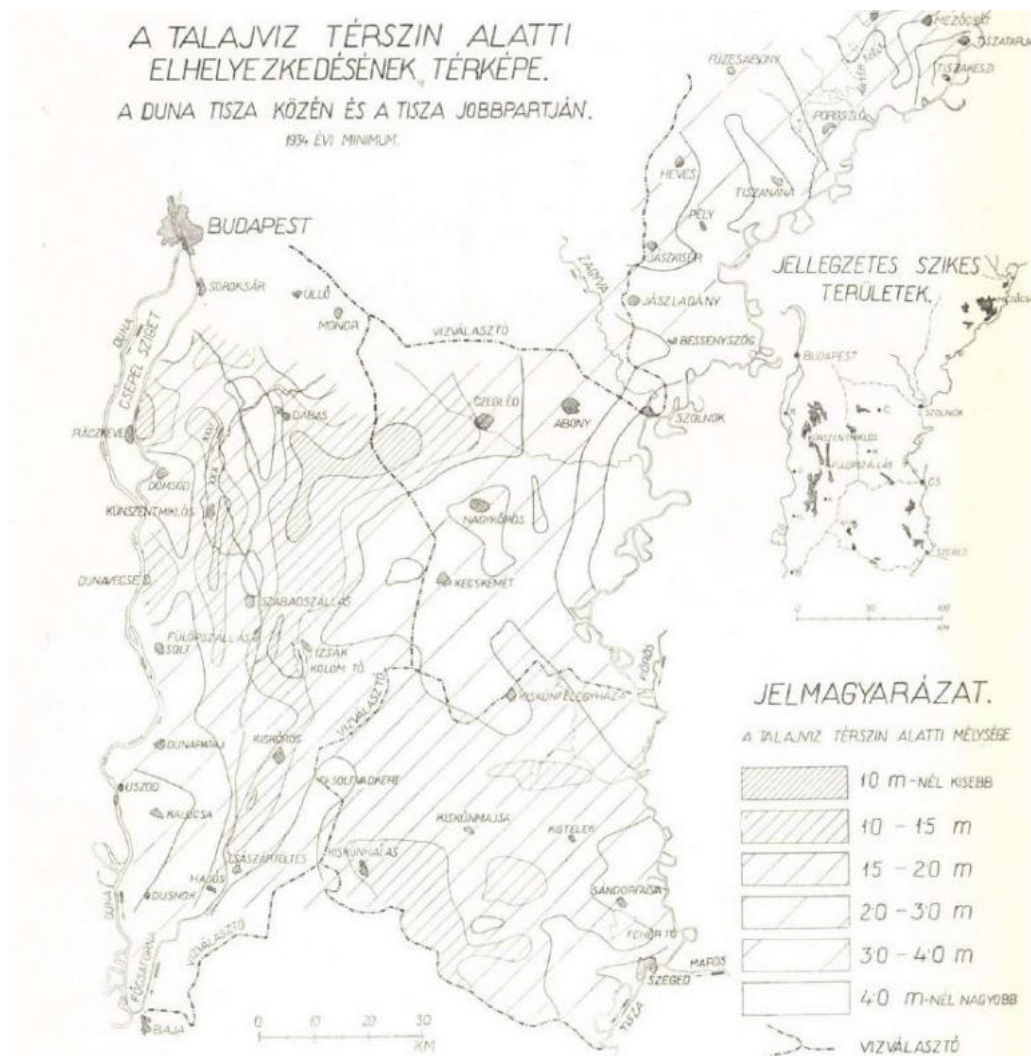
A talajvíz felszín alatti mélysége

6.2.1. A Rohringer-féle 1936-os talajvíztérkép

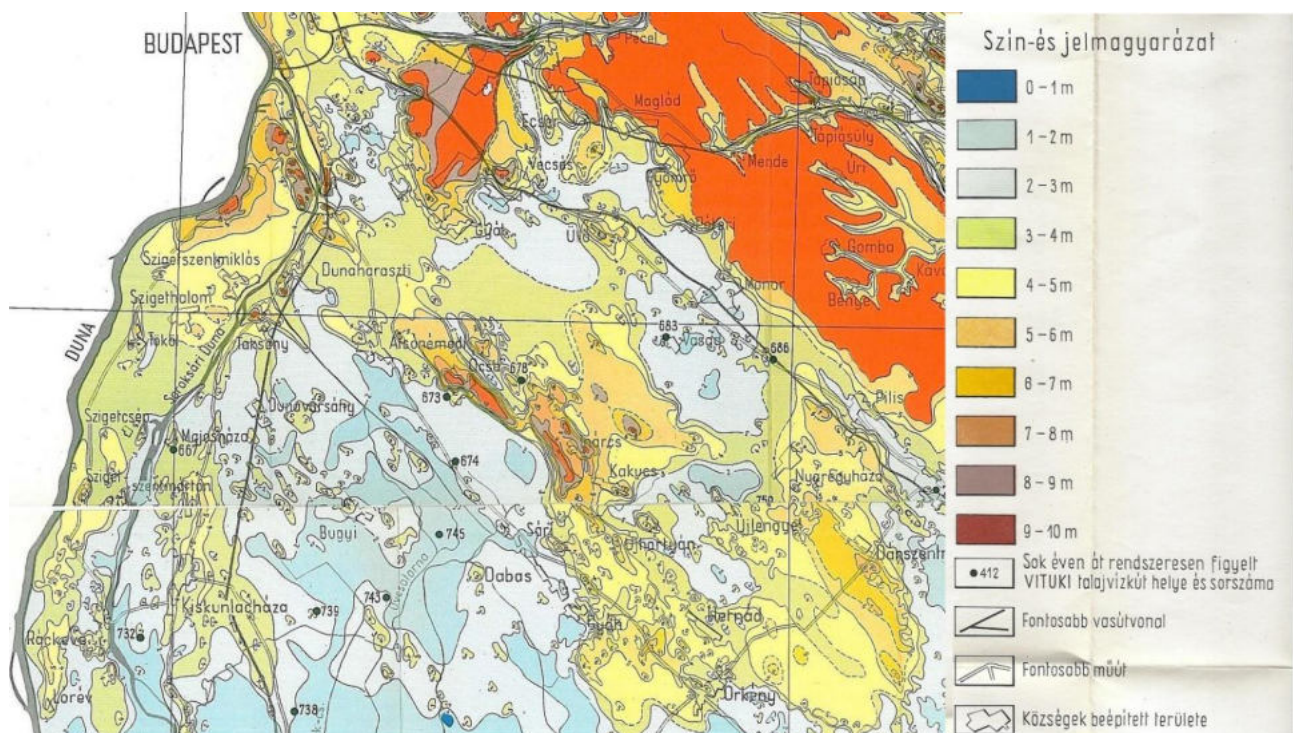
6.2.2. A Rónai-féle 1961-es talajvíztérkép

6.2.3. A Kuti-féle 1973-es talajvíztérkép

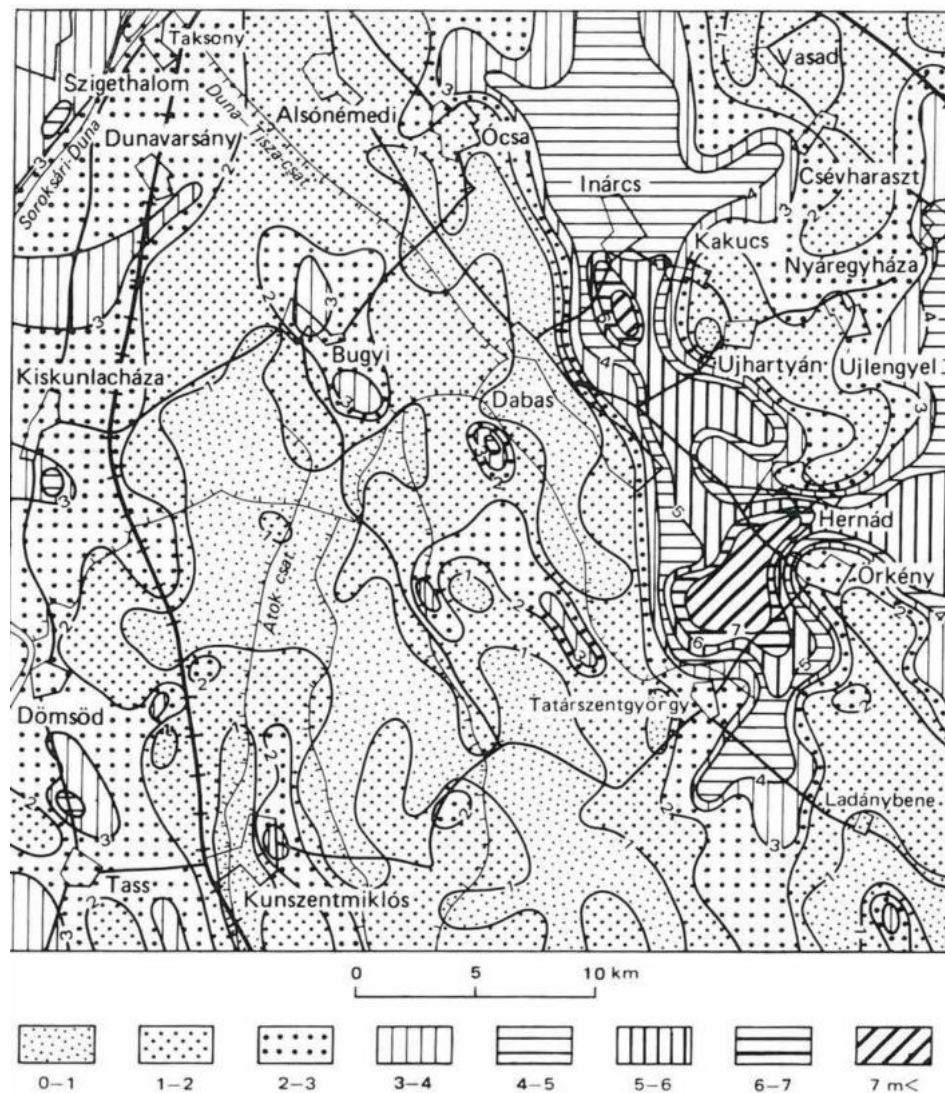
6.2.4. Az MBFSZ talajvíztérképe, 2021.



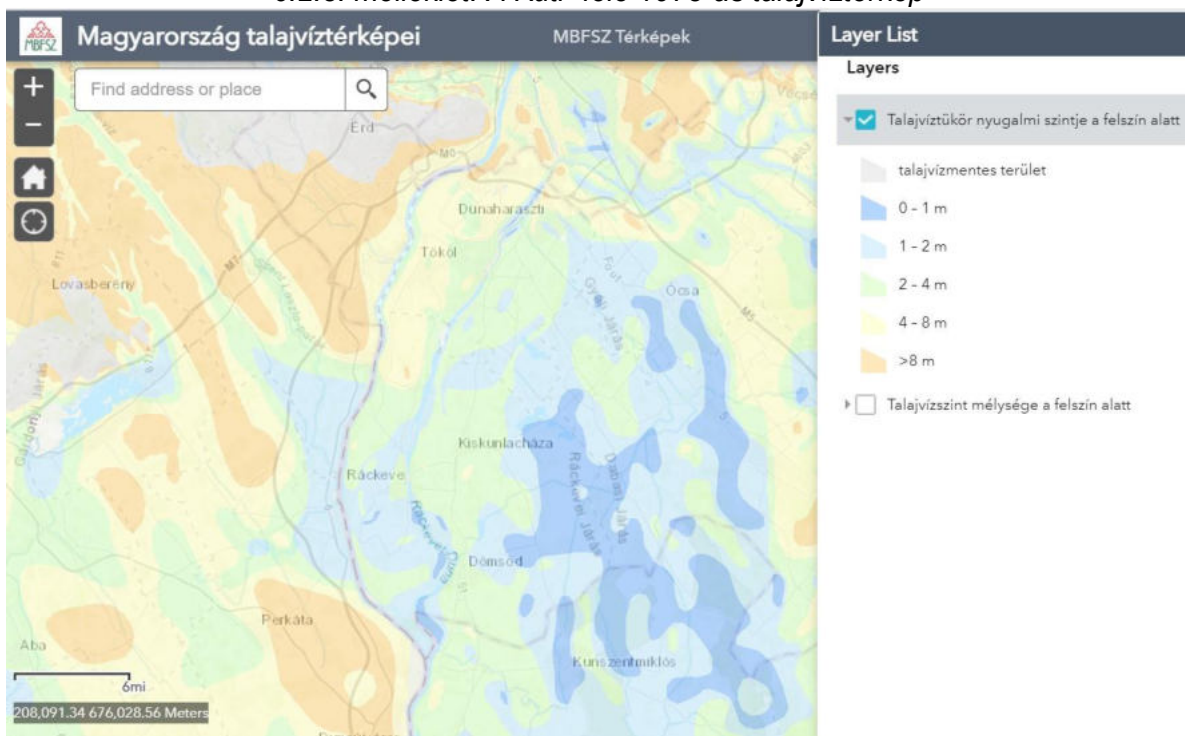
6.2.1. melléklet: A Rohringer -féle 1936-os talajvíztérkép.



6.2.2. melléklet: A Rónai -féle 1961-es talajvíztérkép



6.2.3. melléklet: A Kuti -féle 1973-as talajvíztérkép



6.2.4. melléklet: Az MBFSZ talajvíztérképe, 2021.

6.3. melléklet

A talajvízkutak adatsorai

- 6.3.1. A vizsgált talajvízkutak főbb adatai**
- 6.3.2. A referencia-időszak jellemző szintjei**
- 6.3.3. A referencia időszak közepes kisvize**
- 6.3.4. A referencia időszak középvíze**
- 6.3.5. A referencia időszak közepes nagyvize**
- 6.3.6. Havi közepes talajvízszintek, 1930 - 2007.**
- 6.3.7. Évi közepes talajvízszintek, 1930 - 2007.**

6.3.1. melléklet: A vizsgált talajvízkutak főbb adatai

	Törzs- szám	Állomás neve	Jelző- szám	EOV X, m	EOV Y, m	perem, m B.f.	terep, m B.f.	mély, cm	észlelési, időszak	KÖV, m B.f.	vízjáték, m	KNV, m B.f.	KKV, m B.f.	eltérés, m
1	1105	Alsónémedi	670	220214	658694	106,86	106,45	716	59 - 98	102,80	3,03	103,11	102,50	0,61
2	1113	Alsónémedi	2081	215010	655080	100,35 100,95	99,98	830	78 - 06 14 - 16	96,68	2,98	97,01	96,38	0,64
3	4355	Alsónémedi		220129	658672	106,97 107,27	106,60	1074	02 - 06 14 - 16	102,04	1,99	102,52	101,66	0,86
4	1131	Áporka	733			99,14	98,88		59 - 88	95,95	2,63	96,44	95,58	0,85
5	3413	Áporka	-			98,52	98,08		89 - 93	95,21	1,90	96,00	94,42	1,58
6	3752	Áporka	2043	208890	647086	98,08	97,27	810	94 - 06 14 - 16	94,16	1,86	94,49	93,89	0,59
7	1138	Bugyi	740	204696	657529	98,14	97,72	765	59 - 98	94,92	2,30	95,33	94,50	0,84
8	1140	Bugyi	743	203570	659260	97,25	96,85	554	31 - 00	94,95	2,87	95,47	94,60	0,86
9	4058	Bugyi	3714	208791	657668	97,42	96,82	770	97 - 06 14 - 16	94,77	2,18	95,24	94,37	0,87
10	4142	Bugyi (Kiserdő)	3721	196278	663254	96,82 96,784	95,95	775	98 - 06 14 - 16	94,31	1,48	94,70	93,99	0,71
11	4141	Bugyi (Vadászház)	3720	196768	662721	97,55	96,70	870	98 - 06 14 - 16	94,35	1,10	94,72	94,05	0,67
12	4356	Bugyi-Borzas dűlő	-	204262	659341	96,31 96,454	95,67	880	02 - 06 14 - 16	94,51	1,49	95,25	94,29	0,97
13	1156	Bugyi-Ürbő	827	200209	660827	96,18 96,216	95,41	605	71 - 06 14 - 16	94,25	2,99	94,82	93,75	1,06
14	1157	Dabas	833	205320	669070	101,14	101,55	660	71 - 00	98,72	2,02	99,66	98,72	0,95
15	4057	Dabas	3713	206548	668742	100,90 101,632	100,83	725	97 - 06 14 - 16	98,60	2,35	99,19	98,15	1,04
16	4357	Dabas		205354	669047	102,13 102,139	101,34	868	02 - 06 14 - 16	99,39	1,83	100,00	98,92	1,08
17	4143	Dabas (lőtér)	3722	202242	666116	99,43 101,400	100,77	878	99 - 06 14 - 16	95,82	1,84	96,38	95,41	0,97
18	4518	Dabas-Mántelek	-	203 788	665192	92,90 100,38	92,12 99,59	1000 1075	04 - 06 14 - 16	88,13 95,61	1,20 1,20	88,57 96,05	87,70 95,18	0,87 0,87
19	1104	Délegyháza	668	211757	651623	98,02	97,47	620	75 - 04	95,46	1,93	95,84	95,14	0,70
20	4590	Délegyháza	-	211750	651613	99,99 98,931	98,22	765	05 - 06 14 - 16	96,30	1,26	96,64	95,88	0,76

6.3.1. melléklet: A vizsgált talajvíz kutak főbb adatai

	Törzs- szám	Állomás neve	Jelző- szám	EOV X, m	EOV Y, m	perem, m B.f.	terep, m B.f.	mélys, cm	észlelési, időszak	KÖV, m B.f.	vízjáték, m	KNV, m B.f.	KKV, m B.f.	eltérés, m
21	1132	Dömsöd	735	193897	648855	97,41 97,84	97,17	769	60 - 06 (14 - 16)	94,49	3,38	95,17	93,85	1,33
22	1136	Dömsöd	1809			96,53	95,97	850	55 - 94	94,60	2,83	95,16	94,14	1,02
23	1137	Dömsöd	739	202335	655578	95,88 96,67 96,640	95,60	550	30 - 14 14 - 16	94,62	2,32	95,06	94,21	0,86
24	1153	Dömsöd	799	195672	647758	98,95 99,19 99,099	98,28	804	72 - 14 14 - 16	95,12	2,04	95,70	94,64	1,06
25	1168	Dömsöd	1880	196091	650544	97,74 97,84 97,874	97,13	709	60 - 06 14 - 16	94,44	2,42	95,22	93,83	1,39
26	1135	Dömsöd-Apajpuszta	738	196391	653761	97,03	96,33	800	60 - 07 14 - 16	94,77	3,09	95,29	94,30	0,99
27	3855	Dömsöd-Apajpuszta	2138	196820	653508	97,00	95,93	920	96 - 06 14 - 16	94,48	1,79	95,08	93,92	1,16
28	1139	Dunavarsány	742	216 786	648492	100,25	99,23	785	71 - 06 14 - 16	96,16	2,74	96,44	95,87	0,57
29	1155	Dunavarsány	806	216690	648675	100,30	99,50	770	72 - 98	96,44	2,28	96,81	96,03	0,78
30	1110	Felsőpakony	675	223 077	665852	111,86 112,13 111,940	111,41	770	59 - 06 14 - 16	108,04	4,55	108,33	107,72	0,62
31	1107	Gyál							54 - 88		3,17			0,68
32	3409	Gyál	700	226859	663170	117,76 117,914	117,20	1105	89 - 06 14 - 16	111,49	2,13	111,79	111,17	0,62
33	1142	Gyón (Dabas)	749	203132	670766	103,20 106,80	103,08 106,11	540 457	59 - 06 14 - 16	101,03 104,64	1,71 1,71	101,40 105,00	100,68 104,29	0,71 0,71
34	1145	Gyón (Dabas)	752	200 715	672211	108,17 108,790	108,07	900	43 - 07 14 - 16	105,90	4,26	106,22	105,59	0,63
35	4221	Inárcs		213922	671306	121,38 123,40	120,70 122,77	1600 1630	99 - 06 14 - 16	107,56 0,92	0,92	107,70 109,72	107,44 109,46	0,26 0,26
36	1133	Kiskunlacháza	736			98,67	98,41		60 - 94	95,00	2,51	95,39	94,63	0,76
37	1151	Kiskunlacháza	798	205563	643304	99,06	98,55	756	71 - 06 (14 - 16)	96,22	0,90	96,40	95,97	0,43

6.3.1. melléklet: A vizsgált talajvíz kutak főbb adatai

	Törzs- szám	Állomás neve	Jelző- szám	EOV X, m	EOV Y, m	perem, m B.f.	terep, m B.f.	mélys, cm	észlelési, időszak	KÖV, m B.f.	vízjáték, m	KNV, m B.f.	KKV, m B.f.	eltérés, m
38	1152	Kiskunlacháza	767	205800	646380	99,14	98,78	630	73 - 98	96,26	2,07	96,59	95,93	0,67
39	1154	Kiskunlacháza	801			98,26	97,80		72 - 93	95,34	2,18	95,72	95,00	0,72
40	3854	Kiskunlacháza	2137	204347	649641	99,29	98,46	1040	95 - 06 14 - 16	94,96	1,98	95,30	94,71	0,59
41	3970	Kiskunlacháza	3179	203182	646657	100,50	99,70	1055	98 - 06 14 - 16	95,76	1,96	96,24	95,40	0,85
42	1169	Kunpeszér	2122	197708	662438	96,80 97,12 97,125	96,55	550	53 - 06 14 - 16	94,19	1,41	94,54	93,89	0,65
43	1358	Kunpeszér	746	197880	666391	97,93	97,90	635	53 - 06	95,19	2,03	95,62	94,76	0,86
44	1134	Kunszentmiklós	737			96,09	95,79		60 - 86	93,90	2,08	94,44	93,46	0,98
45	1103	Majosháza	667			98,69	98,03	702	40 - 93	96,14	2,29	96,30	95,98	0,32
46	3968	Majosháza	3178	213110	646292	101,27	100,54	1000	98 - 06 14 - 16	96,02	0,60	96,13	95,89	0,25
47	3039	Makád	728	194378	641053	96,27	95,80	853	71 - 06 14 - 16	92,51	2,35	92,78	92,24	0,54
48	1108	Ócsa	674	212272	663559	100,61 101,233	100,19	675	31 - 07 14 - 16	98,04	2,76	98,46	97,60	0,87
49	1109	Ócsa	677	216061	663276	104,71 103,44	103,41	695	93 - 06 14 - 16	101,54	1,59	101,82	101,23	0,58
50	1111	Ócsa	678	217132	667853	111,04 111,44	110,64	934	31 - 07 14 - 16	106,11	7,79	106,63	105,59	1,03
51	4223	Ócsa		214248	661825	101,07 100,96	100,25	717	99 - 06 14 - 16	98,61	1,81	99,35	98,12	1,23
52	1128	Ráckeve	727	199854	642386	97,65 97,81	97,00	667	71 - 05 14 - 16	95,74	1,59	96,16	95,45	0,72
53	1130	Ráckeve	732	200720	646139	98,93	98,23	769	66 - 06 (14 - 16)	95,23	2,05	95,65	94,87	0,78
54	1129	Sári (Dabas)	731	206475	668725	100,97	100,65	600	67 - 98	99,34	2,01	99,76	98,91	0,85
55	1141	Sári (Dabas)	744	209598	660170	98,72	98,15	750	60 - 00	95,36	1,99	95,66	95,05	0,61
56	1143	Sári-Csikópuszta	750	208865	670053	103,28 103,74 105,53	102,82	667	32 - 06	101,97	3,27	102,48	101,42	1,07
							105,03	650	14 - 16	104,19	3,27	104,71	103,64	1,07

6.3.1. melléklet: A vizsgált talajvízkutak főbb adatai

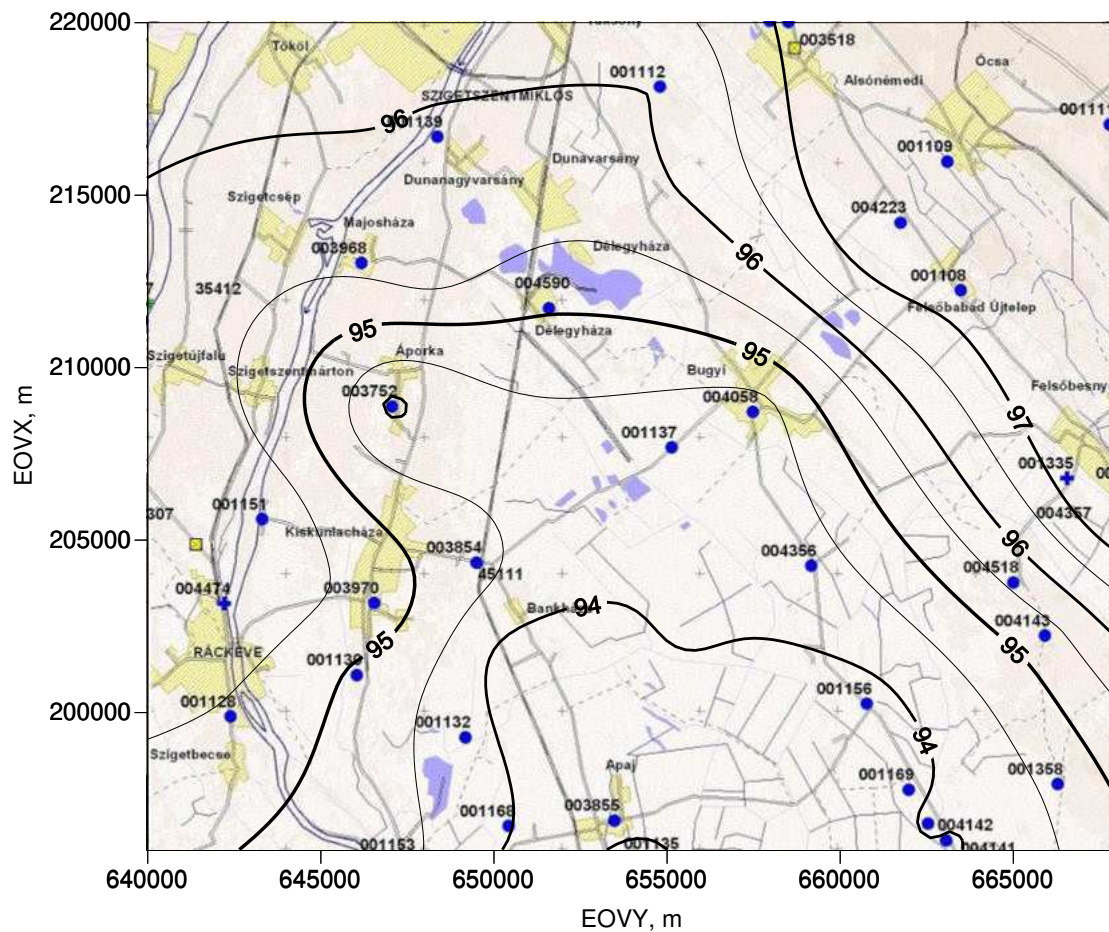
	Törzs- szám	Állomás neve	Jelző- szám	EOV X, m	EOV Y, m	perem, m B.f.	terep, m B.f.	mély, cm	észlelési, időszak	KÖV, m B.f.	vízjáték, m	KNV, m B.f.	KKV, m B.f.	eltérés, m
57	1144	Sári-Csikópuszta	2086	209457	670372	109,72	109,17	1038	54 - 07 14 - 16	103,26	3,44	103,49	103,00	0,49
58	1112	Taksony	679	218256	654945	99,58 99,97	98,98	700	79 - 06 14 - 16	96,26	1,30	96,50	96,06	0,44
59	1118	Vecsés	684			122,47	122,02	750	66 - 93	118,78	2,82	119,23	118,37	0,85
60	3971	Vecsés	3192	229495	667364	122,78	121,97	1000	98 - 06 14 - 16	118,34	2,35	118,79	118,05	0,74

6.3.2. A referencia-időszak jellemző szintjei

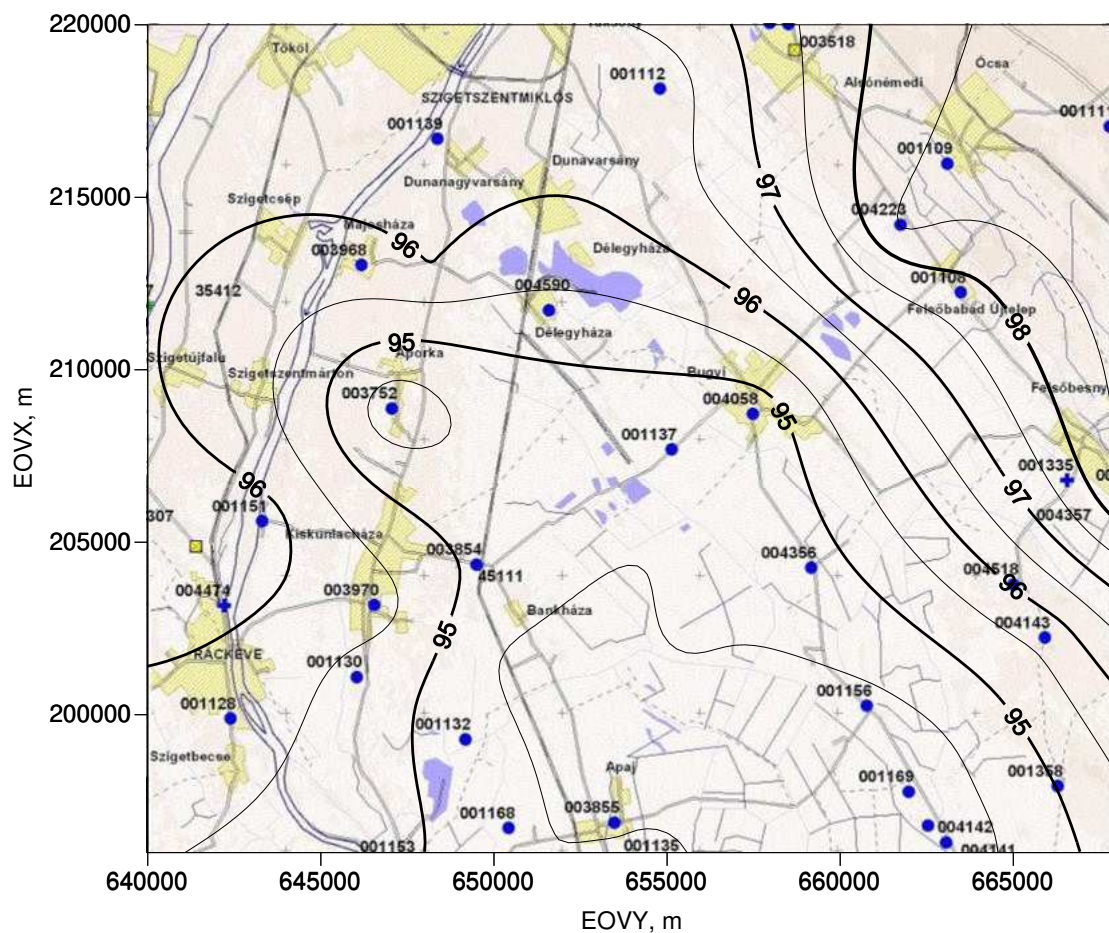
szám	név	KÖV	KNV	KKV
1113	Alsónémedi	96,32	96,72	95,96
3752	Áporka	94,15	94,49	93,87
4058	Bugyi	94,68	95,18	94,27
4142	Bugyi (Kiserdő)	94,26	94,60	93,95
4141	Bugyi (Vadászház)	94,36	94,70	94,08
1156	Bugyi-Ürbő	94,38	95,00	93,81
4057	Dabas	98,75	99,69	98,13
4143	Dabas (lőtér)	95,70	96,30	95,35
1104	Délegyháza	95,36	95,76	95,06
1132	Dömsöd	94,27	94,98	93,71
1137	Dömsöd	94,55	95,19	94,06
1153	Dömsöd	95,12	95,72	94,62
1168	Dömsöd	94,39	95,21	93,74
1135	Dömsöd-Apajpuszta	94,72	95,37	94,14

6.3.2. A referencia-időszak jellemző szintjei

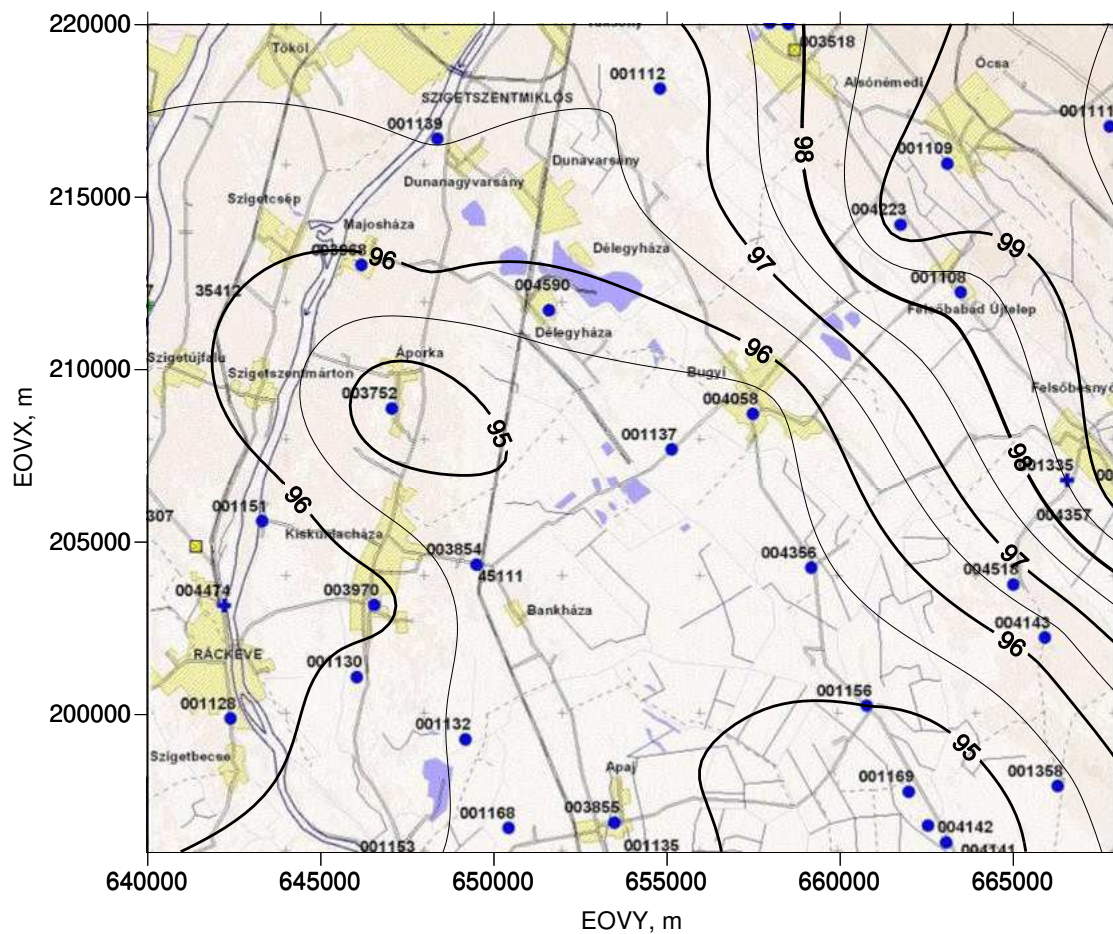
szám	név	KÖV	KNV	KKV
3855	Dömsöd-Apajpuszta	94,41	95,02	93,85
1139	Dunavarsány	96,25	96,54	95,95
1151	Kiskunlacháza	96,24	96,41	95,98
3854	Kiskunlacháza	94,91	95,24	94,68
3970	Kiskunlacháza	95,71	96,21	95,36
1169	Kunpeszér	94,20	94,63	93,87
1358	Kunpeszér	95,03	95,37	94,65
3968	Majosháza	96,02	96,12	95,91
1108	Ócsa	97,79	98,20	97,29
4223	Ócsa	98,59	99,33	98,10
1128	Ráckeve	95,77	96,24	95,44
1130	Ráckeve	95,27	95,75	94,89
1112	Taksony	96,26	96,53	96,03



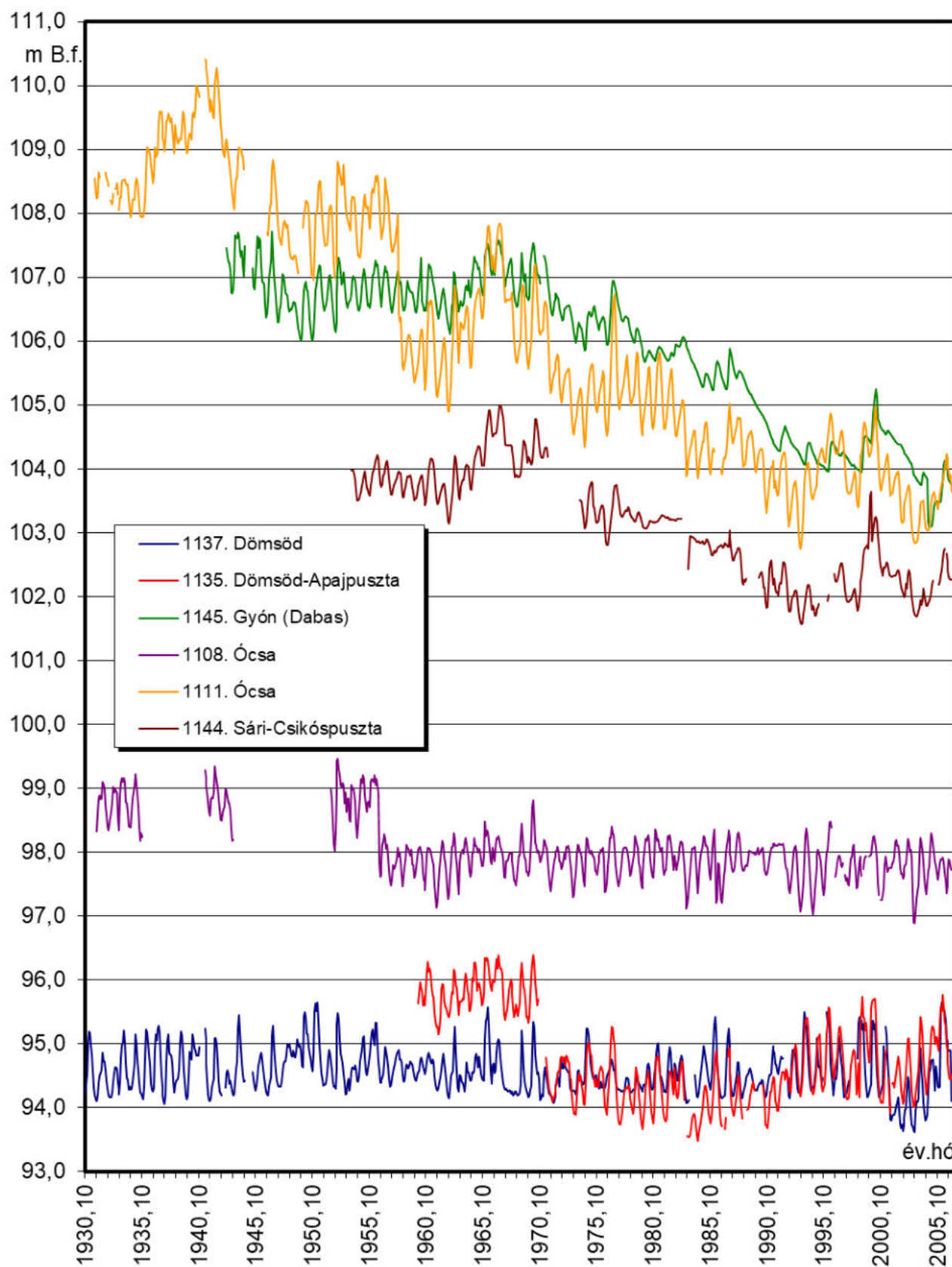
6.3.3. melléklet: A referencia időszak közepes kisvize



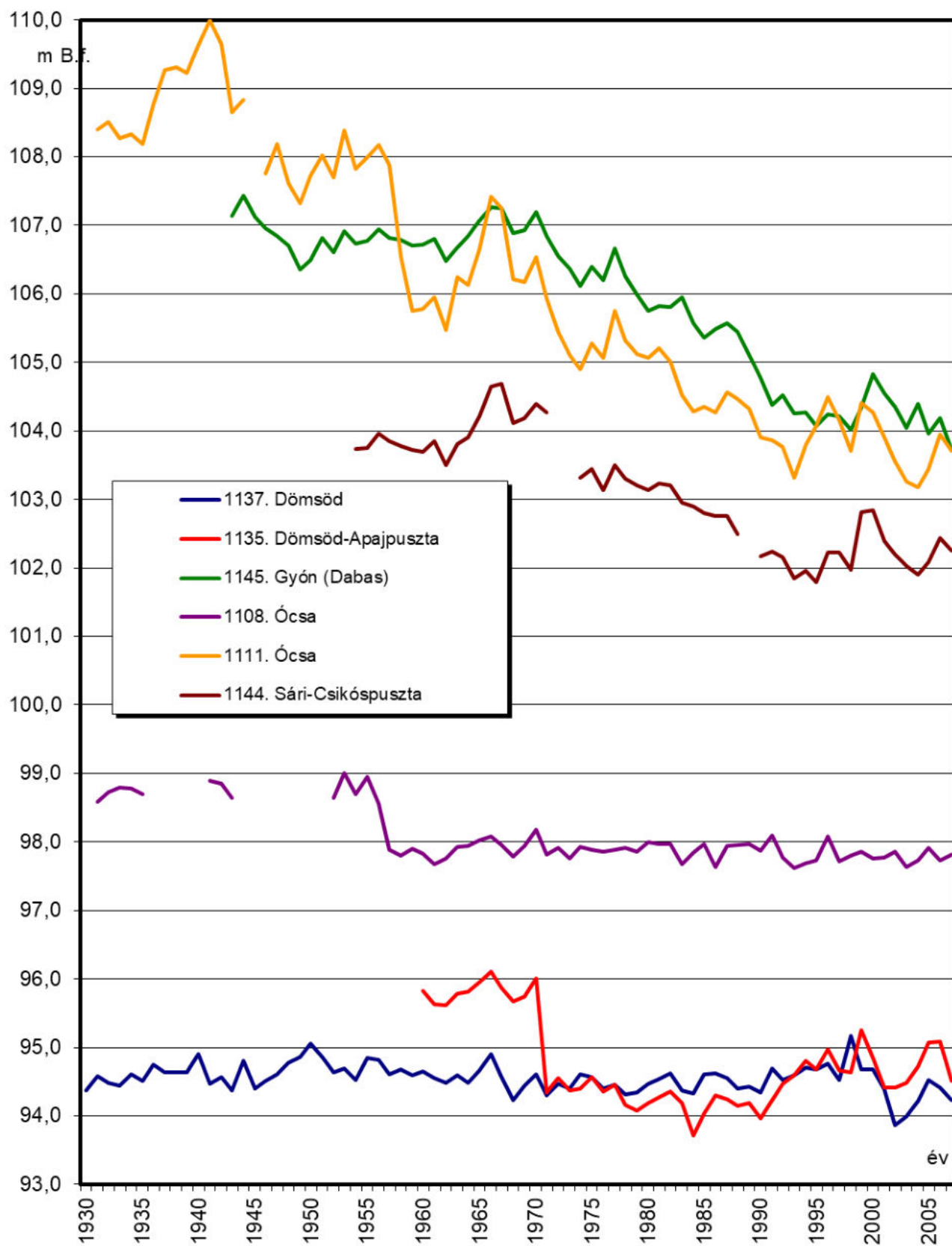
6.3.4. melléklet: A referencia időszak középveze



6.3.5. melléklet: A referencia időszak közepes nagyvize



6.3.6. melléklet: Havi közepes talajvízszintek, 1930 - 2007.



6.3.7. melléklet: Évi közepes talajvízszintek, 1930 - 2007.

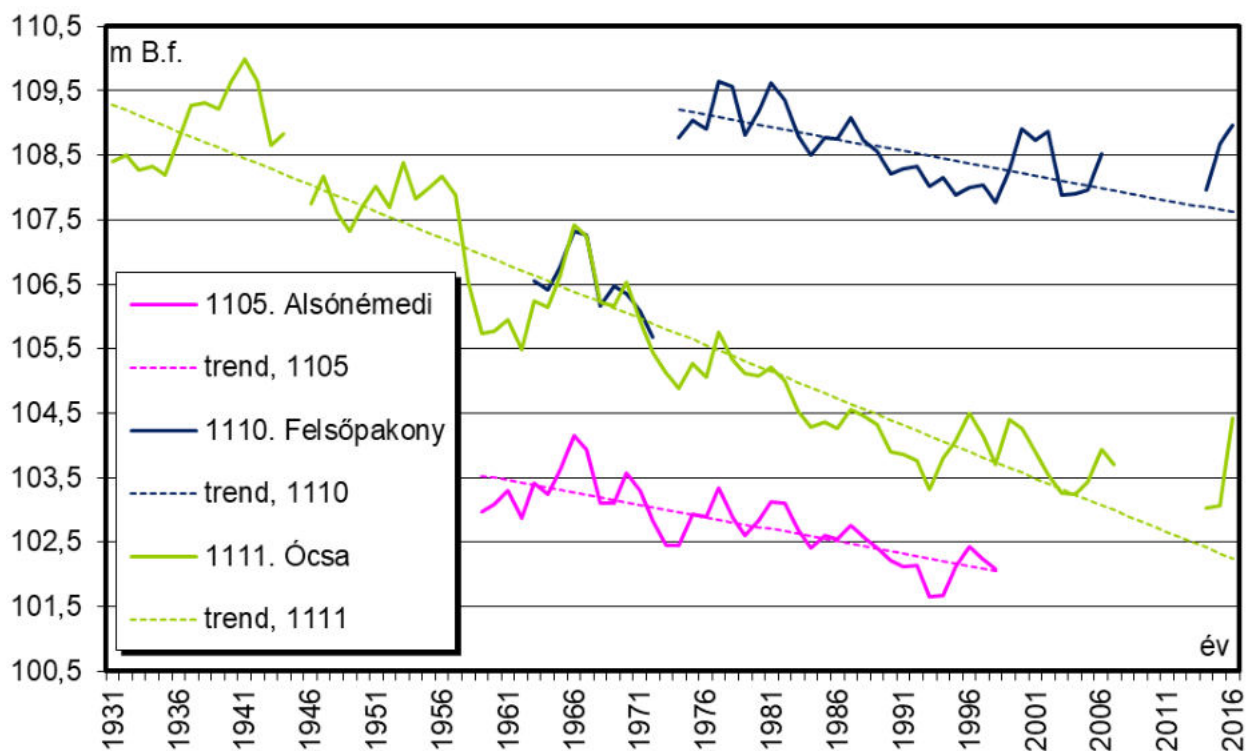
6.4. melléklet

Trendek

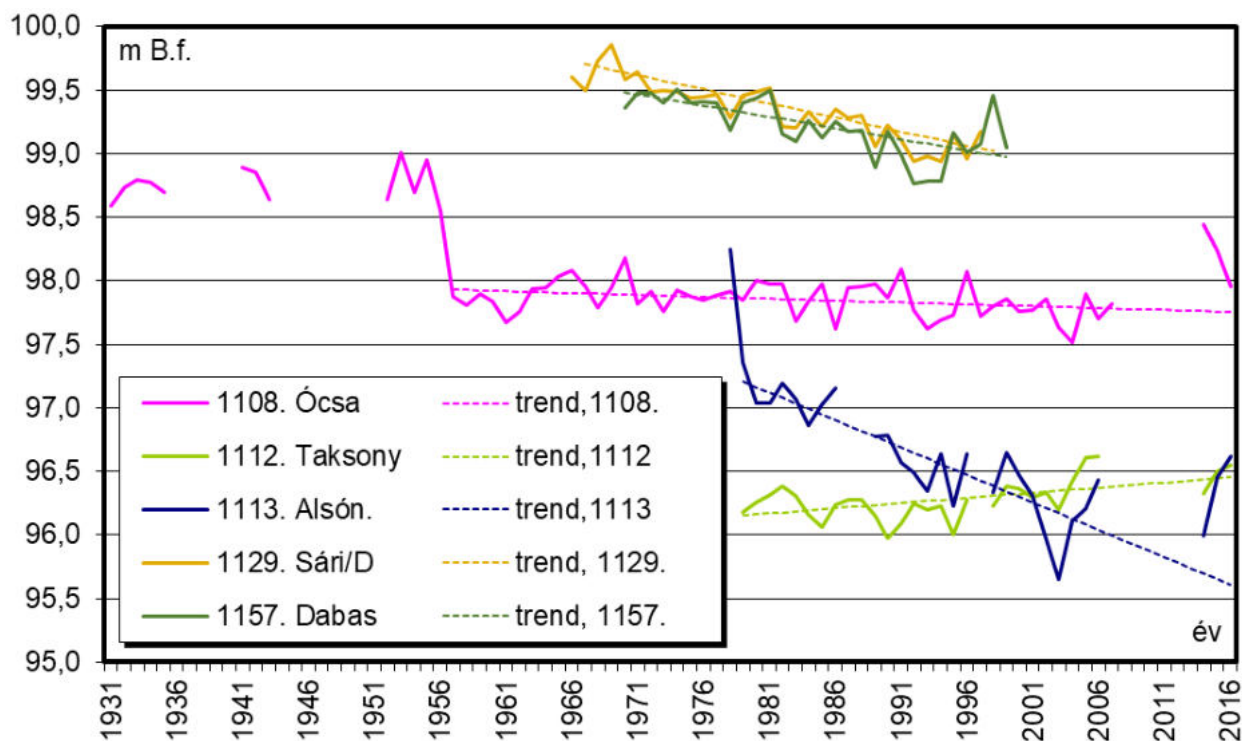
- 6.4.1. A vizsgált állomások és legfontosabb adataik
- 6.4.2. Kutak az északi részen
- 6.4.3. Kutak a DTCS-DVCS közelében
- 6.4.4. Kutak Dunavarsány térségében
- 6.4.5. Kutak Bugyi térségében
- 6.4.6. Kutak Sári térségében
- 6.4.7. Kutak Ráckeve térségében
- 6.4.8. Kutak Dömsöd térségében

6.4.1. melléklet: A vizsgált állomások és legfontosabb adataik

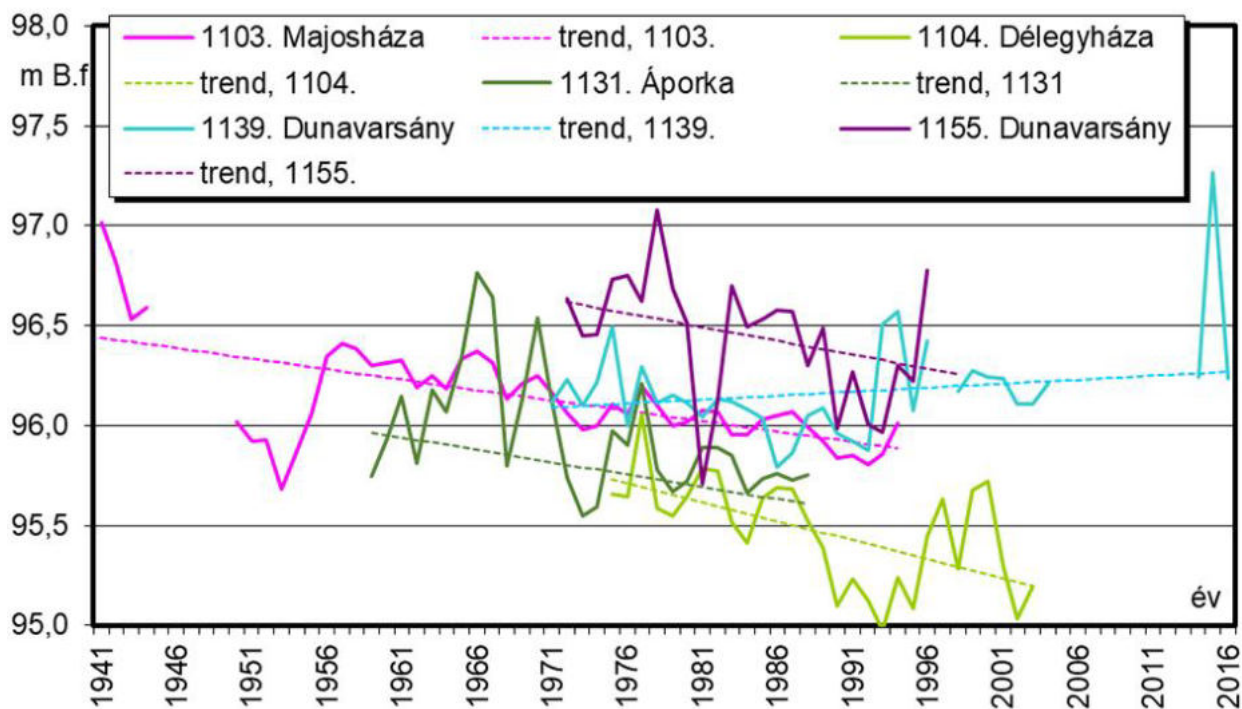
	Törzs-szám	Állomás neve	EOV X, m	EOV Y, m	KÖV, m B.f.	vízjáték, m	mellékletszám
1	1103	Majosháza			96,14	2,29	6.4.4. melléklet
2	1104	Délegyháza	211757	651623	95,46	1,93	6.4.4. melléklet
3	1105	Alsónémedi	220214	658694	102,80	3,03	6.4.2. melléklet
4	1108	Ócsa	212272	663559	98,04	2,76	6.4.3. melléklet
5	1110	Felsőpakony	223 077	665852	108,04	4,55	6.4.2. melléklet
6	1111	Ócsa	217132	667853	106,11	7,79	6.4.2. melléklet
7	1112	Taksony	218256	654945	96,26	1,30	6.4.3. melléklet
8	1113	Alsónémedi	215010	655080	96,68	2,98	6.4.3. melléklet
9	1128	Ráckeve	199854	642386	95,74	1,59	6.4.7. melléklet
10	1129	Sári (Dabas)	206475	668725	99,34	2,01	6.4.3. melléklet
11	1130	Ráckeve	200720	646139	95,23	2,05	6.4.7. melléklet
12	1131	Áporka			95,95	2,63	6.4.4. melléklet
13	1132	Dömsöd	193897	648855	94,49	3,38	6.4.8. melléklet
14	1133	Kiskunlacháza			95,00	2,51	6.4.7. melléklet
15	1134	Kunszentmiklós			93,90	2,08	6.4.8. melléklet
16	1135	Dömsöd-Apajpuszta	196391	653761	94,77	3,09	6.4.8. melléklet
17	1136	Dömsöd			94,60	2,83	6.4.8. melléklet
18	1137	Dömsöd	202335	655578	94,62	2,32	6.4.8. melléklet
19	1138	Bugyi	204696	657529	94,92	2,30	6.4.5. melléklet
20	1139	Dunavarsány	216 786	648492	96,16	2,74	6.4.4. melléklet
21	1140	Bugyi	203570	659260	94,95	2,87	6.4.5. melléklet
22	1141	Sári (Dabas)	209598	660170	95,36	1,99	6.4.5. melléklet
23	1142	Gyón (Dabas)	203132	670766	104,64	1,71	6.4.6. melléklet
24	1143	Sári-Csikópuszta	208865	670053	104,19	3,27	6.4.6. melléklet
25	1144	Sári-Csikópuszta	209457	670372	103,26	3,44	6.4.6. melléklet
26	1145	Gyón (Dabas)	200 715	672211	105,90	4,26	6.4.6. melléklet
27	1151	Kiskunlacháza	205563	643304	96,22	0,90	6.4.7. melléklet
28	1152	Kiskunlacháza	205800	646380	96,26	2,07	6.4.7. melléklet
29	1153	Dömsöd	195672	647758	95,12	2,04	6.4.8. melléklet
30	1154	Kiskunlacháza			95,34	2,18	6.4.7. melléklet
31	1155	Dunavarsány	216690	648675	96,44	2,28	6.4.4. melléklet
32	1156	Bugyi-Ürbő	200209	660827	94,25	2,99	6.4.5. melléklet
33	1157	Dabas	205320	669070	98,72	2,02	6.4.3. melléklet
34	1168	Dömsöd	196091	650544	94,44	2,42	6.4.8. melléklet
35	1169	Kunpeszér	197708	662438	94,19	1,41	6.4.5. melléklet
36	1358	Kunpeszér	197880	666391	95,19	2,03	6.4.5. melléklet



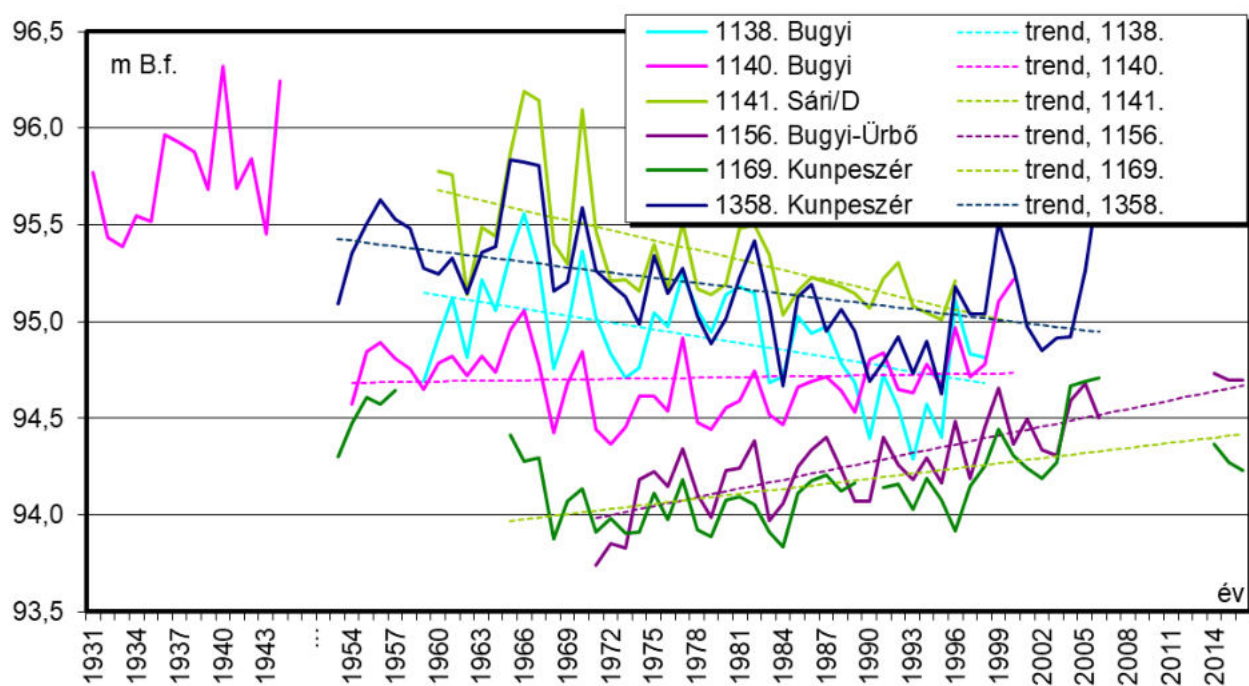
6.4.2. melléklet: Kutak az északi részen



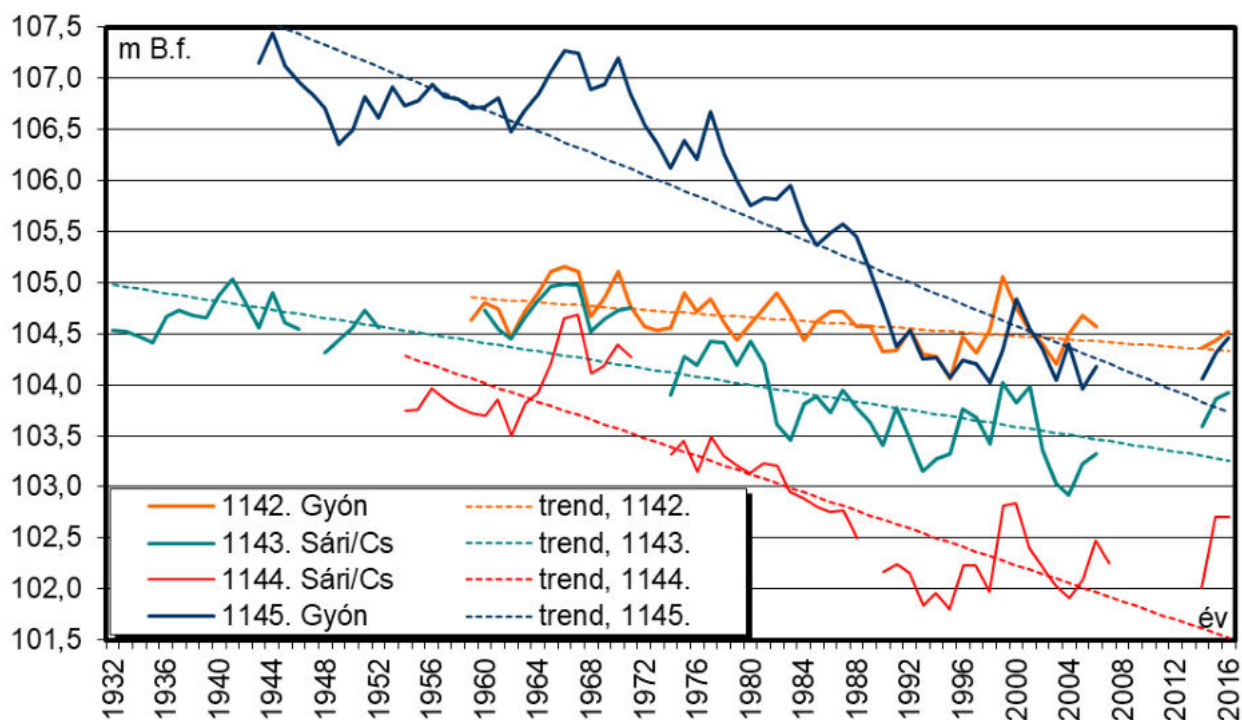
6.4.3. melléklet: Kutak a DTCS-DVCS közelében



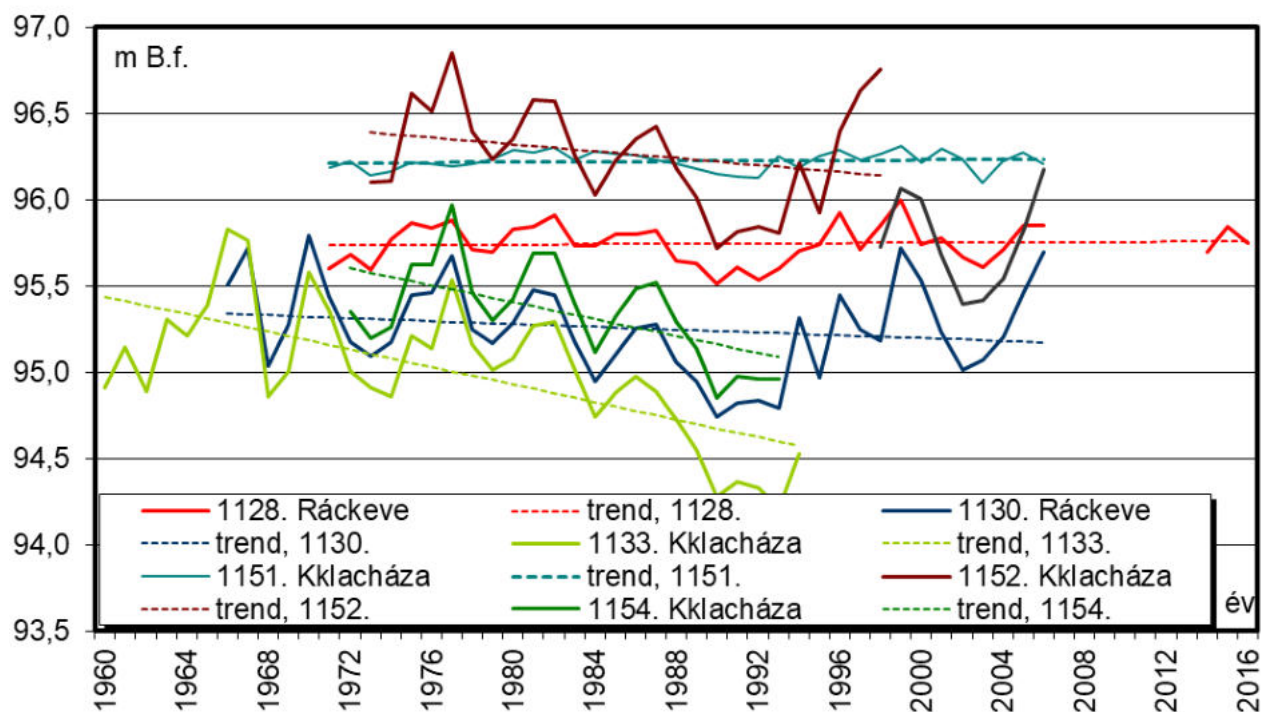
6.4.4. melléklet: Kutak Dunavarsány térségében



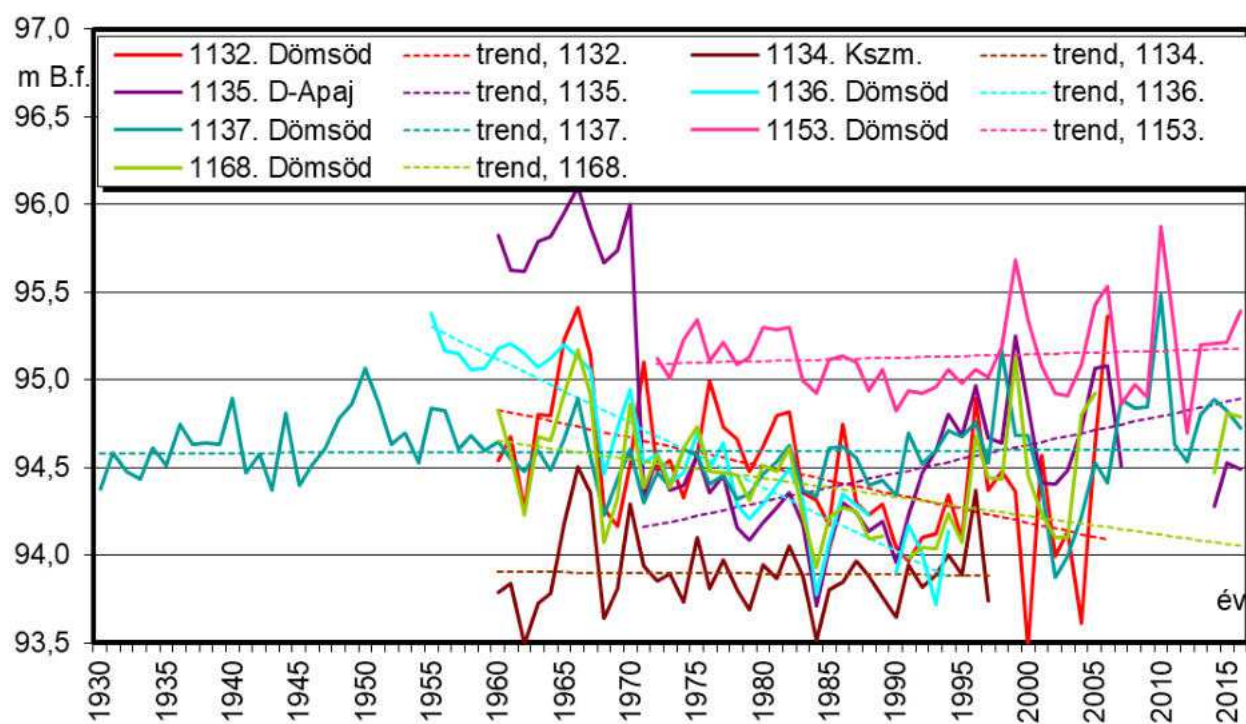
6.4.5. melléklet: Kutak Bugyi térségében



6.4.6. melléklet: Kutak Sári térségében



6.4.7. melléklet: Kutak Ráckeve térségében



6.4.8. melléklet: Kutak Dömsöd térségében

7. melléklet

Számított talajvízszintek

7.1. Magányos tó vizsgálata

7.2. A bányatavak térségi hatásai

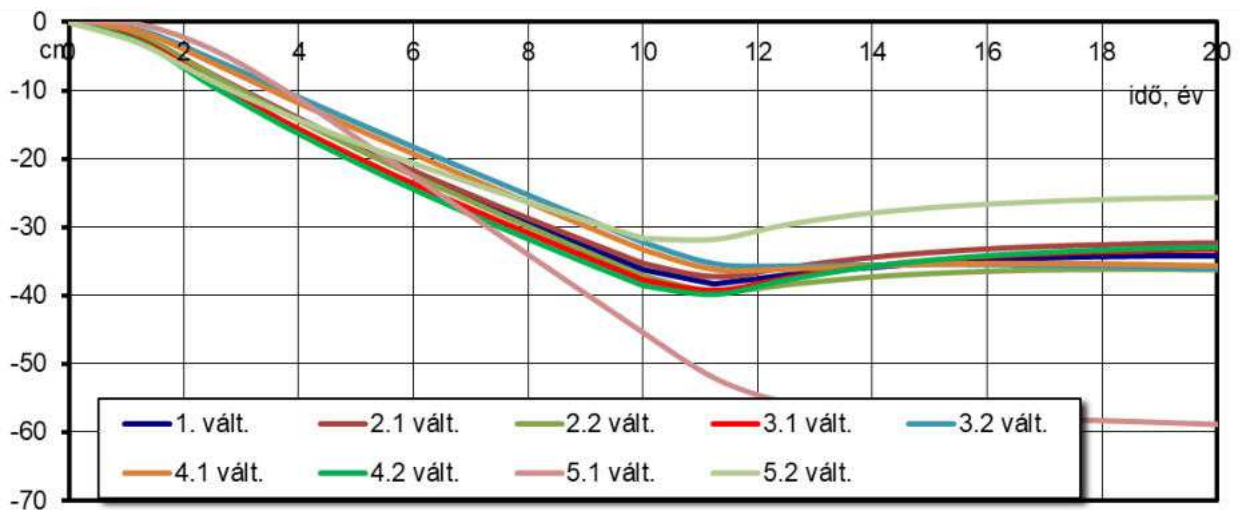
7.1. melléklet

Magányos tó vizsgálata

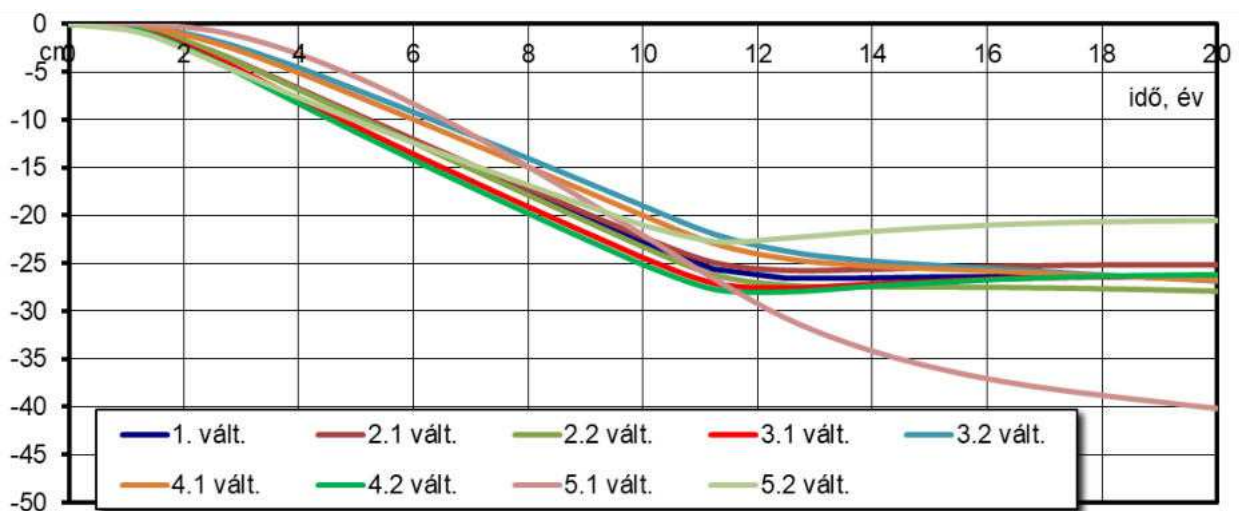
7.1.1. Vízsztváltozások 1500 m-re a tó középpontjától

7.1.2. Vízsztváltozások 2000 m-re a tó középpontjától

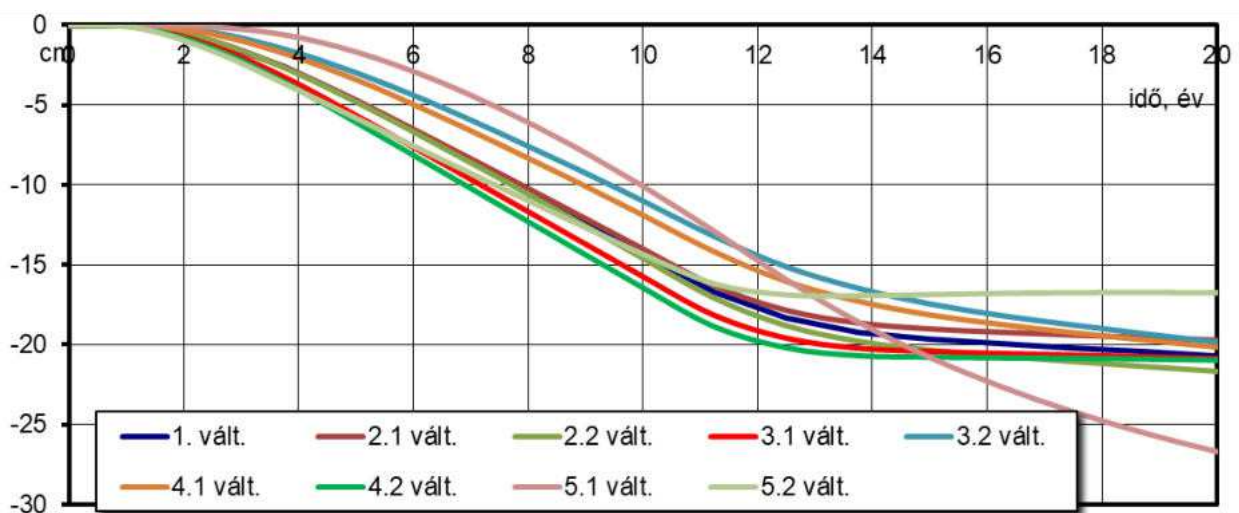
7.1.3. Vízsztváltozások 2500 m-re a tó középpontjától



7.1.1. melléklet: Vízszintváltozások 1500 m-re a tó középpontjától



7.1.2. melléklet: Vízszintváltozások 2000 m-re a tó középpontjától



7.1.3. melléklet: Vízszintváltozások 2500 m-re a tó középpontjától

7.2. melléklet

A bányatavak térségi hatásai

7.2.1. Jelenlegi állapot, nedves időszak

7.2.2. I. ütem, nedves időszak

7.2.3. II. ütem, nedves időszak

7.2.4. III. ütem, nedves időszak

7.2.5. IV. ütem, nedves időszak

7.2.6. Jelenlegi állapot, száraz időszak

7.2.7. I. ütem, száraz időszak

7.2.8. II. ütem, száraz időszak

7.2.9. III. ütem, száraz időszak

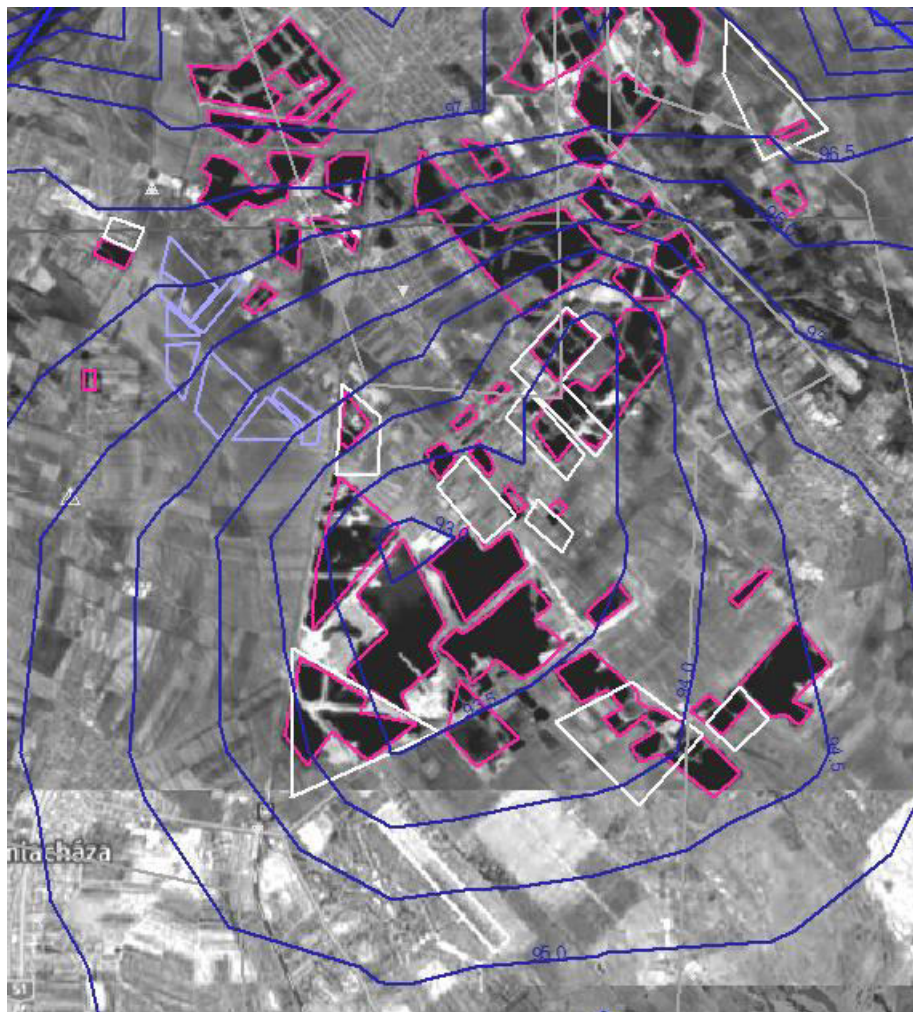
7.2.10. IV. ütem, száraz időszak

7.2.11. Nedves időszak 2001-ből

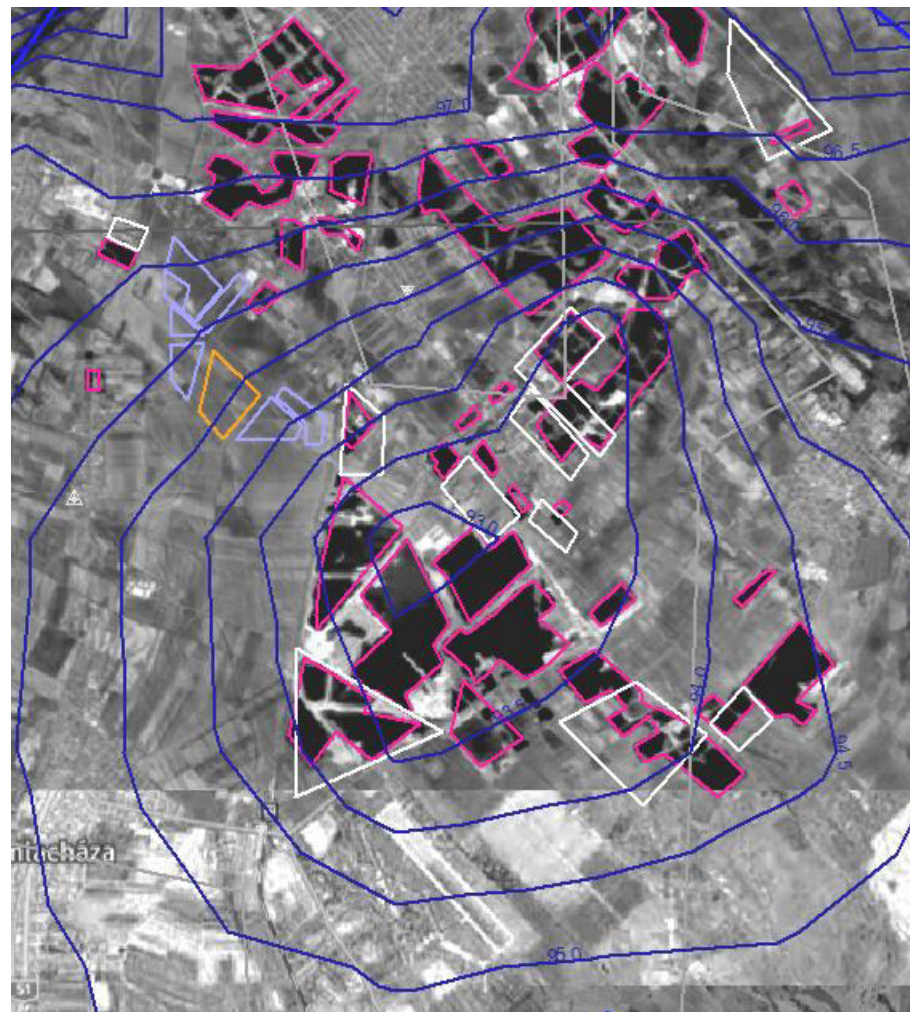
7.2.12. Száraz időszak 2001-ből

7.2.13. Nedves időszak 2012-ből

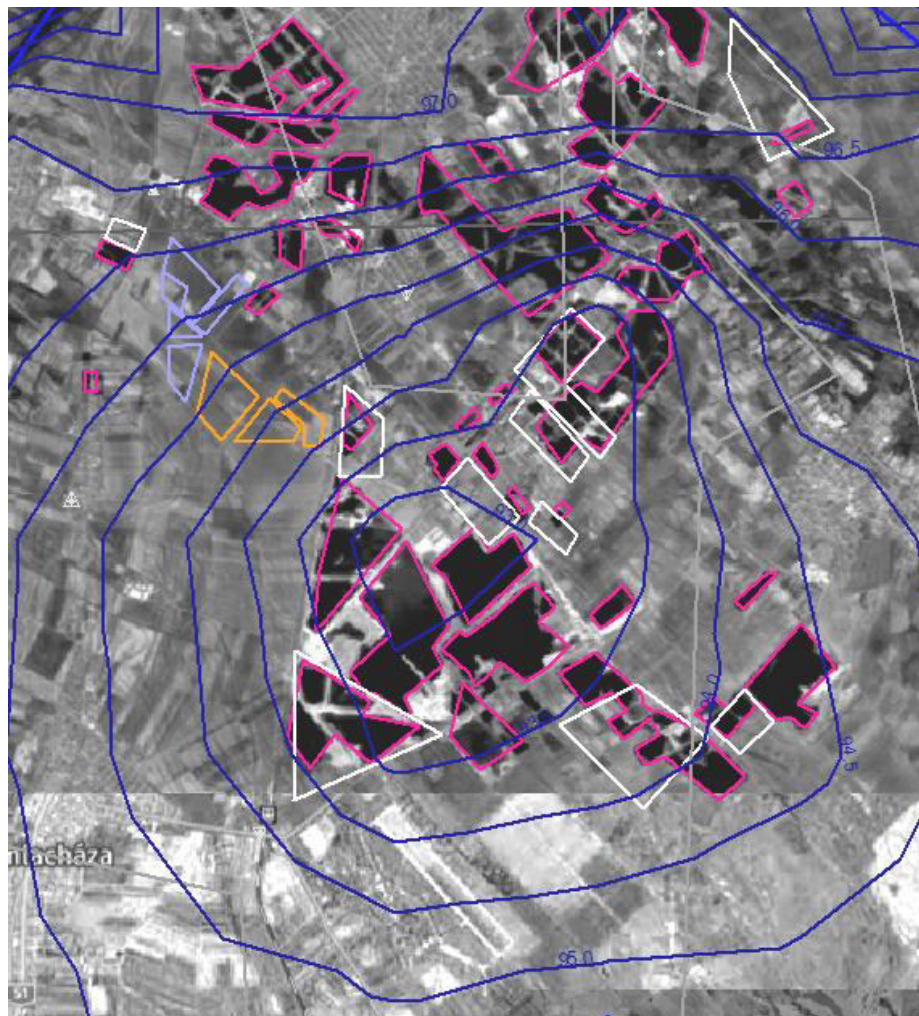
7.2.14. Száraz időszak 2014-ből



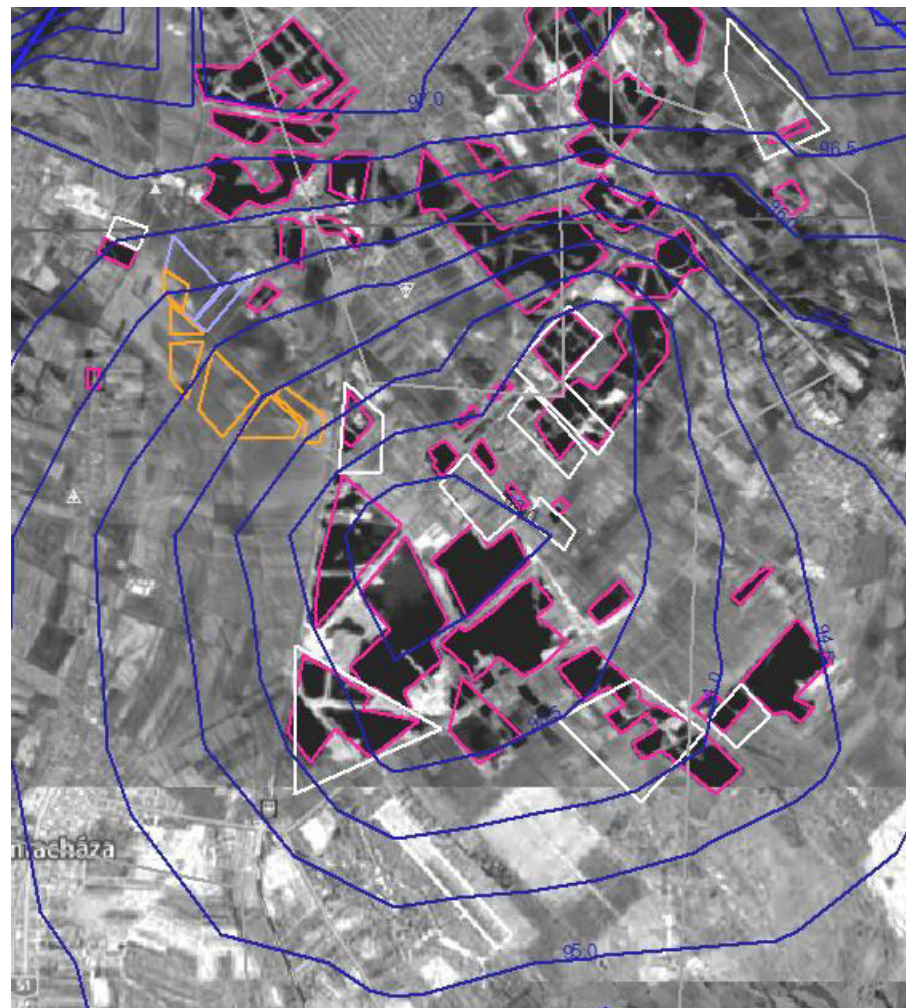
7.2.1. melléklet: Jelenlegi állapot, nedves időszak



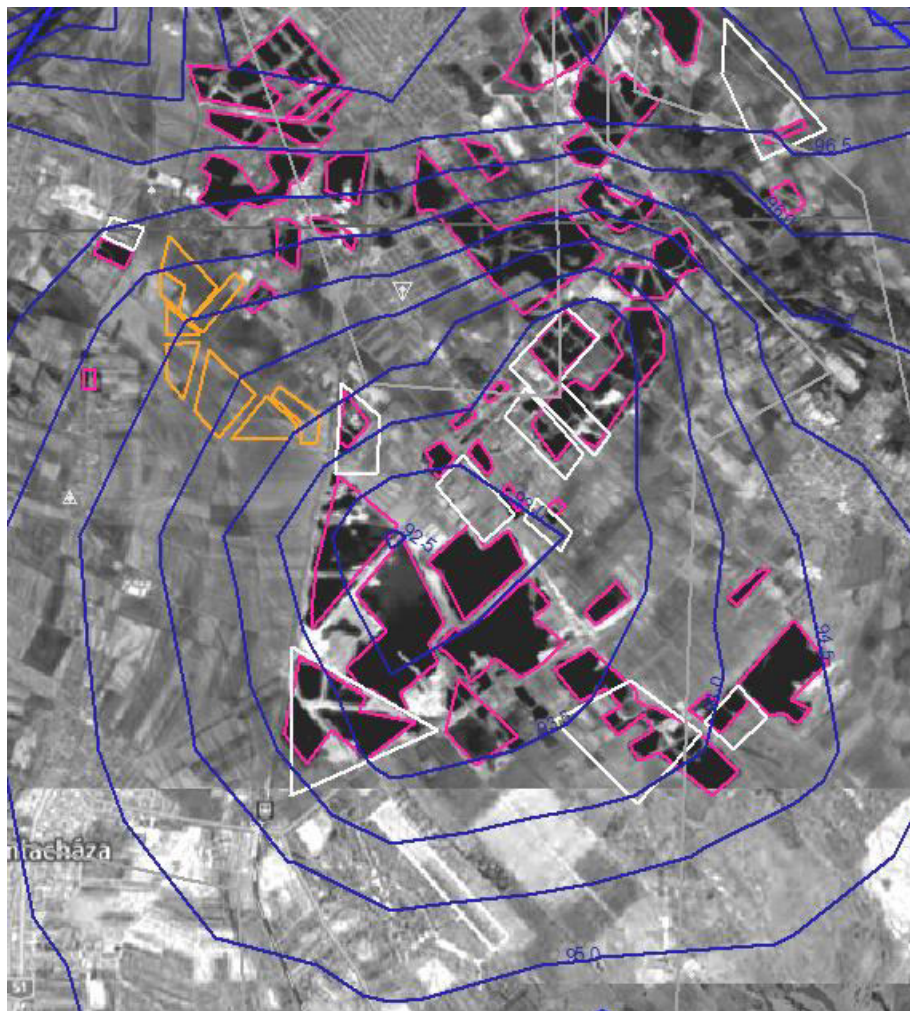
7.2.2. melléklet: I. ütem, nedves időszak



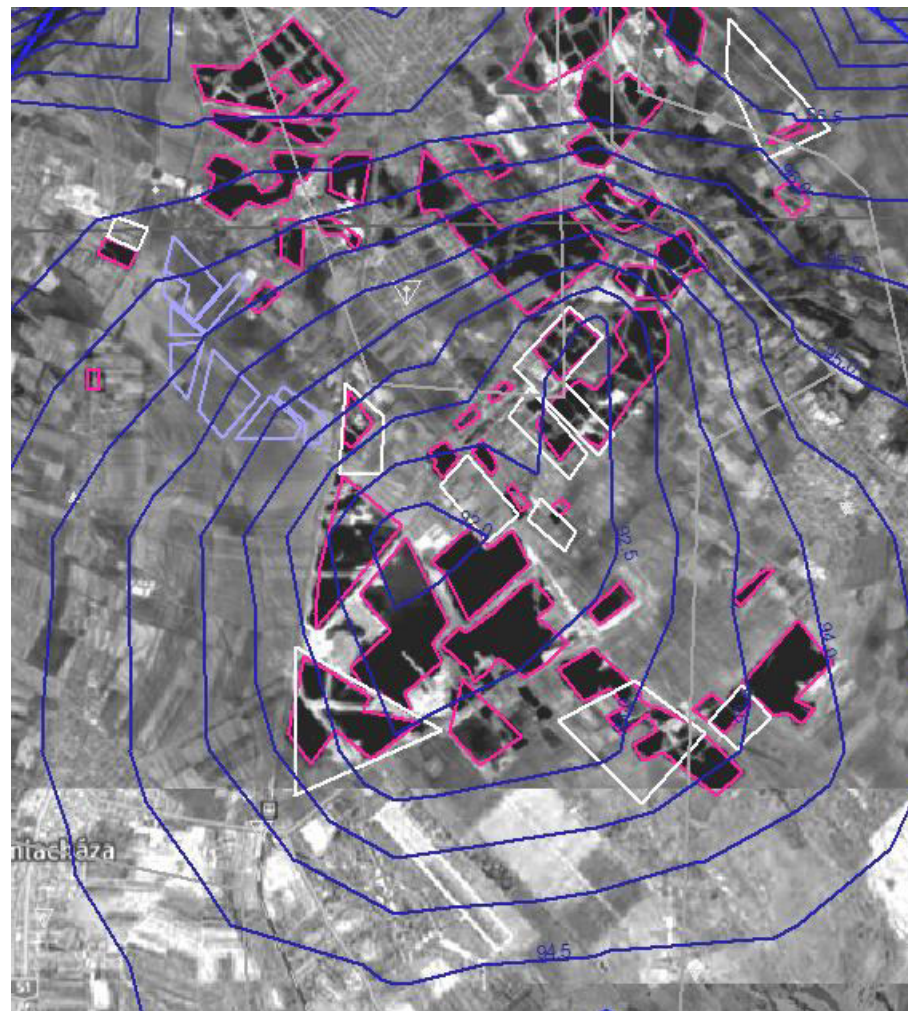
7.2.3. melléklet: II. ütem, nedves időszak



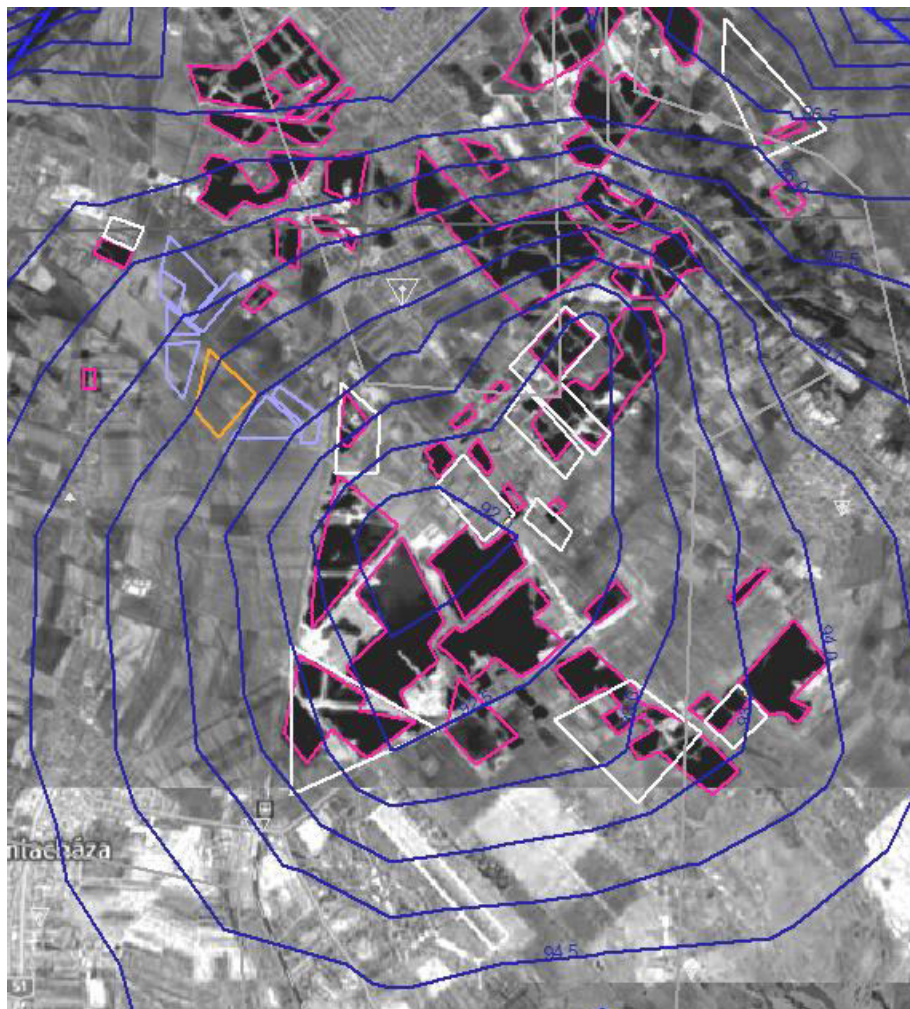
7.2.4 melléklet: III. ütem, nedves időszak



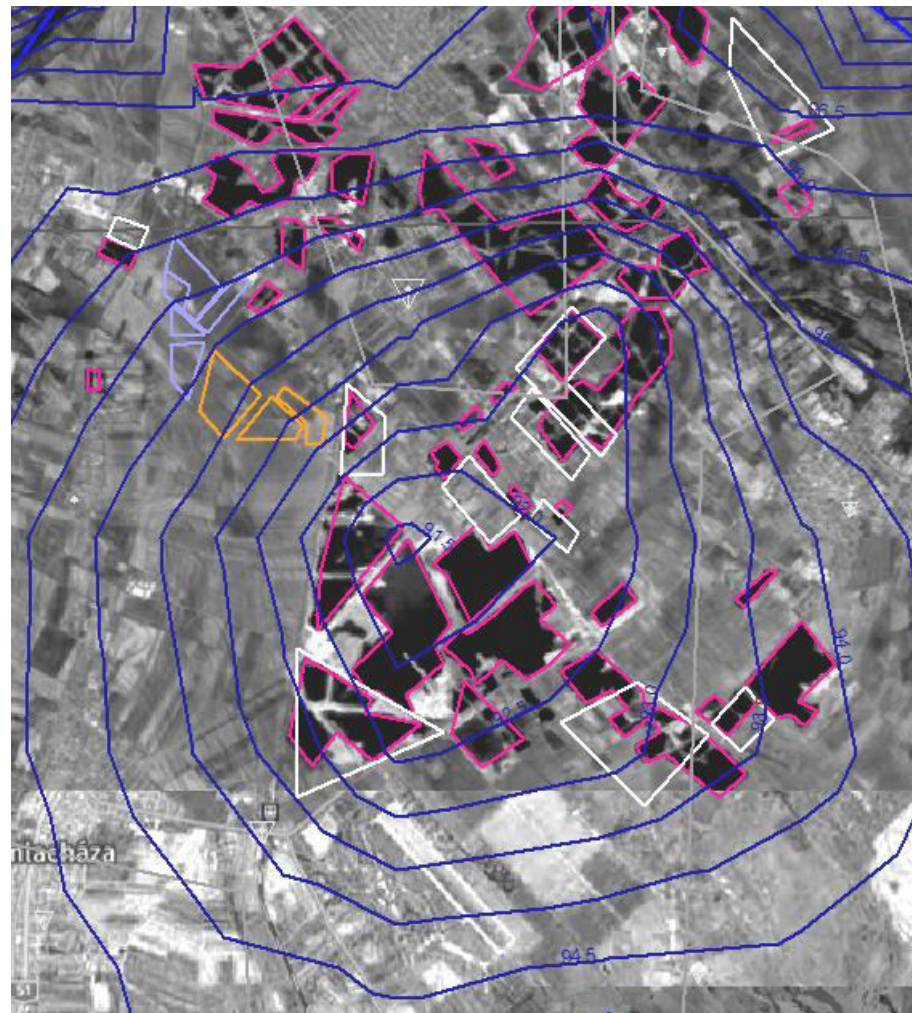
7.2.5. melléklet: IV. ütem, nedves időszak



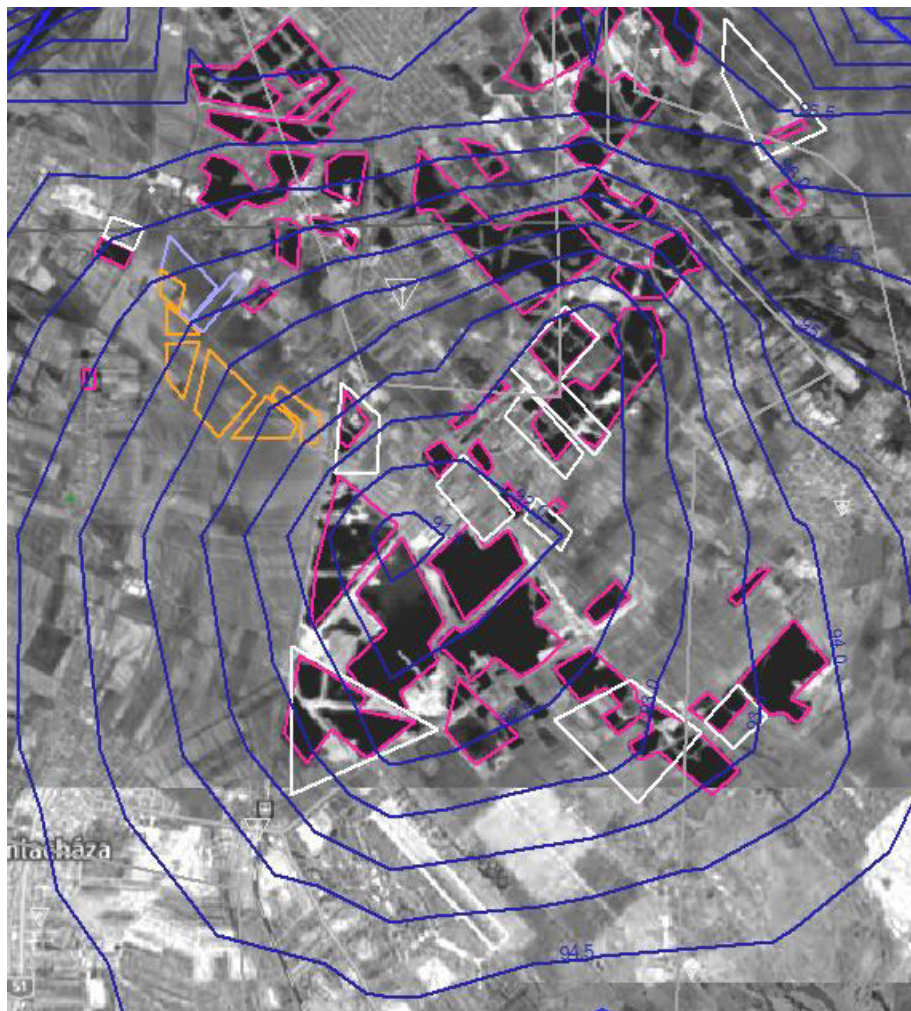
7.2.6 melléklet: Jelenlegi állapot, száraz időszak



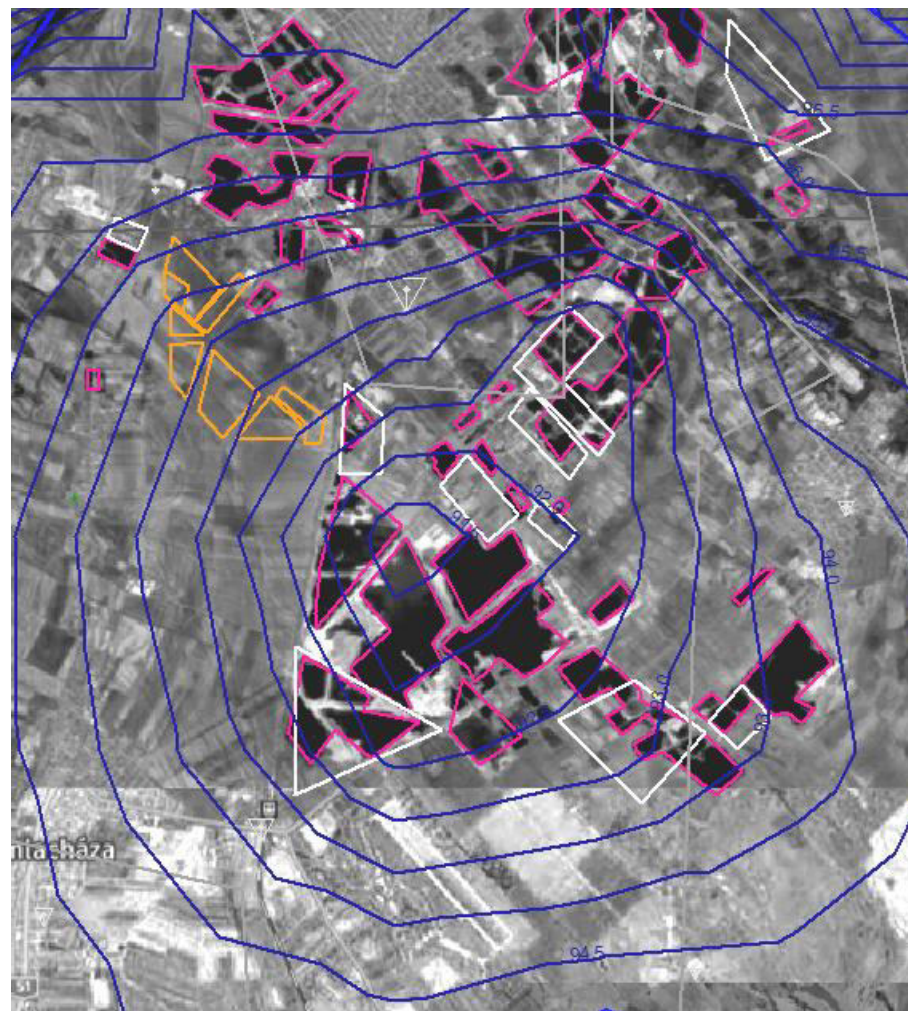
7.2.7. melléklet: I. ütem, száraz időszak



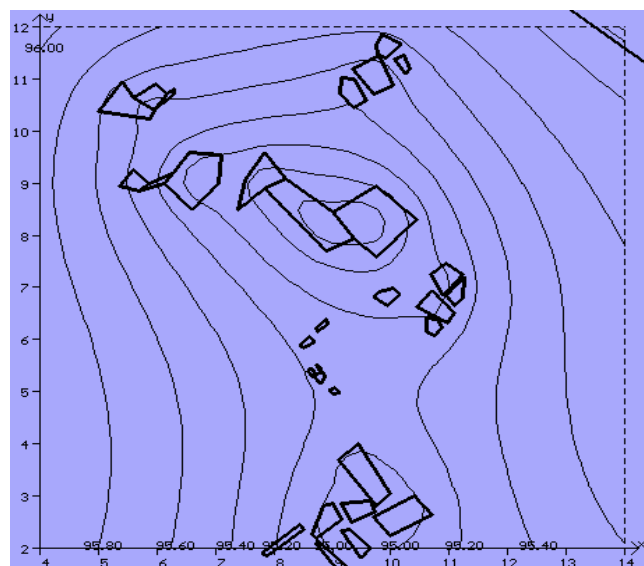
7.2.8 melléklet: II. ütem, száraz időszak



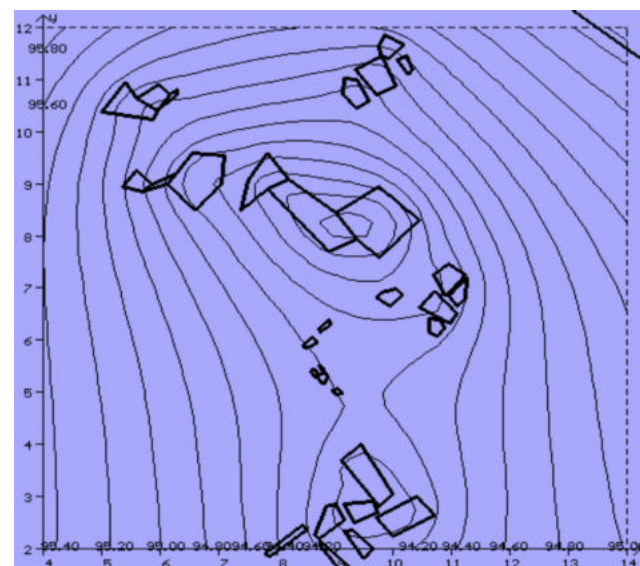
7.2.9. melléklet: III. ütem, száraz időszak



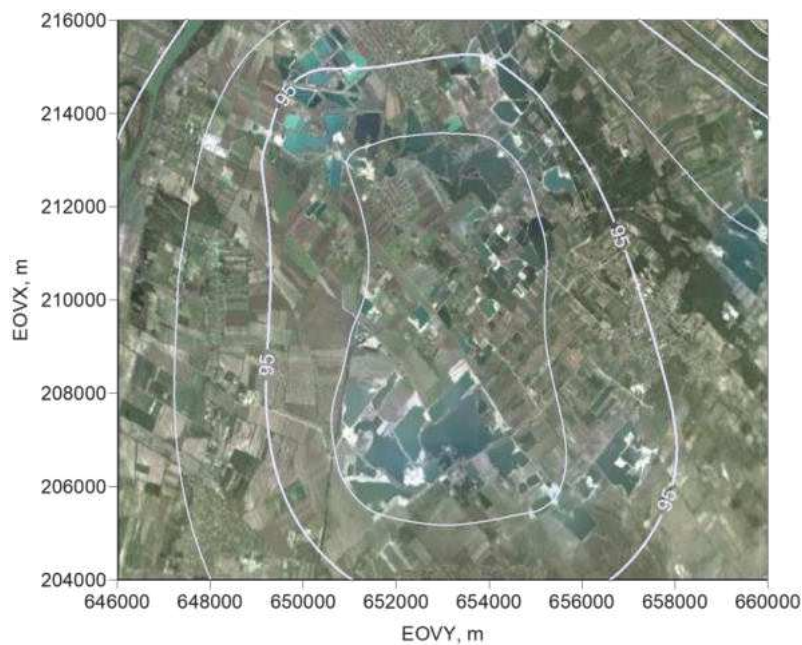
7.2.10. melléklet: IV. ütem, száraz időszak



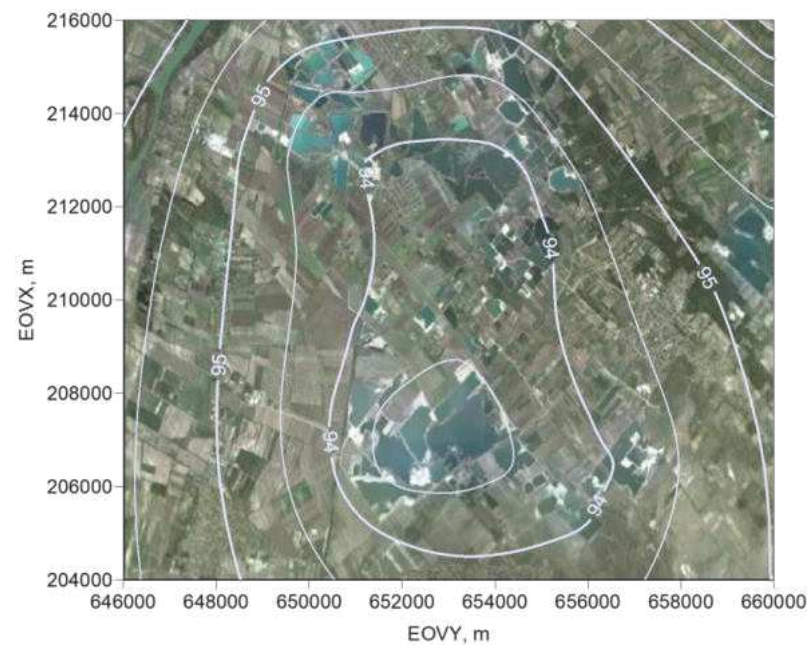
7.2.11. melléklet: Nedves időszak 2001-ből



7.2.12. melléklet: Száraz időszak 2001-ből



7.2.13. melléklet: Nedves időszak 2012-ből



7.2.14. melléklet: Száraz időszak 2014-ből