

TAVI KARBONÁTKÉPZŐDÉS A DUNA-TISZA KÖZÉN

Doktori (PhD) értekezés

JENEI MÁRIA

Témavezető: Dr. Molnár Béla
egyetemi tanár,
a földtudomány doktora
SzTE, Földtani és Őslénytani Tanszék

Szegedi Tudományegyetem
Földtani és Őslénytani Tanszék

2007.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	4
1.1.	A téma jelentősége.....	4
1.2.	Kitűzött célok.....	8
2.	A Duna–Tisza közti Hátság negyedidőszak végi földtani fejlődéstörténete	10
2.1.	A Hátság elhelyezkedése.....	10
2.2.	A würm kori fejlődés.....	12
2.3.	A holocén kori fejlődés.....	12
3.	Mintaterületek kiválasztása, vizsgálati módszerek.....	14
3.1.	A vizsgálatra kiválasztott mintaterületek.....	14
3.2.	A vizsgálati módszerek.....	22
4.	A talavízmegfigyelő kutak rétegsorai.....	25
5.	A talajvizek hidrodinamikai állapota.....	32
6.	A kutatási területet érintő egyéb vizek általános jellemzői.....	38
6.1.	A területet érintő folyó-, talaj- és felszíni vizek általános jellemzői.....	38
6.2.	A dunai, tiszai és Duna-Tisza közti felszíni és talajvizek δD_{SMOW} (‰) és $\delta^{18}O_{SMOW}$ (‰) vizsgálata.....	44
7.	A talaj- és felszíni vizek 2003. év végi és 2004 – 2006. évi vízkémiai vizsgálati eredményei.....	49
7.1.	A Szapannosszék tó Ny és K.....	49
7.2.	A Ródliszék tó Ny és K.....	55
7.3.	A Csólyopáros kút.....	61
7.4.	A felszíni gödrök eredményei.....	64
7.5.	A tavak vizsgálati eredményei.....	70
7.6.	Egyéb külföldi tavak vízmérési eredményei.....	76
8.	A karbonátok és pórusvizek stabil izotópvizsgálata.....	77
9.	A szikák röntgenvizsgálata.....	81
10.	A karbonátok szervesanyag-tartalma.....	84
11.	A karbonátok szerves és szervesetlen széntartalma.....	85
12.	Összefoglalás.....	87
13.	Summary.....	89

14.	Köszönetnyilvánítás.....	92
15.	Felhasznált irodalom.....	93

1. Bevezetés

1.1. A téma jelentősége

A földtanban a jelen kulcs a földtörténeti múlthoz, mert a földtan olyan tudomány, amelynél a folyamatok végeredményéből (kőzetekből, üledékekből, ősmaradványokból) kell a múltban lejátszódó eseményekre következtetni. Ezt segíti, ha a mai üledékképződési környezeteket tanulmányozva és párhuzamot vonva következtetünk a régmúltban lejátszódó folyamatokra. A földtanban a kísérletezéseknél bizonyos tényezőket nem lehet biztosítani, ilyen pl. a hosszú idő. Ezért az aktuális földtani folyamatok tanulmányozásának jelentősége van, mert ennek analógiájával érthetővé válnak a múltban bekövetkezett földtani változások is.

A dolomitképződés mesterségesen 100 °C alatt nem állítható elő. A természetben és nálunk a Duna-Tisza közti sekély szikes tavakban, ahol az eddigi ismereteink szerint a vizek nyári maximuma 37 °C, dolomit is képződik.

A nemzetközi irodalom szerint a természetben a dolomitképződést a következők határozzák meg (Morrow, D. W. 1982):

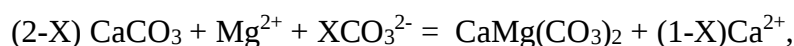
1. A dolomitok termodinamikailag a legtöbb természetes oldatban stabilak, termodinamikai átalakulásuk a kalciton és az aragoniton át a dolomitig tart.
2. A Ca^{2+} Mg^{2+} és a CO_3^{2-} ionok hidratációs viselkedésének következtében a kristályrács nagyfokú rendezettsége miatt a dolomit kiválását termodinamikai tényezők akadályozhatják.
3. Három kritikus paraméter összjátéka határozza meg, hogy ezek a tényezők milyen mértékben gátolják a dolomitképződést:

a/ A kristályosodás sebessége a kicsapódó Ca – Mg karbonát kristálytani rendezettségét határozza meg. A túltelített oldatok hígulása redukálja a kristályosodási arányt.

b/ Az oldatok Mg/Ca aránya meghatározza, hogy a Ca – Mg karbonáton belül a karbonátba (dolomitba) mennyi Mg^{2+} épül be. Ez az arány a gipsz és az anhidrit kicsapódásakor gyakran emelkedik, és ez a dolomitosodásra kedvezően hat. (Ilyen hely pl. a Perzsa-öböl árapály feletti öve).

c/ Ha az oldatok CO_3/Ca aránya nagyobb, mint egy, úgy az a dolomit kicsapódását segíti elő. (Ez az arány a talajvizekben emelkedhet, ha magmás kőzetek mállása, vagy szulfát anaerob bakteriális redukció játszódik le.)

4. A térfogatmegmaradás kényszere miatt a reakció a következő:



ahol az X = az aragonit dolomitosodásakor 0,11-dal, a kalcit dolomitosodásakor pedig 0,25-dal.

A dolomitképződésnél a dolomitot alkotó három ionnak (Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} -nak), az oldatnak és a szilárd fázisnak a folyadék mozgása közbeni változása jelentős tényező.

A karbonátok diagenetikus folyamatait fizikai és kémiai tényezők határozzák meg, mint pl. az üledék természete. Ilyen tényezők a törmelékszemcsék összetétele, a pórusokban a vezetőképességi környezeti tényezők, a nyomás, a hőmérséklet és a pórusvíz minősége, beleértve az összetételt, valamint a folyadéktartalmat és a folyadék mozgásának sebességét a pórusrendszerben.

Müller, G. et al. (1972) azt is megadták, hogy a tavi vizek oldatában milyen Mg/Ca arány mellett milyen karbonátok válnak ki. Az arid Anatóliai síkság és a humid Nyugat-Európa közötti 25 különböző vízkémiai és sótartalmú tóvíz vizsgálata alapján két tótypust határoztak meg. Az első csoporthoz azokat a tavakat sorolták, amelyekben a Mg/Ca arány „állandónak” mutatkozott, a másik csoportba pedig a „dinamikusan” változók kerültek, amelyeknél a kémiai változások évszakonként szélsőséges értékek között ingadoznak.

Az első csoportnál, ha a víz Mg/Ca aránya 2-nél kisebb, úgy a vízből kis magnézium tartalmú kalcit válik ki. A 2 – 7 közötti Mg/Ca aránynál elsődleges ásványként nagy magnézium tartalmú kalcit van, de diagenetikus átalakulás nem történik. A 7 – 12 közötti Mg/Ca aránynál ugyancsak nagy magnézium tartalmú kalcit válik ki, de itt a kalcium rovására koradiagenetikus úton dolomit keletkezik, mert a kalcit rácsszerkezetébe magnézium épül be. A 12-nél nagyobb Mg/Ca arány felett aragonit csapódik ki. A „dinamikusan” változó tavaknál, amennyiben a Mg/Ca arány 12-nél nagyobb, úgy víztartalmú magnézium-karbonátok (hidromagnezit, nesquehonit) és magnezit kialakulása várhatók.

A fentiek szerint amennyiben a karbonát, azon belül a dolomitképződéssel kívánunk foglalkozni, a kérdést két irányból közelíthetjük meg. Egyrészt a víz, másrészt a kialakuló karbonátok felől. Bizonyos vizsgálatok már eddig is történtek.

Elsőként **talajvízkémiai** vizsgálatok az Alföldről, és így a Duna-Tisza közti talajvizekről is készültek. Átfogó vizsgálatot azonban először Rónai A. (1956) adott. Többek között megállapította, hogy a Duna-Tisza közti talajvizek jelentős sótartalmúak. Átlagos sótartalmuk 500 – 200 mg/l közötti. Ezt követően a Duna-Tisza közti terület 1:100 ezres földtani térképezése során Kuti L. (1979 – 1991) kisebb területrészekre is részletesebb vizsgálati adatokat adott közre. Megállapította a talajvizek mélységi elhelyezkedését, a talajvíztükör tengerszint feletti magasságát, az egyes kationok és anionok előfordulását, és a különböző

talajvíztípusokat. Molnár B. – Kuti L. (1983, 2001) a Duna-Tisza közti szikes tavakkal foglalkozva ugyanezen adatok mellett megadják a helyi talajvíz-szivárgási irányokat is.

Közben a Szegedi Akadémia Bizottság, a Magyar Tudományos Akadémia és az akkori Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal anyagi támogatásával biológusokat, geológusokat, földrajzosokat és vízkémikusokat is magába foglaló kutatócsoport tagjaként Szépfalusi J. (1970, 1976, 1977) folytatott a területen vízkémiai vizsgálatokat. A kutatás jelentőségét az adta, hogy a szikes tavakból egy-egy évben több alkalommal gyűjtött vizek kémiai vizsgálatát végezte el, így a vizek evaporáció okozta változásait írta le.

A Duna-Tisza közti **karbonátokra** először Beudant, F. S. (1822) figyelt fel. Térképén a karbonátok egy részét tévesen ugyan harmadidőszaki „párizsi durva mészkő”-nek írta le, más részét édesvízi mészkőnek tüntette fel. Mégis fontos, hogy észrevette azokat.

A tavi karbonát elnevezésére több kifejezés is ismert. Nevezték darázskőnek, réti mészkőnek, amely azonban nem a korára vonatkozott, hanem arra, hogy felette a tó megszűnése után a humuszos talajon fűvegetáció, vagyis rét alakult ki.

Az építőkövekben szegény Duna-Tisza közén a diagenizált kemény változatát az építkezéseknél régóta használták. Juhász A. (1982) megállapította, hogy az Árpád-korban és a középkorban elsősorban templomok építésénél, részben alapozásra, részben pedig falazásra alkalmazták. Ilyen volt az ópusztaszeri Szer monostor, a szegedi felsővárosi Szent György-templom, a csengelei 14. századi templom, majd az 1816-ban épült tiszakécskei. Horváth F. (2001) a szegedi várbeli ásatásakor a Szent Erzsébet-templom alapjaiban találta ezt a kőzetet, de a csengelei kun sír feltárásánál is megállapította, hogy a sírkamra ebből a kőzetből készült. Molnár B. – Jenei M. (2005) leírták, hogy a kiskunfélegyházi régi városháza, de a Kiskun Kapitányság Kerület emeletes épülete, a mai Kiskun Múzeum is ebből épült fel. Kedvelt volt az egyszerű parasztházak alapozásnál is.

A laza karbonát-iszapból törek hozzáadásával vályogot vertek. Használták házak meszelés előtti „takaró” rétegnek is. Újabban talajok javítóanyagaként ismert.

Herke S. (1934) és Miháltz I. (1938) a karbonátok fizikai és kémiai összetételét: a fajsúlyt és a CaCO_3 és MgCO_3 tartalom arányát határozták meg. A talajtani kutatók a tavi karbonát-iszappal, illetve a karbonáton gyakran kialakuló humuszanyaggal valamilyen formában kapcsolatba kerültek.

A **szikes tavak kialakulásában** Smaroglay F. (1939) munkája alapvető volt. A Bugac környéki tavak keletkezésével, a tavak környezetének morfológiájával, a talajvíz járásával, a talaj és a tóvíz kémiai összetételével, a tavi karbonát kiválásával foglalkozott. Ő a karbonát

kicsapódását a szikesedési folyamatra vezette vissza. A szikesedés után szerinte a tavak területén már lápi üledék rakódik le.

Ugyancsak a karbonátképződmények fizikai és kémia összetételével, valamint elterjedésével foglalkozott Miháltz I. – Miháltzné Faragó M. (1946) munkája. Ők foglaltak először állást abban a kérdésben is, hogy a karbonátban a CaCO_3 és MgCO_3 külön, és nem dolomit formájában van jelen. A karbonátkiválást a növényzet CO_2 elvonó hatására vezetik vissza. Kriván P. (1953) a karbonátkiválásnál további tényezőket, a nátrium és kálium koncentrációját, a CO_2 koncentrációjának különböző hatásokra visszavezethető ingadozását, és a morfológiai helyzetet veszi figyelembe. Ugyanebben a munkában Nemezc E. DTA vizsgálat alapján a karbonátokban először utal a dolomit jelenlétére is.

Molnár B. (1980) a szikes tavak vizsgálatánál megállapította, hogy a nyári aszályok okozta erős párolgás és a növényzet CO_2 elvonó hatására nagy sókoncentrációjú, erősen lúgos kémhatású víz alakul ki. Ehhez a tóvízhez az őszi csapadékkal hirtelen nagy mennyiségű édesvíz jut, amely csökkenti a sótartalmat és a kicsapódásban versengő nátrium és kálium mennyiségét, de megemeli a tóvíz Mg/Ca arányát. A folyamat eredményeként a tavakban, miután a tóvíz Mg/Ca aránya általában 7 – 12 közötti, elsődleges ásványként a kisebb energiát igénylő, nagy magnézium tartalmú kalcit válik ki, amely a visszamaradó pórusvíz Mg/Ca arányának további emelkedésével koradiagenetikus úton **dolomittá** alakul át. A dolomitot röntgen vizsgálattal először igazolta.

Molnár B. – Szónoky M. – Kovács S. (1981) a teljes tavi dolomit- és dolomitiszap-szelvénynél kőzet-szelvény-vizsgálat alapján a keletkezés, az összetétel, a diagenézis és a litifikáció alapján négy részt különített el. Az alsó három részben, vagyis a dolomitos mészkőben és a dolomitban az anadiagenézis kezdeti fázis, a felső dolomitiszapban pedig a szindiagenézis megy végbe. Az utóbbiban a szindiagenézisen belül a litifikáció az egyik igen fontos tényező. A pórusok kialakulása, formálódása, kitöltődési folyamata, a kitöltési anyag kémiai összetétele és kristályformája is ezektől a folyamatoktól függ, és ezek hatása szerint változik.

Molnár B. – Botz, R. (1996) a tavi üledék geokémiai és izotópgeokémiai vizsgálata alapján a tavakat típusokba sorolta. Az „A” típusba a relatíve változó vízzszinttel, de állandóbb vízborítással rendelkező tőzeges – karbonátos tavak tartoznak. Ezeknél a relatíve kicsi $\delta^{13}\text{C}$ és a nagy szerves széntartalom a jellemző. A karbonátszelvények általában kalcit összetételűek. A kiválásukat elsősorban a növények CO_2 elvonó hatása, és csak kisebb mértékben az evaporáció okozta.

A „B” típusú ephemerikus, evaporációs hatást mutató tavak vize sekély mélységű, területe az erős vízpárolgás miatt évszakonként erősen változó. Nyár végére a legtöbbjük ki is száradt. A tóvízből kivált karbonát nagy magnézium tartalmú kalcit, ami dolomittá, nagyon ritkán magnezitté alakul át. A nagyobb dolomitszázalék nagyobb $\delta^{18}\text{O}$ és nagyobb stroncium értékkel jár, ami az evaporációs hatást is bizonyítja.

A „C” típusú tavak ephemerikus jellegüket, évszagos területi változásukat és karbonátösszetételüket tekintve a „B” típusú tavakkal azonosak, üledékük tehát dolomit összetételű, vagyis a karbonátkiválásnál ugyancsak evaporáció hatásának kellett jelen lenni. A $\delta^{18}\text{O}$ értékük azonban a „B” típusú tavakénál mégis -3,0 – -3,5 ‰-kel negatívabb és a szelvényben felfelé sem növekszik az értéke. Ezek a tavak morfológiailag mélyebb helyzetben, a Duna-völgyben helyezkednek el. A tóvíz ennél a tótípusnál elsősorban nem a csapadék- és a talajvízből, hanem a Duna árvizeiből visszamaradt vízből származott, és a Duna vize részben a hideg gleccserek olvadékvizét tartalmazza, ami a negatívabb értéket okozza.

A „D” típusú tavi karbonátszelvények diagenetikus hatásokat mutatnak. A tavi fázis megszűnése után a talajvíz ingadozási övében átalakultak. Alsó részük a diagenézis első fázisán már átestek, litifikálódtak, illetve ennek hatására cementálódtak, így kemények. Vizsgált geo- és izotópkémiai adataik ennek megfelelően erősen ingadozóak. Építkezéseknél ezt az anyagot használták fel.

1.2. A kitűzött célok

Az eddigi vizsgálatok után felmerül a kérdés: miben lehet még kiegészíteni a víz- és karbonátelemléseket?

A **vízvizsgálatoknál** hiányzik a hosszabb időszakra, a területre, akár több évre sűrűn, havonta gyűjtött vízminták vizsgálata, amelyekkel a vizek folyamatos geokémiai változásait lehet követni. Az eddigi vízmintavételek hol tavasszal, hol pedig ősszel történtek, és ezek alapján történt az értékelésük (pl. térképek készítése). Fontos ez azért, hogy lássuk a karbonát, azon belül a dolomitképződésnél fontos szerepet játszó Mg/Ca arány változásait. Egyáltalán nem történt még meg az ugyancsak fontos CO_3/Ca arány változások kutatása. Hiányoznak a vizek éves hőmérséklet, pH-érték, redoxpotenciál, összes oldott sótartalom elemzései. Fontos lenne tudni a szikes vizek nátrium- és kálium tartalom változásait, a karbonátképződés miatt

az ugyancsak jelentős kalcium, magnézium megjelenését, de a vizek jellegének meghatározásánál a lényeges hidrogénkarbonát előfordulását. A vizek esetleges szennyezése szempontjából előforduló klorid, szulfát és nitrát megjelenését, de néhány egyéb elem, pl. a stroncium, a bárium, a mangán, a vas, az alumínium, a szilícium előfordulását is. A vizek stabil szén- és oxigén-előfordulásának, valamint a vizek deutérium és oxigén stabil izotóp ismerete is elengedhetetlenül fontos, mert ez az evaporációra ad felvilágosítást, és a vizek csoportosítását teszik lehetővé. A Duna-Tisza közti talajvíz az elmúlt évtizedekben közismerten átlagosan 2,0 m-t süllyedt (Pálfai I. 1996, 2003a, 2003b, 2004, 2005). Kérdés, hogy a vízminták gyűjtésekor hogyan változik a talajvíztükör. Folytatódik-e a további süllyedés, vagy ez a tendencia megfordult?

Kíváncsi a vizekben előforduló és kivált **karbonátok** pontos kristálytani összetételének ismerete, a kivált sótartalom (sziksó) meghatározása. Molnár B. karbonátvizsgálatai előtt általános volt az a felfogás, hogy a tavi karbonátok csak a holocén meleg mogyoró szakaszában képződtek. Molnár B. (1980) azon az alapon, hogy vannak olyan helyek, ahol a karbonát közvetlenül pleisztocén végi löszre települ, máshol pedig a lösz és a karbonát között holocén futóhomok is megjelenik, a képződést az egész holocénre kiterjesztette. Kíváncsi azonban ennek radióizotópos bizonyítása.

Célunk továbbá a Duna-Tisza közti talajvizek területi különbségeire történő rámutatás, kontrollterület kiválasztásával az emberi szennyező hatások kimutatása. Mivel a vizsgált tavak jó része a Kiskunsági Nemzeti Park (továbbiakban: KNP) területén található, a Nemzeti Park aktív természetvédelmi munkáját is segíteni kívánjuk, és egyben állapotfelmérő munkát is végzünk. Fontos ez azért, mert a szikesedési állapot a mindenkori ökörendszert befolyásolja.

Mivel munkánkban a szikes vizekkel találkozunk, a talajok szikesedésére is megállapításokat tehetünk.

Az Országos Tudományos Kutatási Alap (továbbiakban: OTKA) pályázatán (T 042920 sz.) nyert anyagi támogatás az ilyen irányú vizsgálatokat biztosította.

2. A Duna–Tisza közti Hátság negyedidőszak végi földtani fejlődéstörténete

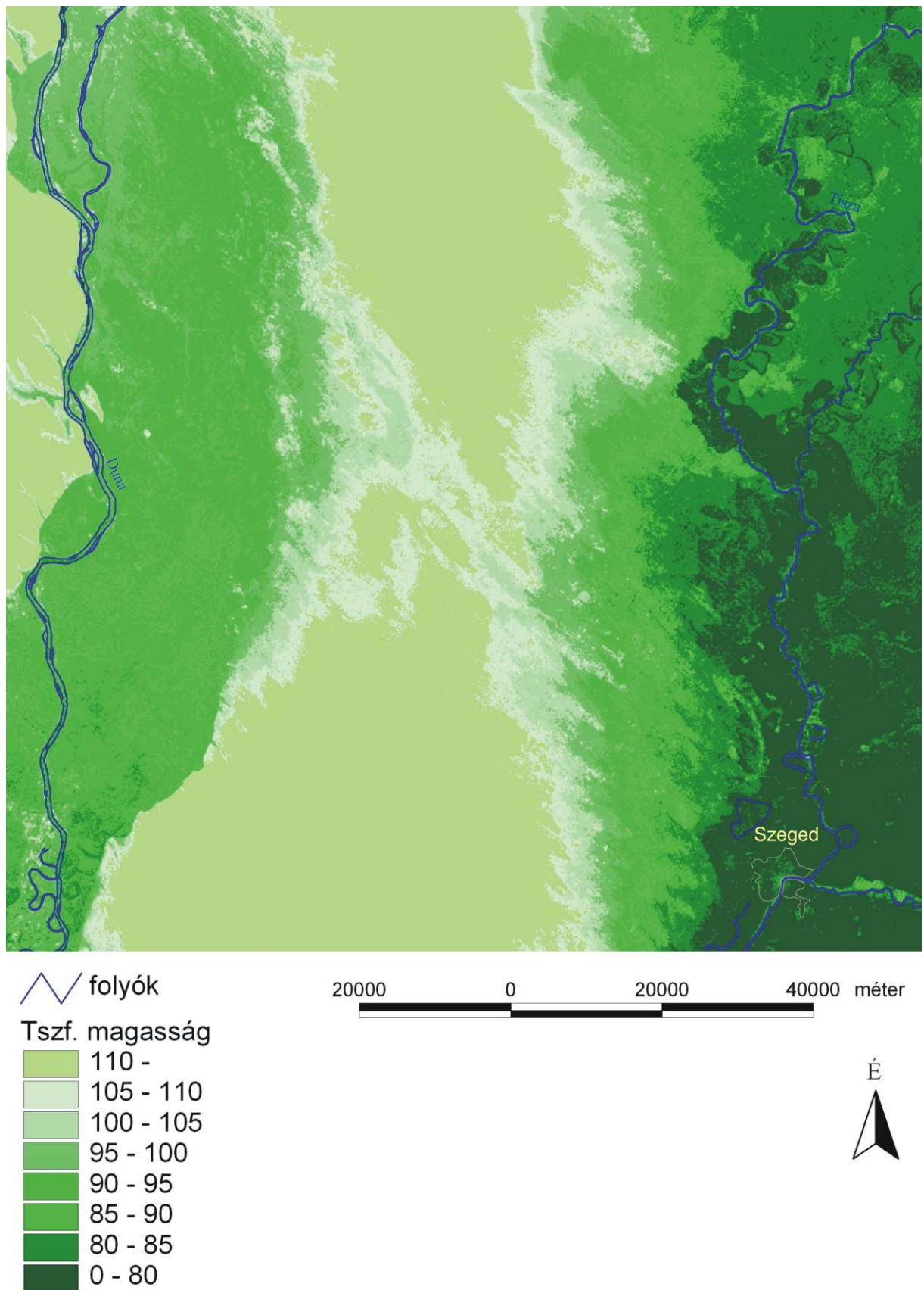
2.1. A Hátság elhelyezkedése

A Duna-Tisza közti Hátság a Duna- és a Tisza-völgy között helyezkedik el. Ny – K-i irányban 80 km széles, és Dabas, valamint a déli határ között 170 km hosszúságú. A Solt-Kiskunfélegyháza vonalig tartó része É – D-i irányban a Lajosmizse-Kecskemét, vagyis a középvonalában 130 – 150 m tszf.-i magasságú. E területtől D-re kevésbé szimmetrikus kifejlődésű, és a Duna-völgyhöz közeli részen Illancs-Pirtó környékén 160 – 170 m tszf.-i magasságot ér el. Ny-on a Duna-völgy 93 – 100 m, K-en a Tisza-völgy 80 – 83 m tszf.-i magasságú, a Hátság tehát átlagosan mintegy 40 – 70 m-re emelkedik ki a Duna- és a Tisza völgy fölé (1. ábra).

A Hátságon a pannóniai képződmények Solton még a felszínen vannak, innen K felé tektonikai süllyedés eredményeként egyre mélyebbre kerülnek, és Kecskeméttől K-re Nyárlőrincen már 273 m mélységben találhatók. Kalocsa–Szentés vonalában ezek a különbségek még nagyobbak, mert Kalocsán a pannóniai réteg felszíne 80 m, Szentesen pedig már 800 m mélységben van (Molnár B. 1961, 1977).

A pannóniai képződmények felett először dunai folyóvízi kifejlődések települtek, majd valószínűleg a gүнz–mindel interglaciálistól kezdve a Duna árteréről az interglaciálisokban az uralkodó ÉNY – DK-i irányú szél által kifűjt futóhomok rakódott le. A glaciálisokban pedig a keleties szelekkel a lösz alapanyaga került a területre. Ennek eredményeként a Nagykőrös–országhatár vonalban 120 m vastagságban ezek a képződmények vannak. E vonaltól a vastagságuk minden irányban vékonyodik. A dunai folyóvízi rétegek közé nehézásvány-vizsgálattal jól kimutathatóan fogaskerékszerűen ős-tiszai folyóvízi képződmények települtek közbe. A szél szállította üledékben pedig mai tiszai vízvidéki (Tisza és mellékfolyóinak üledéke) közbetelepülései vannak (Molnár B. 1964). A közbetelepülések a mai Tisza vonaltól NY-ra is kiterjednek, sőt Pálmonostor magasságában a Hátságba is benyúlnak, így a mai Tiszától 15 – 20 km távolságban is megtalálhatók (Molnár B. 1961).

A Hátságon a felszínen a következő főbb üledéktípusok jelennek meg: futóhomok, finomhomokos típusos lösz és az egykori tavakból kivált karbonát.



1. ábra: A Duna-Tisza köze középső részének domborzata
(SRTM modell alapján, 2000., 90 m X 90 m-es felbontásban)

2.2. A würm kori fejlődés

A Duna-Tisza közti Hátságon az utolsó würm glaciálisban futóhomok közbetelepülésekkel tagolt lösz keletkezett. É-ről, a jégsapka felől a periglaciális területre zúduló hideg légtömegek a Föld forgása miatt keleties irányú szelekké alakultak, és az olvadékvizek finom anyagát felkapva azt Ny felé rakták le. Ez képezi a hátsági löszök alapanyagát. Ehhez a futóhomok finom frakciói keveredtek, és ez az anyag azután diagenetikus úton lösszé alakult át, így jött létre a finomhomokos típusos lösz.

A löszben jelentkező würm kori futóhomokot a jégmentes stadiális (és korábban interglaciális) óceán felől fújó nyugatias szelek, amelyek a területen ma is uralkodnak, a még nem szabályozott dunai ártérről a Hátság területére szállítják és a mindenkori löszrétegre rakják le. A futóhomok a glaciálisokban is végez kisebb mozgást. Ez okozza azt, hogy a löszben vékonyabb futóhomok közbetelepülések is megjelennek. A legfelső, valószínűleg Würm₃ löszrétegben, ott, ahol a futóhomok-képződés nem halmoz fel homokot, talajképződés indul meg, amely az idő rövidsége és a változó körülmények miatt igazán nem tud kifejlődni, és csak „embrionális” formában jelenik meg. Ez a talajkezdemény a mezőszégi talajtípus. A Hátság DNy-i részén, ahol a Hátság és a Duna-völgy között legnagyobb a magasságkülönbség (mintegy 70 m), ott a stadiálisokban a megnövekedett csapadékvíz a Duna-völgy felé hirtelen záporoként zúdul le, és DK – ÉNY-i irányú deráziós völgyeket alakít ki. Ilyenekkel találkozunk pl. Császártöltés környékén. A Kecskemét – Baja út mentén található nemesnáduvardi homokbányában ennek eredményeként még 20 – 30 cm átmérőjű áthalmozott lösztömbök is megjelennek. Ezek valószínűleg még fagyott állapotúak voltak, és a kis távolságra szállítás közben ezért nem áztak szét (Molnár B. 2000). A Duna-völgy északabbi részén a völgy a Hátságba lényegesebb morfológiai emelkedés nélkül megy át. Keceltől délre azonban az egykori Duna a Hátság Ny-i határát alámosta és erodálta, így itt a völgy és a Hátság között 15 – 20 m magasságkülönbség van.

2.3. Holocén fejlődés

A holocén elejére a Hátságon tehát lösszel tagolt futóhomokfelszín alakult ki. Morfológiailag a maihoz hasonlóan hullámos a térszín. A futóhomok-képződés az ÉNY-i uralkodó széliránynak megfelelően tovább folytatódik, és ennek eredményeként a korábbi lösz, illetve futóhomok-területet beborítja. A talajvízszint a megnövekedett csapadék hatására

megemelkedik, és a mélyebb területeken létrejönnek a sekély mélységű tavak. Ezek egy része közvetlenül a lösz felszínén (Kunfehér tó) (Mihácz I. – Mucsi M. 1964), más részük a futóhomokbuckák között, már homokkal fedett mélyedésekben jelennek meg. A legtöbb tó ilyen. Mindkét helyen azonban a korábban ismertett körülmények miatt megindul a karbonátképződés. Ott, ahol a víz állandóbb, először tőzegképződés jön létre (Kolon tó) (Molnár B. – Iványosi A. – Fényes J. 1979), majd a tómeder feltöltődése és valószínűleg a szárazabbá váló klíma hatására legtöbbször ezeken a helyeken is megindul a karbonátképződés. A karbonát képződése a dolgozat 1.1 fejezetében ismertett módon keletkezik.

Ebben a szakaszban a Fairbridge, R. W. (1967)-féle szindiagenézis játszódik le. Erre a szakaszra jellemző, hogy a geokémiai folyamatok elsődleges szabályozója az ásványszemcsék közt változatos kötéseiről jelenlévő nagy mennyiségű pórusvíz (intersticiális víz).

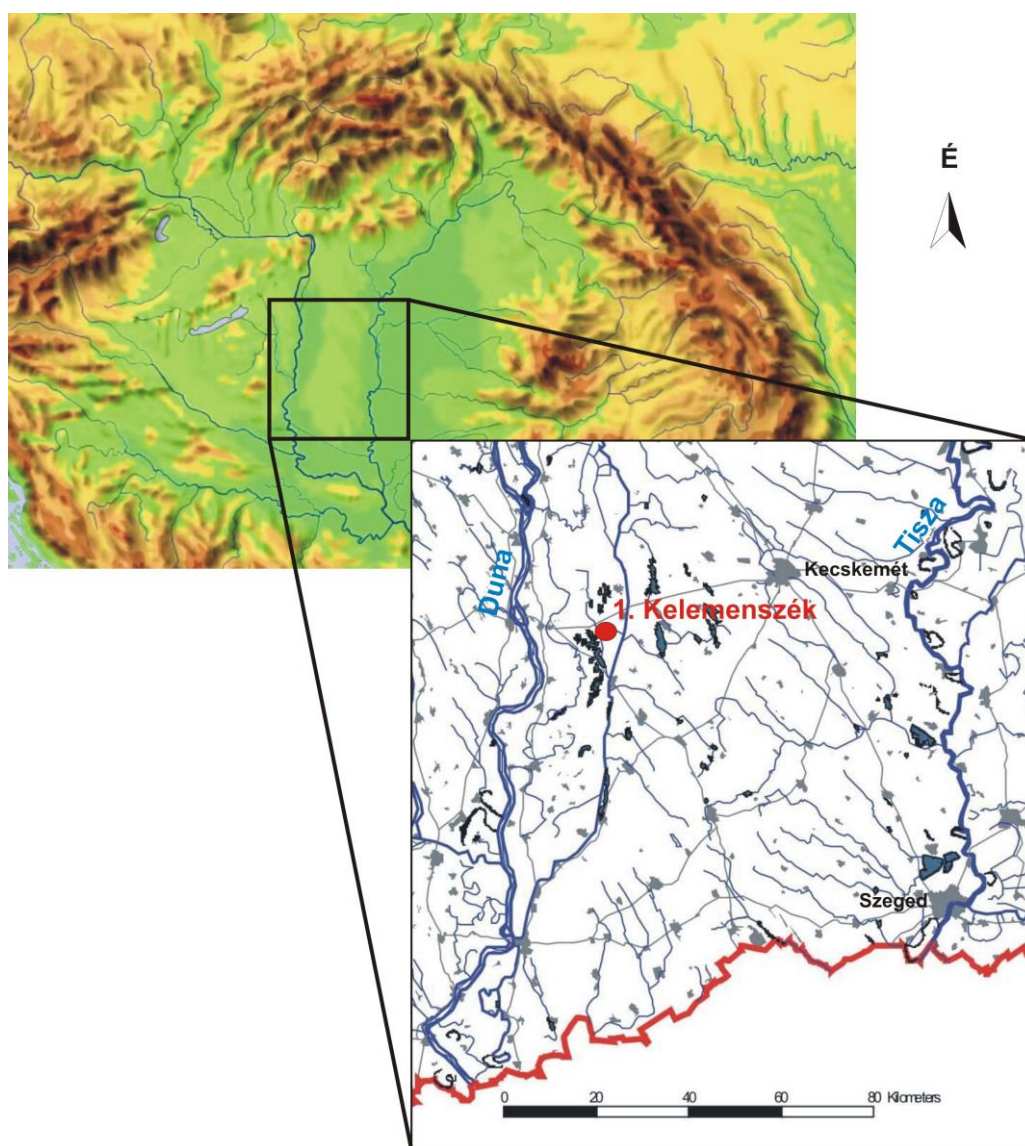
Azokon a helyeken, ahol a vízszint olyan mértékben süllyed, hogy többé tó már nem jön létre, csak legfeljebb tavasszal, rövid ideig borítja a térszint víz (ezek a semlyékek), ott a korábban keletkezett karbonátok a talajvíz ingadozási övben diagenézisen mennek át. Megindul a póruskitöltődés, amelynek eredménye a cementáció és a kemény kőzetté válás.

E szakaszra a Fairbridge, R. W. (1967) féle anadiagenézis jellemző. Ez a betemetődési szakasz után játszódik le. Fő folyamata a kőzetté szerveződés, a litifikáció. Az üledék folyadéktartalma itt erősen vándorol, összmennyisége pedig jelentősen csökken.

3. Mintaterületek kiválasztása, vizsgálati módszerek

3.1. A vizsgálatra kiválasztott mintaterületek

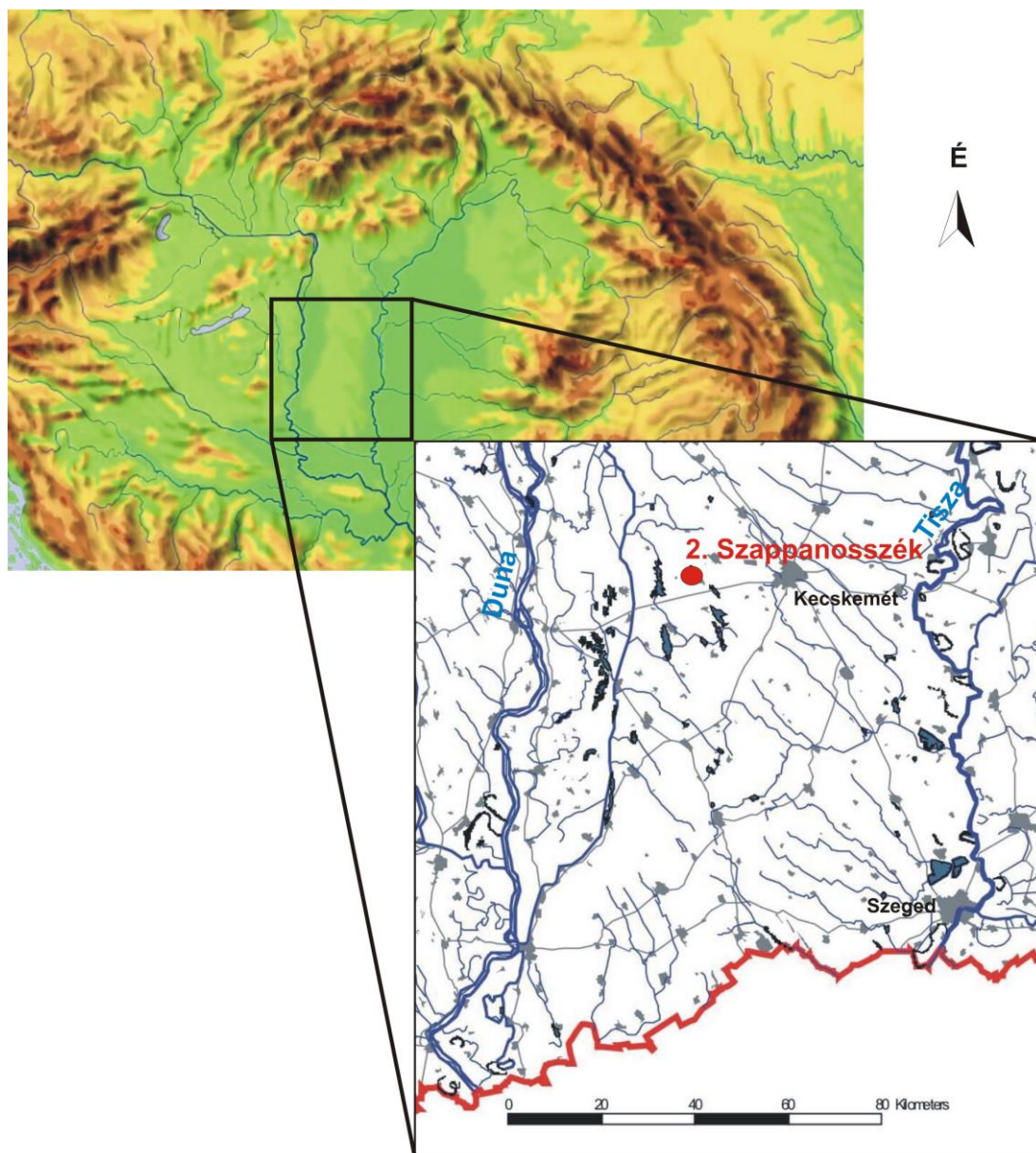
A vizek vizsgálatához egyrészt jellegzetes, és főleg a Kiskunsági Nemzeti Park területéhez tartozó részterületeket jelöltünk ki, másrészt olyan helyeket, ahol a környezetet gazdaságilag hasznosítják, így az előzőekhez ez egyben kontrollterületet is jelent.



2. ábra: 1. számú mintaterület, Kelemenszék tó

(Kárpát-medence domborzata. Forrás: Zentai László /szerk./, www.mek.oszk.hu)

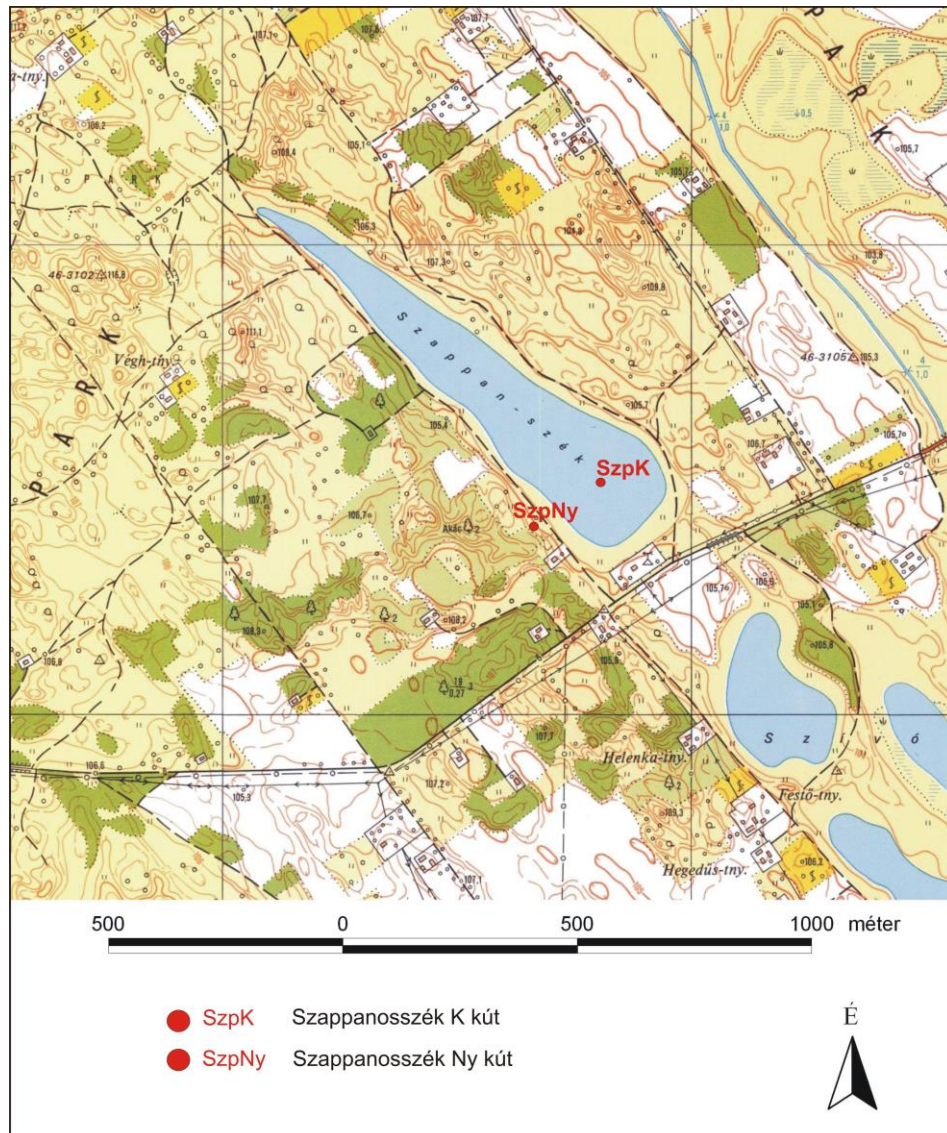
(Molnár B. – Kuti L. 1978a, 1978b). Környezetére a sótűrő-, a tóban pedig a vízinövényzet, valamint a szoloncsák-szolonyec talajok a jellemzők.



4. ábra: 2. számú mintaterület, Szappanosszék tó

(Kárpát-medence domborzata. Forrás: Zentai László /szerk./, www.mek.oszk.hu)

2. sz. terület: A Kiskunsági Nemzeti Parkhoz tartozó Szappanosszék tó, amely a Duna-Tisza közí futóhomok Hátság morfológiailag magasabb részén helyezkedik el. A Fülöpháza melletti homokbuckák 117 m tszf.-i magasságú K-i oldalán található (4. ábra). A tómeder 111 tszf.-i magasságon van. A tótól Ny-ra húzódó homokbuckasor 130 m tszf.-i magasságú. A talajvíz ebből az irányból szivárog a tó felé.

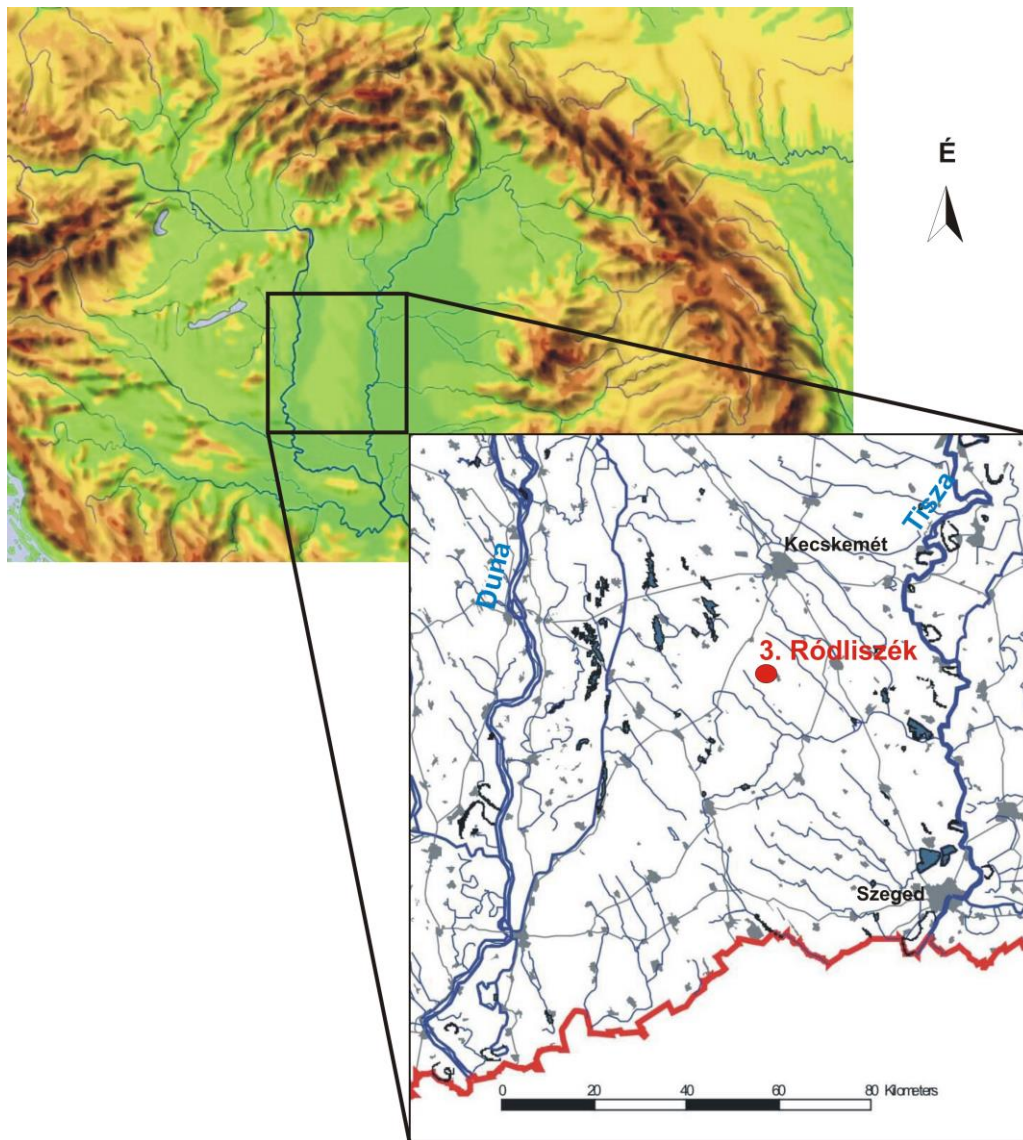


5. ábra: Szappanosszék tó és környéke

A tó hossza 2,5 km, szélessége alig 0,5 km. Vízbóritása periodikus, erősen függ a csapadéktól. Vízmélysége kiszáradása előtt 0,6 – 0,8 m volt. Az evaporáció hatása rendkívül erős. A legnagyobb összes oldott sótartalmú vizet korábban itt találtak. A víz pH-ja elérte a

11-et. A tóban a dolomitiszap 0,6 m vastag és karbonát-tartalma 50,0 % körüli. A karbonát finom homokra települ (Molnár B. – Murvai I. 1976).

A környezetében a száraz buckákon kevés a növényzet, a tó közvetlen környékén fűvegetáció van, a mezőgazdasági művelés hiányzik. (5. ábra) A talaj gyengén humuszos homok és homokos váztalaj. Két megfigyelő kút készült, a tóparti (SzpNy) EOY koordinátája: X= 678 621, Y=171 374 (Ész. 46,88603° és Kh. 19,42394°), a tóközépi kút (SzpK) EOY koordinátája: X= 678 827, Y= 171 467 (Ész. 46,88683° és Kh. 19,42571°).

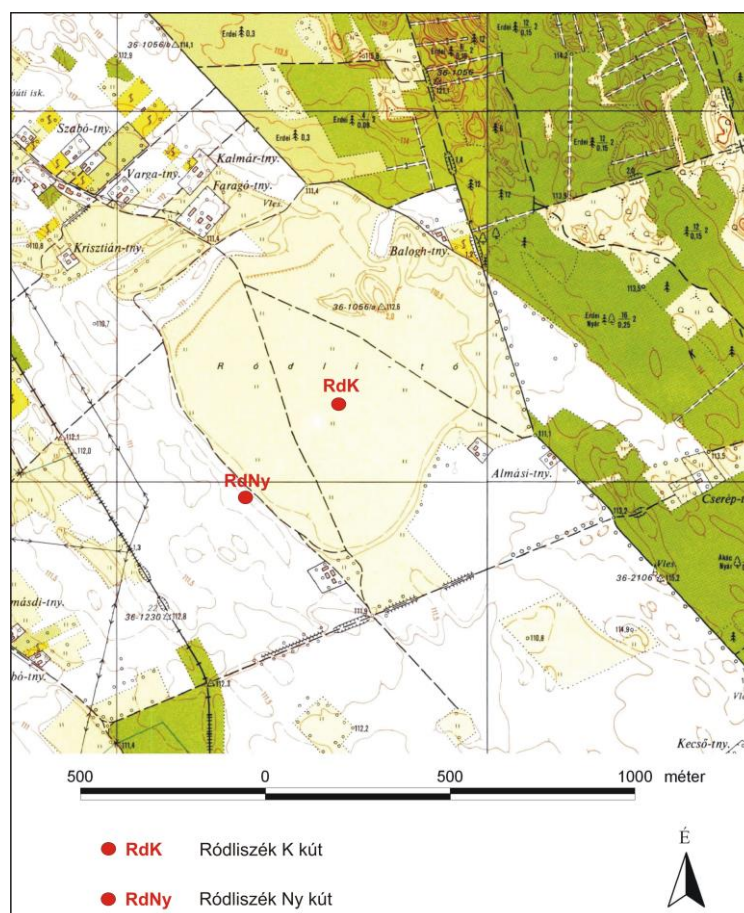


6. ábra: 3. számú mintaterület, Ródliszék tó

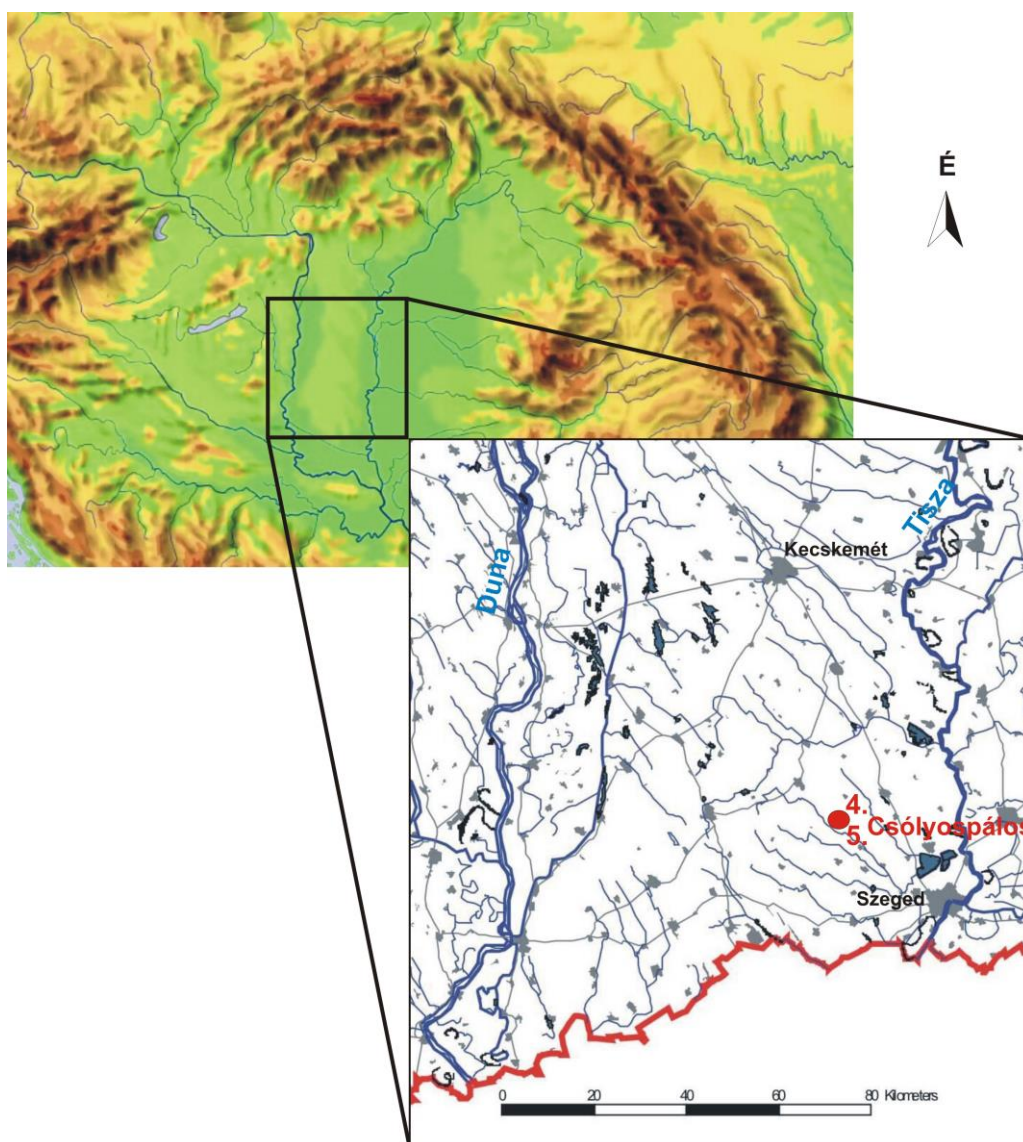
(Kárpát-medence domborzata. Forrás: Zentai László /szerk./, www.mek.oszk.hu)

3. sz. terület: Bugac és Jakabszállás között a Bugactól É-ra 5 km-re lévő Ródliszék tó. A tó a Hátság kelet felé lejtő oldalán 110 – 111 m tszf.-i magasságban van (6. ábra). A morfológiai szintkülönbségek az előző területhez képest itt már lényegesen kisebbek. A tó hossza 4,0 km, a szélessége pedig 3,0 km, a víz legnagyobb mélysége 0,8 m volt. A tófenék alatt 0,8 – 1,0 m vastag tavi dolomitiszap települ, amelynek karbonáttartalma eléri a 70 %-ot (Molnár B. – Szónoky M. 1974). A tóvíz egykoron a tó felé szivárgó talajvízből, a tó környezetéből befolyó csapadékvízből, és a tó felületére hulló csapadékból származott. A víz evaporációja jelentős. A vízborítás periodikus. A víz pH-értéke 10 – 11. A terület környéke mezőgazdaságilag művelt. A tó kiszáradása után a mederben megjelenő fűvegetációt legeltetésre használják.

A környezet talaja humuszos homok. Növényzete vízborításkor a széleken nád, környezetében fűvegetáció volt. Itt ugyancsak két talajvízmegfigyelő kút készült (7. ábra), a tóparti kút (RdNy) EOVS koordinátája: X= 695 437, Y= 152 896 (Ész. 46,71884° és Kh. 19,64183°) a tóközépi kút (RdK) EOVS koordinátája: X= 695 514, Y= 161 585 (Ész. 46,79700° és Kh. 19,64367°).



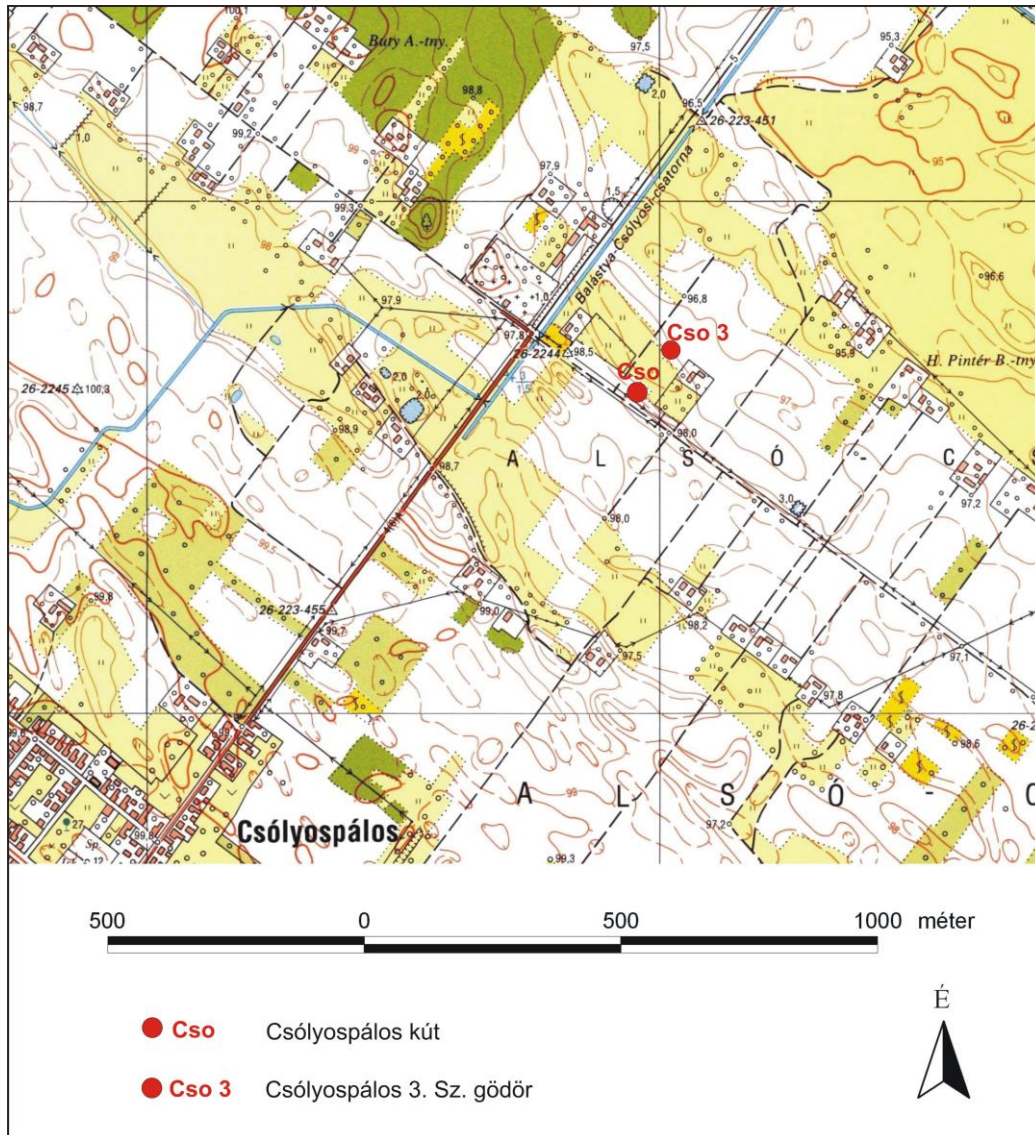
7. ábra: Ródliszék tó és környéke



8. ábra: A 4. és 5. számú mintaterület, Csólyospálos
(Kárpát-medence domborzata. Forrás: Zentai László /szerk./, www.mek.oszk.hu)

4. sz. terület: Csólyospálos községtől 2 km-re ÉK-re, a falu temetőjétől 200 m-re DK-re található (8. ábra). A terület 99,0 – 100 m tszf.-i magasságú. Környezete humuszos futóhomok. Rajta fűvegetáció jelenik meg. A területen létesített kút (csólyospálosi kút /Cso/, 9. ábra) EOV koordinátája: X= 678 687, Y= 171 374 (Ész. 46,8860° és Kh. 19,42387°). A kúthoz közel 20 m X 20 m nagyságú talajvizet feltáró gödör készült, amely öntözési célt

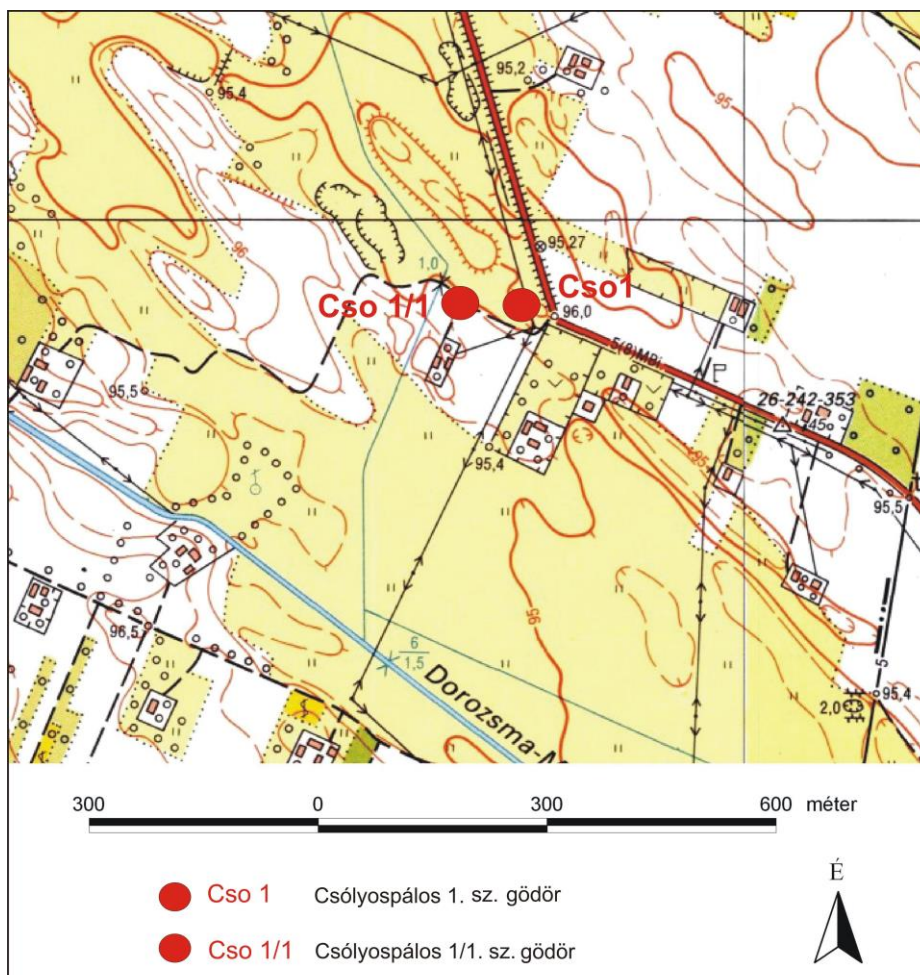
szolgált. A gödör cementált karbonátot és karbonát iszapot tár fel. A talajvíz mélysége évszaktól függően 0,5 – 1,2 m (Molnár B. 1980, Molnár B. – Szónoky M. 1981). A gödör (Csólyospálos 3. sz. /Cso 3./ gödör) EOV koordinátája: X= 711 995, Y= 120 720 (Ész. 46,42807° és Kh. 19,85404°; 9. ábra).



9. ábra: Csólyospálos és környéke

5. sz. terület: Csólyospálostól D-re 3 km-re a Szeged felé vezető út mellett, a földút magasztásához az út mellől főleg dolomitiszapot termeltek ki. A keletkezett gödörben a talajvíz egész évben megmarad, mélysége szintén évszaktól függően 0,2 – 1,5 m. A terület az előzőhöz hasonló tszf.-i magasságú és környezete fűvegetációjú (8. ábra). A vízvételzés EOV koordinátája (Csólyospálos 1 sz. /Cso 1./ gödör; 10. ábra): X= 713 674, Y= 116 903 (Ész. 46,39357° és Kh. 19 87535°). E gödörtől kissé távolabb Ny-ra, igen sekély mélységű

mélyedés van, amelynek a vizét vizsgálatra szintén bevontunk. Ennek EOVS koordinátája (Csólyospálos 1/1 sz. /Cso 1/1./ gödör; 10. ábra): X= 713 561, Y= 116 940 (Ész. 46,39392° és Kh. 19,87389°).



10. ábra: Csólyospálos településtől D-re

3.2. A vizsgálati módszerek

A kiválasztott területeken a talajvízmegfigyelő kutakat a Magyar Állami Földtani Intézet (továbbiakban: MÁFI) Agrogeológiai Osztály munkatársai alakították ki. A fúrások 10 m mélységűek voltak, mintákat 5 cm-ként vettünk. Talajvízszint alatti, PVC csőre szerelt műanyag szűrővel szűrőztünk. A talajmintákat a helyszínen, majd laboratóriumban is

makroszkóposan leírtuk. Az üledék színét a nemzetközileg általánosan használt „The Geological Society of America, Rock-Color Chart” szerint betűkkel adtuk meg. A makroszkópos leírásnál a színmeghatározáson kívül kitértünk a szemcseméret-meghatározásra és a különböző elváltozásokra. Ezután a típusmintákat részletesebb szemcseösszetételi laboratóriumi elemzésre jelöltük ki. A szemcseösszetételi elemzést a finomabb frakciónál hidrometrálásos iszapolással, a durvább részt pedig szitálással elemeztük. Minden mintának a karbonáttartalmát sósavas eljárással határoztuk meg. A kapott eredmények alapján földtani szelvényeket szerkesztettünk (11 – 15. ábrák).

A talajvíz-mintavételeknél a szennyezések elkerülésére nagy gondot fordítottunk.

A talajvízmegfigyelő kutakban a talajvízszintállást, a talajvíz- és a léghőmérsékletet a helyszínen mértük. Laboratóriumban a német gyártmányú WTW pH/Cond 340 i/Set műszerrel mértük meg a vízminták pH-értékét, redoxpotenciál értékét, a fajlagos vezetőképességét, amelyből 0,8-del szorozva számítottuk ki az összes oldott sótartalmát.

A további vízgeokémiai vizsgálatokra a Kieli Egyetem Földtani és Őslénytani Intézetének Hidrogeológiai Laboratóriumában került sor. A kationokat Vista AX, CCD típusú készülékkel, optikai emissziós spektrométerrel, induktív kapcsolással (ICP-OES) elemeztük. Az anionok vizsgálata Hersteller gyártású DX 500-as ionkromatográfiás módszerrel történt. A hidrogénkarbonát tartalmat mg/l-ben 4,3 pH-jú sósavas titrálással határoztuk meg. A stabil izotóp elemzésekre a Hannoverhez közeli Sehnde-ben került sor, a Geokémiai Analitikai Kutató Vállalat, Finningan MAT 251-es tömegspektrográfiájával.

A karbonátok $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ vizsgálatát a karbonátból a szükséges mennyiséget mérve, 25,0 °C-os 100 %-os foszforsavas kezelés után 10 perc, valamint 48 óra után felszabadult CO_2 -ből a McCrea, J. M. (1950) által megadott módon elemeztük, majd a kapott értékeket PDB standartban és a centrifugálással kinyert pórusvizek $\delta^{18}\text{O}$ és δD értékeit SMOW-ban adtuk meg.

A hidrogénizotóp meghatározása a vízmintákat hidrogénre történő redukálásával történt. Ez 500 °C-ra hevített 6 mm-es üvegrúddal négy cinkgranulátum és szilikátgél segítségével vákuumban történt. Az üvegcsőbe 1,0 μl víz hozzáadása után a készüléket azonnal le kell lezárni. Az üvegcső alsó részét folyékony nitrogénnel kell hűteni és így a vizet lassan fagyasztani. Öt perc után az üvegcsőbe nitrogént pumpálva a jeget lánggal vákuumban kell kiolvasztani. A víz hidrogénizotóp redukciója 500 °C-on 30 perc után bekövetkezik. Ekkor a cinkoxid a cinkgranulátumon, vagy az üvegcsővön fehéres lerakódást mutat, amelyből a víz D/H tartalmát tömegspektrográfiával határoztam meg.

A ^{14}C értéket a Debreceni Atomkutató Intézetben a csigahéjak karbonátanyagának felhasználásával állapították meg.

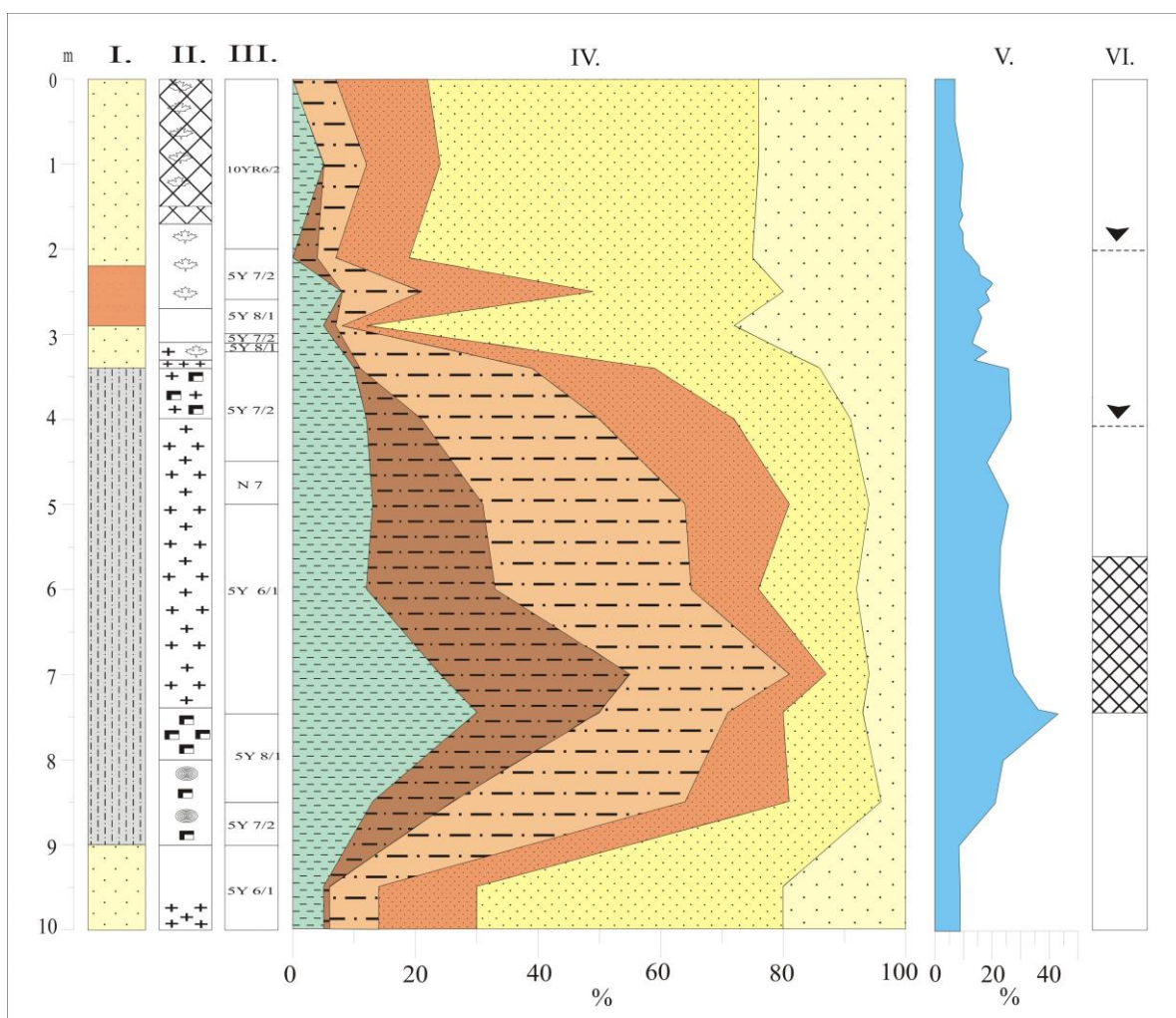
A röntgenvizsgálatok ugyancsak a Kiegi Egyetemen Philips PW 1710 röntgen diffraktométerrel Cu K α sugárzással 2°/perc sebesség mellett készültek.

A szerves és szervetlen szenet a teljes karbonát felszabadítása utáni széndioxidból Ströhlein 702 oszloppal vizsgáltuk. A szervetlen szén így feloldódott a szerveset pedig mérni lehetett.

A karbonát szerves anyagainak összetételét csiszolatban 1 mm-nél kisebb átmérő mellett áteső fényben és fluoreszcens mikroszkóppal kék fény tartományban ölimmerzióban vizsgáltuk.

4. A talvízmegfigyelő kutak rétegsorai

A szappanosszéki tóparton készült Szappanosszék Ny 10,0 m mélységű fúrás 9,0 – 10,0 m között középhomokos apró szemű futóhomokot tárt fel, amelyben a középszemű homok 20 %-ot ér el (11. ábra).



11. ábra: Szappanosszék Ny kút rétegsora

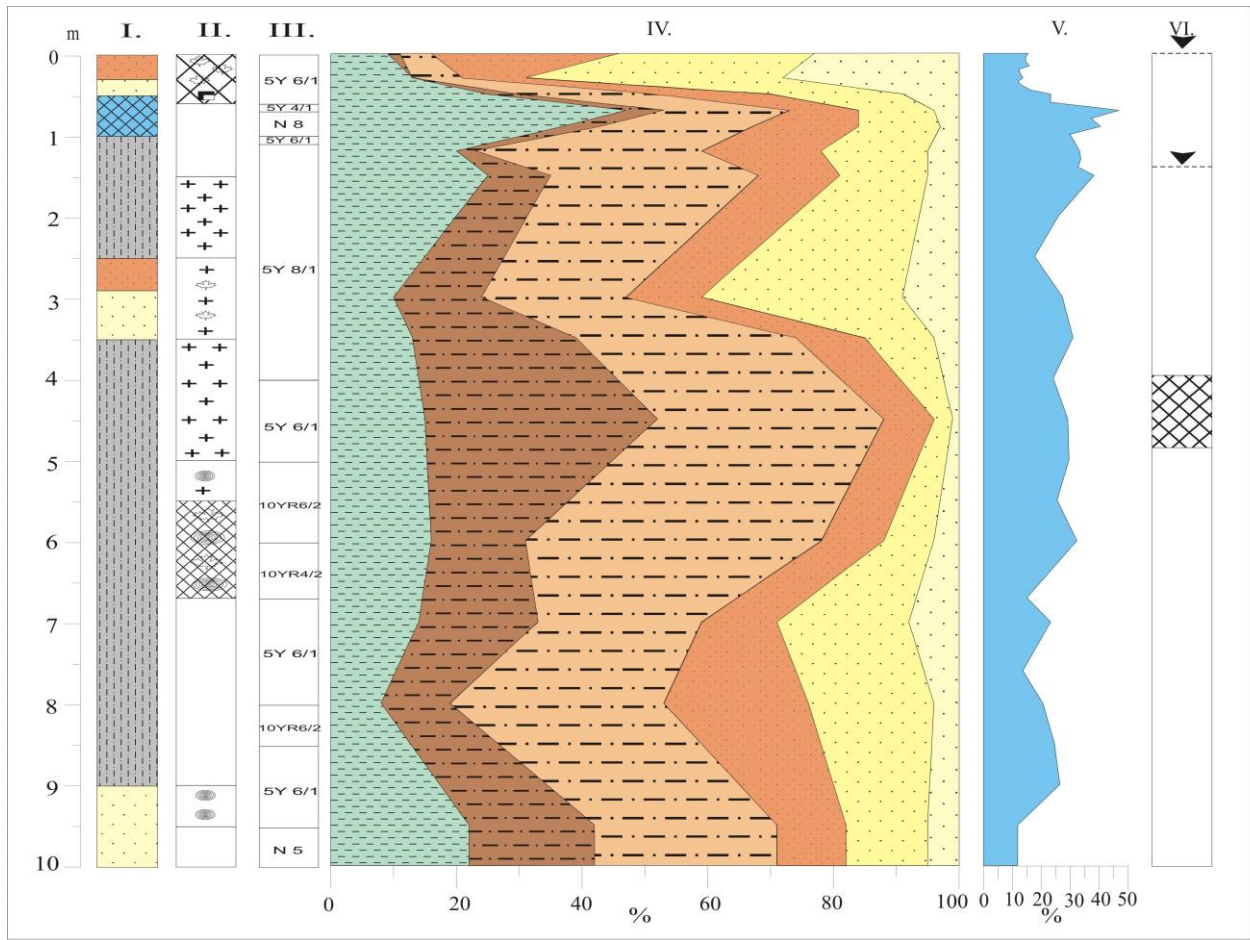
- I. 1. 2. 3. 4. 5. II. 1. 2. 3. 4. 5. 6. III. IV. 1. 2. 3. 4. 5. 6. V. VI. 1. 2.
- I. Üledékfejlődés: 1. középszemű-, 2. finomhomokos apró szemű homok, 3. karbonátiszap, 4. finomhomokos lösz, 5. kőzetlisztes (lössös) tőzeg
- II. Az üledék elváltozása: 1. erősen humuszos, 2. gyengén humuszos, 3. gyökérmaradvány, 4. karbonátkiválás, 5. okkerfolt, 6. csigahéjmaradvány
- III. Az üledék színe a The Geological Society of America, Rock-Color Chart szerint

- IV. Szemcseösszetétel: 1. agyag < 0,005 mm, 2. finom kőzetliszt 0,005-0,02 mm, 3. durva kőzetliszt 0,02-0,06 mm, 4. finomhomok 0,06-0,1 mm, 5. apró szemű homok 0,1-0,2 mm, 6. közép szemű homok 0,2-0,5 mm
- VI. 1. A legkisebb és a legnagyobb mért talajvízszint, 2. A szűrőzött szakasz

A szelvény alsó részén a homok okkerfoltos, amelyet oxidációs folyamat eredményezett. 3,4 – 9,0 m között finom homokos lösz van. A lösz frakció mellett azonban az agyag, a durva kőzetliszt, a finom-, az apró és még a középszemű homok is megjelenik az anyagban, tehát rosszul osztályozott. A szelvényt szakaszon a homok mennyisége felfelé növekszik, ami a löszképződést követő futóhomok-képződés előjele. A finom homokos lösz alsó része csigákat, az alsó és felső része karbonát kiválásokat tartalmaz. A középső része pedig okkerfoltos. A lösz felett 0,0 – 3,4 m között szintén középhomokos apró szemű homok települ, amelybe 2,2 – 2,9 m között eléggé rosszul osztályozott finom homokos apró szemű homok települ közbe. A szelvényt szakasz alsó része gyökérmaradványos 0,0 – 1,7 m között pedig a talajképződés eredményeként humuszos. A szelvényben a sárga szín különböző változatai uralkodnak. A homokrétegek karbonáttartalma 7,0 – 18,0 % közötti. Az utóbbi érték a homokrétegekben jelentősnek mondható. A löszben a karbonát 22 – 27 % körüli, 7,4 – 8,0 m között azonban eléri a 35,0 – 41,0 %-ot. Ez a karbonát kiválás eredménye. A szelvény talajvízszint alatti részét 5,5 – 7,52 m között műanyag szűrővel láttuk el (11. ábra).

A tó közepén készült a **Szappanosszék K** fúrás szelvény alsó részén 9,0 – 10,0 m között a tóparti fúráshoz hasonlóan középhomokos apró szemű homok jelent meg (12. ábra). Felső része csigamaradványokat tartalmaz. 1,0 – 9,0 m között középhomokos apró szemű és finomhomokos apró szemű homok közbetelepüléssel kettéosztott finomhomokos lösz van. A tóparti fúrás 5,5 m vastagságú löszénél itt vastagabb 7,0 m-es löszréteg van. Általánosan jellemző a Duna-Tisza közén, hogy az egykori futóhomokfelszín buckáin a lösz mindig vékonyabb, míg a buckák közötti részen vastagabb kifejlődésű (Molnár B. – Kuti L. 1987). A lösz szelvény 5,5 – 6,7 m-e között a lösz erősen humuszos, és kissé mocsári jellegű kifejlődésű. Csigahéjmaradványokat is tartalmaz.

Ma is megfigyelhető, hogy a buckák közötti részen, mivel a talajvíz a felszínhez közelebb van, a növényzet dúsabb és a terület csigákban is gazdagabb, nyilván ezen a szakaszon is hasonló volt a helyzet. A lösz közötti futóhomok a környező futóhomok-területről szél által került a lösz a felszínre. Mivel ez gyökérmaradványokat is tartalmaz, az eredetileg mélyebb helyzetű részen rajta fűvegetáció fejlődött ki.



12. ábra: A Szapannosszék K kút rétegsora

A jelmagyarázatot lásd a 11. ábra alatt!

A fúrásban a lösz 5,5 – 6,7 m között olyan környezetet jelez, ahol időnként helyi vízborítás lehetett. A szokásos világossárga szín helyett a szelvény közepe részben középszürke, „mocsári jellegű” és humusztartalmú. A korábbi vizsgálatokból hasonló esetek Bugac környékéről is ismertek (Molnár B. – Kuti L. 1987). Ott csigamaradványokkal is bizonyították ezt a környezetet (Tóth Á. – Molnár B 1987). Jelen esetben ebből a mélységből meghatározható ép csigahéjak nem kerültek elő. A 9,0 – 9,5 m közötti löszből azonban Krolopp E. meghatározása szerint nagy ökológiai tűrőképességű 23 db. *Anisus spirorbis* (L.) került elő (1. kép), amelyek időszakos vízborítást jeleznek, sőt ez a víz szikes víz is lehetett, mert ez a faj a mai szikes tavakban is előfordul. A fentieket, ha a Ny-i magasabb helyzetű löszszelvényben tapasztaltakkal hasonlítjuk össze, azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tó tengelyében a tó megjelenése előtt is morfológiailag mélyebb helyzetű terület volt.



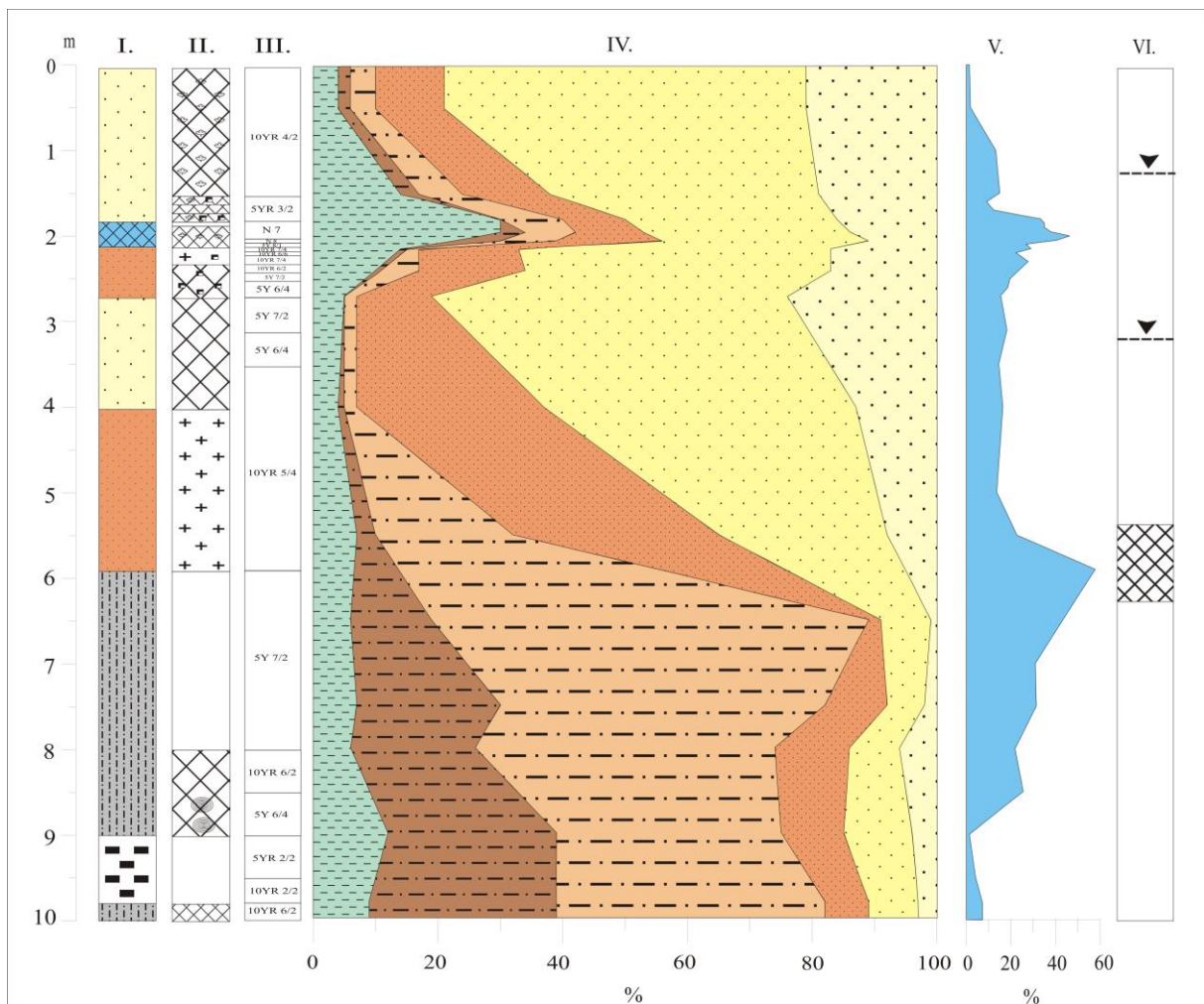
1. kép: A Szapannosszék K fúrásból 9,0 – 9,5 m mélységből előkerült *Anisus spirorbis* (L)

A 0,5 – 1,0 m között karbonátiszap települ, amelynek a karbonáttartalma 37,0 – 47,0 % közötti. A karbonátiszap felett 0,5 m vastag középhemokos apró és finomhomokos apró szemű homok jelenik meg, amelyet a szél a tóba, a környező területekről fújt be. A homokrétegek karbonáttartalma 11,0 – 16,0 % közötti, a löszé pedig az alsó részen 25,0 – 32,0 %, a felsőbb részen pedig 25,0 – 38,0 %. A szelvényben a karbonátiszap fehéres világosszürke, a többi részen a sárga színek különböző változatai jelennek meg. A szelvény 3,95 – 4,85 m közötti szakaszát szűrőztük (12. ábra). A két szelvényt összehasonlítva megállapítható, hogy a morfológiailag magasabb helyzetű tóparti szelvényben a homok a tóközépi szelvélynél nagyobb szerepű. A tóparti szelvényben a karbonátiszap, amely tavi kiválású, hiányzik.

A **Ródliszék tó** tóparti, **Ródliszék Ny** fúrászelvény 9,8 – 10,0 m között humuszos lösszel indul, majd 9,0 – 9,8 m között kőzetlisztes (lössös) tőzeg következik (13. ábra). Mind a lösznek, mind pedig a tőzegnek igen kicsi, mindössze 1,3 – 7,2 % a karbonáttartalma. A szelvényben 5,9 – 9,0 m között újra lösz van. Ennek alsó, 8,0 – 9,0 m közötti része humuszos és csigahéj-maradványos. A kifejlődés egykori, erősen nedves térszint jelez. A löszszelvény további része kevesebb homokot és több finomabb frakciót tartalmaz, a karbonáttartalma nagyobb, mint a homok alatti löszé, mert 26,0 – 32,0 % közötti.

2,1 – 5,9 m között közép- és finomhomokos apró szemű homok váltakozva települ. A homok alsó része okkerfoltos, 4,0 m-től felfelé pedig humuszos. 1,8 – 2,1 m között karbonátiszap van, amelynek karbonáttartalma 34,0 – 46,0 % közötti. A tóparti szelvényben megjelenő tavi karbonátiszap azt bizonyítja, hogy a tó egykoron nagyobb volt. A tóba azonban a szél futóhomokot fújt, és így a területe megváltozott. Gyakori eset, hogy az egykori

tavak területe a mozgó futóhomok miatt ilyen módon változik. A karbonátiszap felett 0,0 – 1,8 m vastagságban újra középhemokos apró szemű homok következik. Ennek karbonáttartalma alulról felfelé 12,0 %-ról 1,3 %-ra csökken. A homok karbonátkiválásokat tartalmaz. A szelvényben a homokrétegeknél a sárga szín különböző változatai uralkodnak, a löszös tőzeg szürke, a karbonát pedig világosszürke színű. A szelvény 5,37 – 6,27 m közötti része szűrőzött (13. ábra).

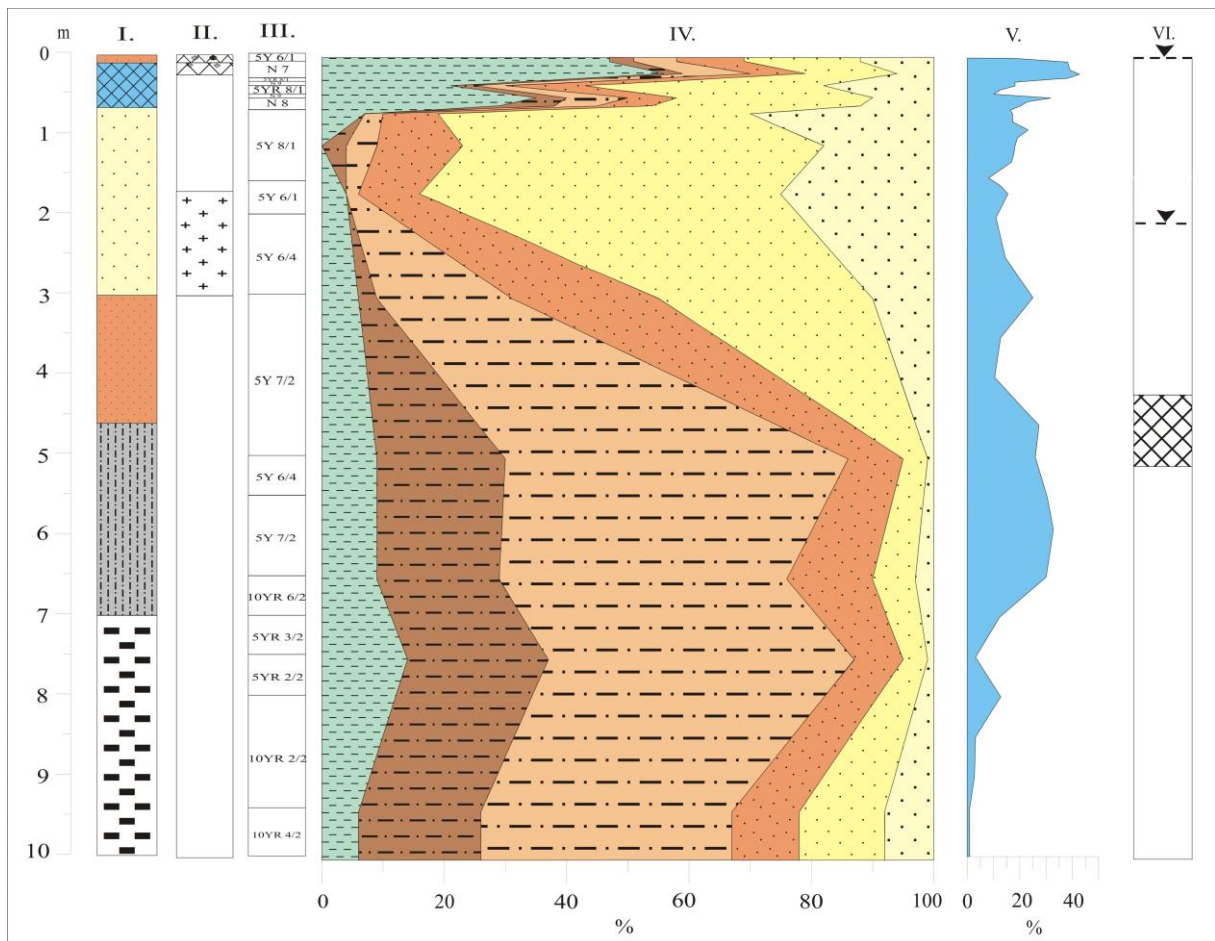


13. ábra: A Ródliszék Ny kút rétegsora

A jelmagyarázatot lásd a 11. ábra alatt!

A tóközépi **Ródliszék K** fúrásszelvény 7,0 – 10,0 m közötti szakaszán a tóparti szelvényhez hasonló kőzetlisztes löszös tőzeg jelenik meg. A tőzeg itt tehát jóval vastagabb, mint a tóparti fúrásban, ami azt mutatja, hogy a terület tovább volt mélyebb helyzetű, mint a parti részen. A karbonáttartalma ennek is igen kevés, mindössze 1,0 – 12,0 % közötti. A színe

sárgásszürke. A löszös tőzeg felett 4,6 – 7,0 m között finomhomokos lösz települ. A lösz közel olyan vastag, mint a tóparti fúrásban. A lösz karbonáttartalma 25,9 – 32,7 % közötti. Itt a tőzeg alatti lösz a fúrás azonban már nem érte el. 0,65 – 4,6 m között közép- és finomhomokos apró szemű homokrétegek váltakoznak, amelyeknek a karbonáttartalma 8,1 – 25,0 % között váltakozik. A tőzeg felett 0,05 – 0,65 m között karbonátiszap jelenik meg, amelynek a karbonáttartalma 10,0 – 42,7 % közötti. Amikor a szél a tóba homokot fúj, akkor a karbonáttartalom kevesebb és a homok több, és ez fordítva is igaz. A karbonátiszap felett 0,05 m vastag finomhomokos apró szemű futóhomok van, ami a tavi szakasz befejeződését jelenti. A rétegek színe a tópartiével egyező. A szelvény 4,2 – 5,1 m közötti szakasza szűrőzött (14. ábra). Mint látható, a tőzeg megjelenésével a ródliszéki szelvények a szappanosszékiektől lényegesen eltérnek.

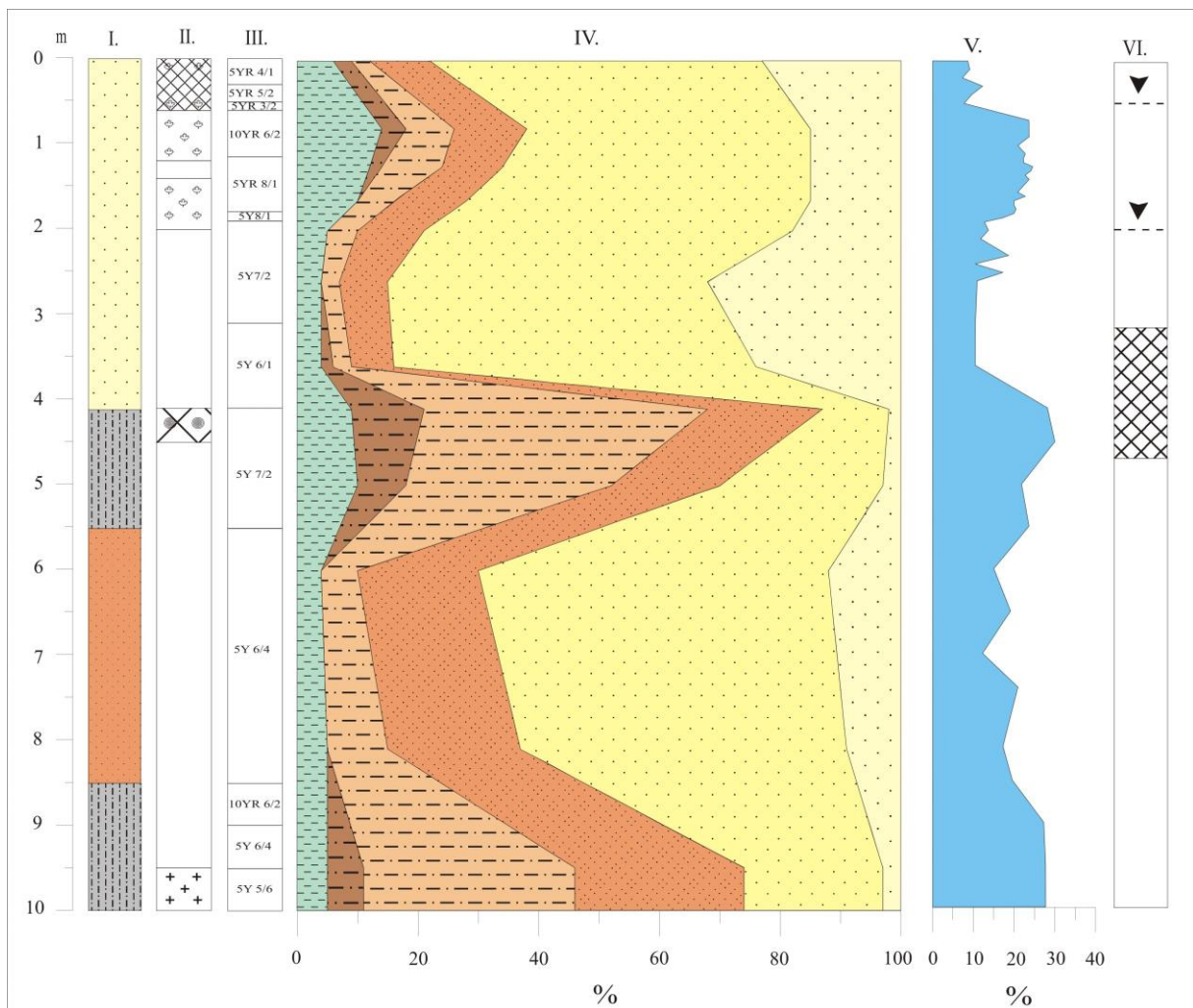


14. ábra: A Ródliszék K kút rétegsora

A jelmagyarázatot lásd a 11. ábra alatt!

A csőlyospálosi szelvényben 8,5 – 10,0 m között finom és apróhomokos lösz van, tehát rosszul osztályozott az üledék (15. ábra). A karbonáttartalma 17,0 – 28,0 % közötti. Alsó

szakasza okkerfoltos, színe szürkéssárga és sárgásszürke. 5,5 – 8,5 m között finomhomokos apró szemű homok települ. Színe szürkéssárga. Karbonáttartalma 12,0 – 23,0 % közötti. 4,1 – 5,5 m között ismét finomhomokos lösz van, ez azonban jobban osztályozott, mint az alsó lösz, mert kevesebb homokot tartalmaz. A szelvényen belül 28,0 – 30,0 % közötti értékkel itt a legnagyobb a karbonáttartalom. 0,0 – 4,1 m között középhomokos apró szemű homok található. Felső része gyökérmaradványos és humuszos. Színe sárga, karbonáttartalma általában 22,0 – 24,0 % körüli, de van a felszínhez közel olyan rész is, ahol csak 7,0 %. Ennek oka az, hogy a leszivárgó csapadék a karbonátot a melyebb rétegekbe mossa. A szűrőzött szakasz 3,2 – 4,7 m közötti (15. ábra).



15. ábra: A Csólyospálos kút rétegsora

A jelmagyarázatot lásd a 11. ábra alatt!

5. A talajvizek hidrodinamikai állapota

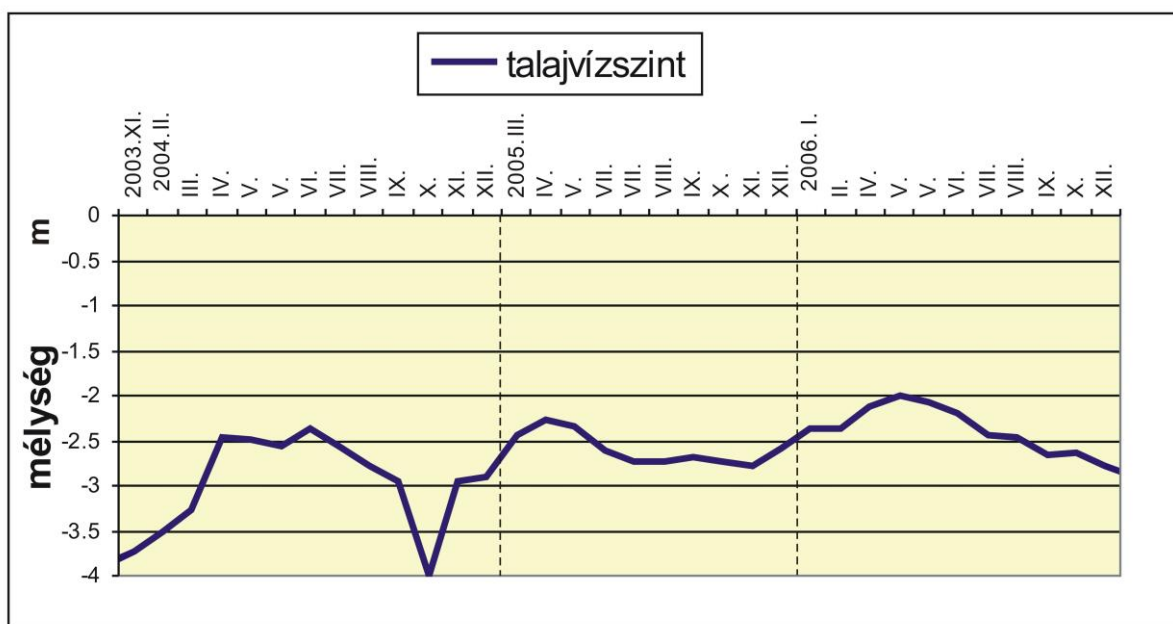
Közismert, hogy az 1970-es évek végétől a Duna-Tisza közti talajvízszintek erősen süllyedtek, amely a területen komoly problémát jelentett. A süllyedés elsődleges oka a korábbi évtizedeknél kevesebb csapadékmennyiség. A süllyedést a terület fásítása azonban elősegítette, különösen a nyárfaerdők telepítése, amelyeknek a vízigénye jelentős. A kevesebb csapadék miatt a hiányzó vizet a mezőgazdaság a locsoláshoz a talajvízből, de a tanyavilág a kommunális vizet is a csökutakból kinyert talajvízből pótolta.

Ezért úgy gondoltuk, hogy a 2003. év végén kialakított kutakban, főleg a 2004 – 2006 közötti időszakban megvizsgáljuk a talajvízállásokat. A 2004. év csapadék szempontból különleges év volt, mert az azt megelőző őszen, de még januárban és februárban is a területre igen jelentős mennyiségű csapadék hullott. Ezt követően azonban nyár elejétől hosszú hónapokig szinte csapadékmentes időszak következett. Ezért tavasszal a terület jelentős részén jelentős belvízborítás volt. Ilyen módon a három év figyelési adatait feldolgozva az öt kútnál kutanként a következő megállapítások tehetők:

– A **Szapannosszék Ny-i** kút, mint korábban arra rámutattunk, az általunk vizsgált területen a legmagasabb morfológiai helyzetű. A kútnál **2003.** november 11-én volt az első mérés, ekkor 3,73 m-en volt a talajvízszint. **2004.** február 21-én 3,52 m, márciusban pedig 3,28 m vízállást mértünk. Április 22-én azonban már 2,47 m-re emelkedett. Innen május 26-ig lassan 2,56 m-re süllyedt, majd június 23-án újra emelkedve 2,37 m volt. Július 13-án azonban már ismét 2,57 m-re, vagyis mélyebbre került a talajvíztükör. Szeptember 3-ig 2,96 m mélységig fokozatos süllyedés következett be. Októberben hirtelen 4,0 m mélységben volt a vízszint. A vizsgált területen, a mért időszakban ez volt a legmélyebb víztükör. December 30-án 2,91 m-es vízállás volt. Látható, hogy a legmélyebb és legmagasabb víztükör közötti különbség 2004-ben 1,63 m-t ért el.

2005. március 23-án 2,44 m-es vízállás volt. Innen kisebb ingadozásokkal a következő hónapokban úgy alakult, hogy áprilisban 2,27 m, májusban 2,34 m, július elején 2,6 m, július végén 2,73 m, augusztusban 2,74 m, szeptemberben 2,68 m, októberben 2,74 m, novemberben 2,77 m, és végül decemberben 2,59 m volt. Az egész évet a kiegyenlített talajvíztükör jellemezte. A legmélyebb és legmagasabb talajvízszint közötti különbség az előző évinél jóval kisebb, mindössze 0,5 m volt. Az is megállapítható, hogy a talajvízszint az előző évinél általában magasabban helyezkedett el.

2006. január 31-én 2,37 m, február 28-án 2,36, április 8-án 2,11, május 3-án 2,01 m, május 26-án 2,07 m volt, és a továbbiakban is az év végéig lassan süllyedt a talajvízszint, december 13-án 2,79 m-en volt. A legmagasabb és a legalacsonyabb vízszint közötti különbség 2006-ban 0,78 m volt, tehát valamivel nagyobb volt a különbség, mint az előző évben, de az emelkedési tendencia, különösen az év közepén itt is érvényes (16. ábra).



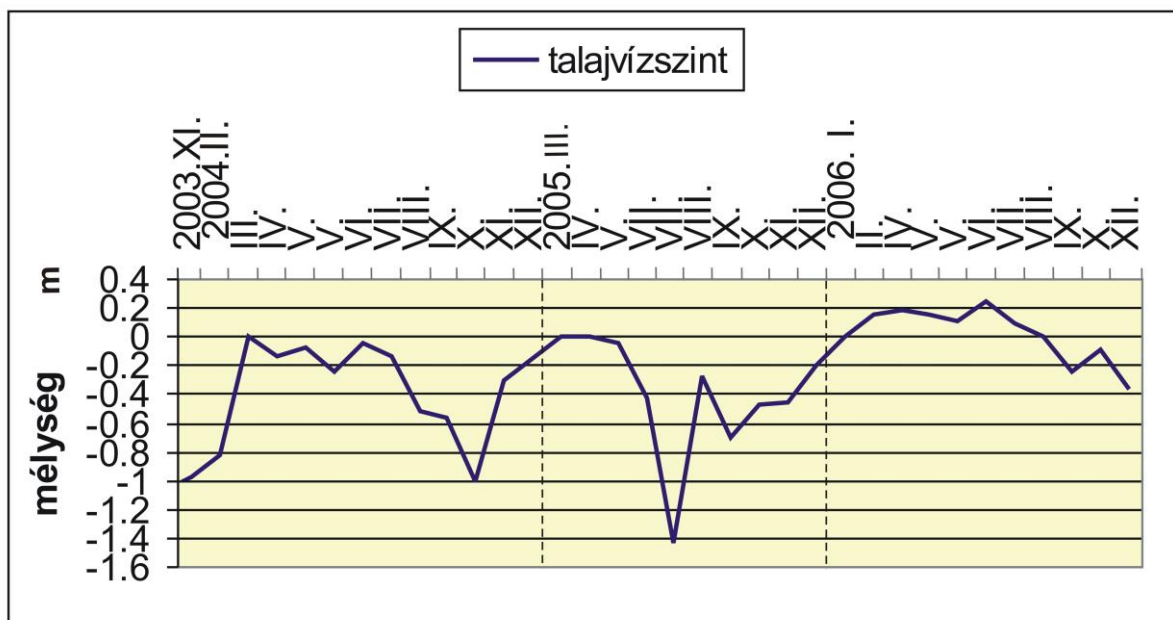
16. ábra: A Szappanosszék Ny kútban mért talajvízszint változás

Az adatokat lásd a 4. táblázatban!

– A **Szappanosszék K-i**, egykori tómederben készült kútban **2003.** november 11-én 0,97 m, **2004.** február 21-én pedig a talajvízszint 0,82 m-en volt. Március 18-án azonban már a felszínen volt a talajvíz, a tóban pedig néhány cm-es vízborítás volt. Április 22-én 0,14 m-re süllyedt, majd július 13-ig közel hasonló értéket mértünk. Augusztus 10-én azonban már a vízszint 0,51 m-en volt. Minimum értékét 1,0 m-rel október 10-én érte el, majd december 30-ra újra 0,15 m volt. A minimum- és a maximumértékek közötti különbség 1,0 m volt.

2005. márciusban és áprilisban a tavat víz borította, tehát a vízszint a talajfelszín felett volt. Minimumértéket július 27-én mértük, amikor 1,43 m-en volt a talajvízszint. Az év végére újra 0,19 m-re emelkedett. A talajfelszín (tófenék) és a legmélyebben lévő vízszint közötti különbség 2005-ben 1,43 m volt, tehát nagyobb volt a különbség, mint az előző évben, és ez az értékek alakulásában időben is eltolódás mutatkozott, mert a legmélyebben lévő vízszintet korábban mértük, mint az előző évben. Az értékek azonban az előző évhez hasonlóan alakultak.

2006-ban a vízszintek egész évben igen magasan voltak. A tó egy részét januártól egészen augusztusig víz borította, ami februárban elérte a +0,15 m-es mélységet. A legmélyebb talajvízszint december 13-én 0,37 m volt, a különbség is tehát 0,37 m, vagyis itt jelentkezett legjobban az a tény, hogy a területen a talajvízszint emelkedik (17. ábra).



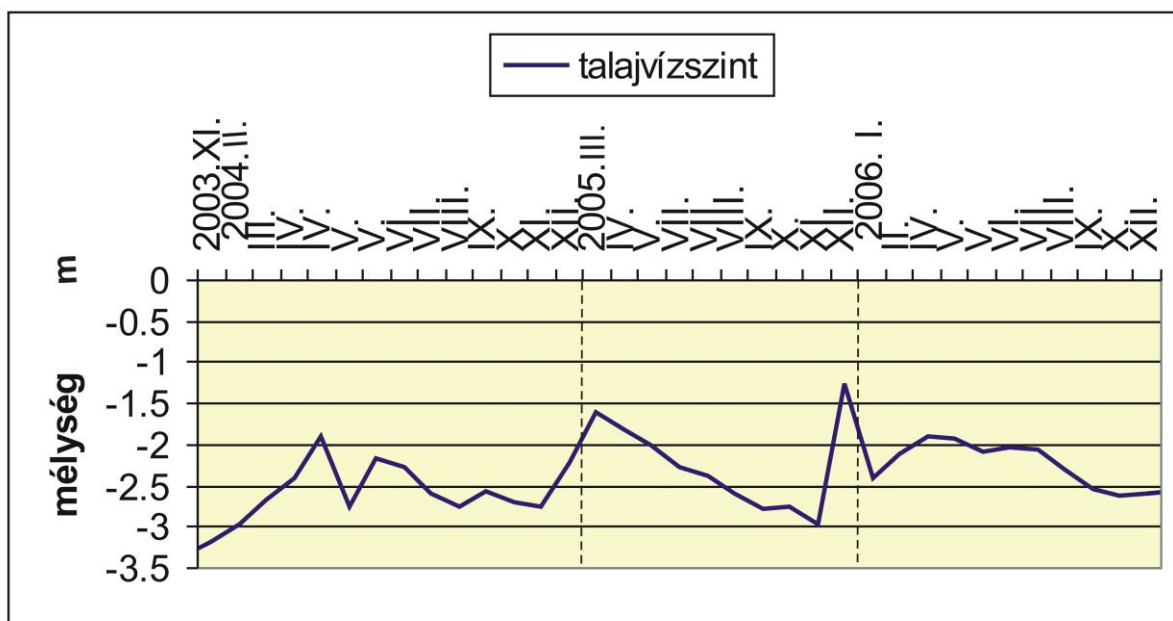
17. ábra: A Szappanosszék K kútban mért talajvízszint változás

Az adatokat lásd a 6. táblázatban!

– A **Ródliszék Ny-i** kútban **2003.** november 11-én a vízállás 3,17 m-en volt. **2004.** február 21-én kissé magasabbra 2,96 m-re emelkedett. Legmagasabban 1,91 m-rel április 22-én volt, de a következő hónapban már ismét 2,75 m-en volt. Év végéig változó értékekkel ugyan, de 2,21 m-re emelkedett. A legkisebb és a legnagyobb értékek közötti különbség 1,26 m.

2005. március 22-én 1,6 m-en volt a vízállás. Legmélyebben 2,97 m-rel november 25-én volt, de december 29-én már 1,25 m-rel elérte a legmagasabb értékét. Az évi különbség 1,72 m, tehát nagyobb, mint az előző évben.

2006. januárban 2,4 m-en volt a vízállás. Legmagasabban 1,90 m-en április 8-án volt. Legmélyebb értékét 2,62 m-rel november 16-án érte el, majd december 13-án 2,59 m-en volt. A legmagasabb és a legmélyebb vízállás közötti különbség 2006-ban 0,72 m, vagyis jóval kisebb, mint az előző években volt. (18. ábra).



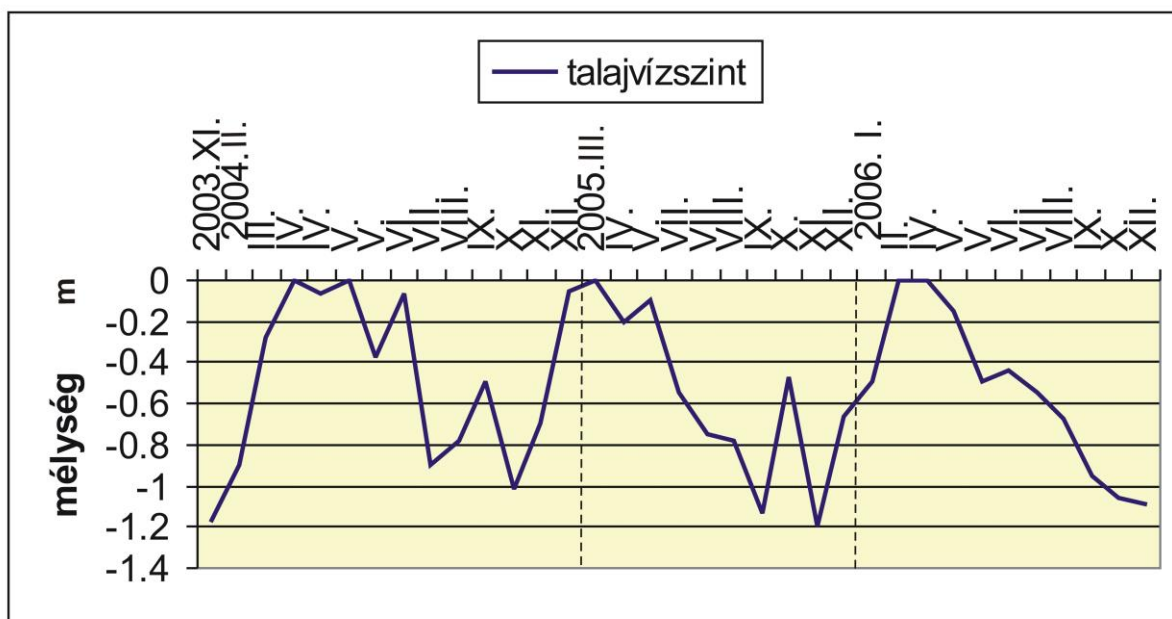
18. ábra: A Ródliszék Ny kútban mért talajvízszint változás

Az adatokat lásd a 8. táblázatban!

– A **Ródliszék K-i** kútban **2003.** november 11-én 1,18 m mélységben állt a víz. **2004.** február 21-én 0,9 m-en volt a talajvízszint. Március 18-án még 0,28 m mélységben, április 3-án azonban már a felszínig ért, és ez többé kevésbé május 12-ig tartott. Innen ingadozva ugyan, de szeptember 3-ig 1,0 m felett volt, majd október 10-én 1,02 m-re süllyedt, viszont novemberben és decemberben ismét 1,0 m fölé emelkedett. A legmélyebb és legmagasabb vízszint közötti különbség 1,18 m-t ért el.

2005. március 22-én a víz a felszín felett plusz 0,2 m-re volt. Április 30-án már 0,2 m mélységbe került. Május 24-én 0,1 m-re, július 8-án 0,54 m-re emelkedett, július 27-én 0,75 m-re, augusztus 27-én 0,78 m-re, október 8-án 1,13 m-re süllyedt, majd október 29-én 0,47 m-re emelkedett, november 25-én azonban újra 1,2 m-re süllyedt, végül december 29-én 0,66 m-en volt. A gyors ingadozás a közbeeső esős időszaknak köszönhető. A legmagasabb (tófenék) és a legmélyebb talajvízszint közötti különbség 1,2 m volt, ha azonban a tóban lévő vizet is számítjuk, úgy 1,4 m.

2006. január 31-én a talajvíz 0,49 m-en volt, majd április végéig a tó egy részét víz borította, május 3-án került ismét 0,14 m mélységbe. Egészen december 13-ig fokozatosan süllyedt, amikor is 1,09 m mélységű volt. Az évi minimum és maximum közötti különbség tehát ugyanennyi, vagyis 1,09 m, ami valamivel kisebb, mint az előző években volt (19. ábra).



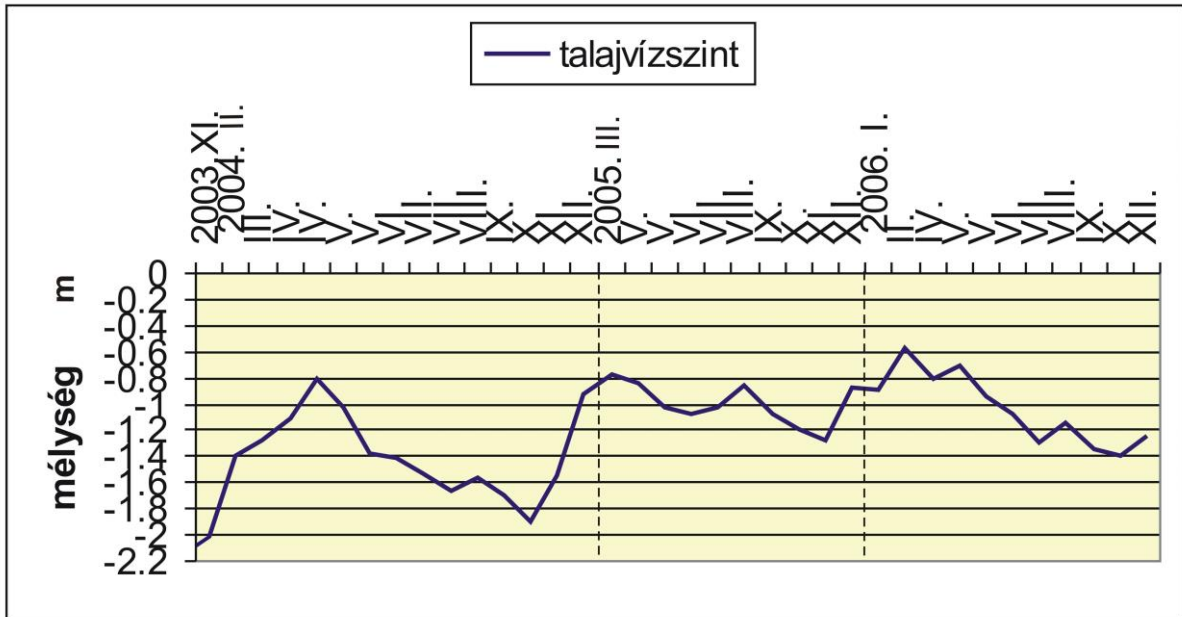
19. ábra: A Ródliszék K kútban mért talajvízszint változás

Az adatokat lásd a 10. táblázatban!

– A **Csolyospálos** kútban **2003.** november 11-én 2,02 m-en volt a vízállás. **2004.** február 21-én 1,4 m, március 18-án 1,28 m, április 3-án 1,1 m, április 3-án 1,1 m, április 22-én 0,81 m, ami az év legmagasabb vízállását jelentette, május 12-én 1,03 m, innen október 10-ig 1,9 m-re süllyedt, majd december 30-ra újra 0,93 m-re emelkedett. Az évi különbség 1,22 m.

2005. március 22-én 0,78 m, május 1-jén 0,84 m, május 24-én 1,02 m, június 30-án 1,07 m, július 27-én 1,03 m, augusztus 28-án 0,85 m, október 7-én 1,07 m, október 29-én 1,19 m, november 25-én 1,27 m, és december 29-én 0,88 m volt a vízállás. Az egész évre elmondható, hogy egyenletes volt a vízjárás, mert a legmélyebb és a legmagasabb vízállás közötti különbség mindössze 0,49 m volt.

2006. január 31-én 0,89 m, február 23-án 0,57 m, április 8-án 0,80 m, május 3-án 0,70 m, május 25-én 0,94 m, június 27-én 1,07 m, július 26-án 1,3 m, augusztus 26-án 1,14 m, szeptember 28-án 1,35 m, november 10-én 1,39 m, végül december 11-én 1,25 m-ben volt a talajvízszint. Az évi különbség 0,82 m (20. ábra).



20. ábra: A Csólyospálos kútban mért talajvízszint változás

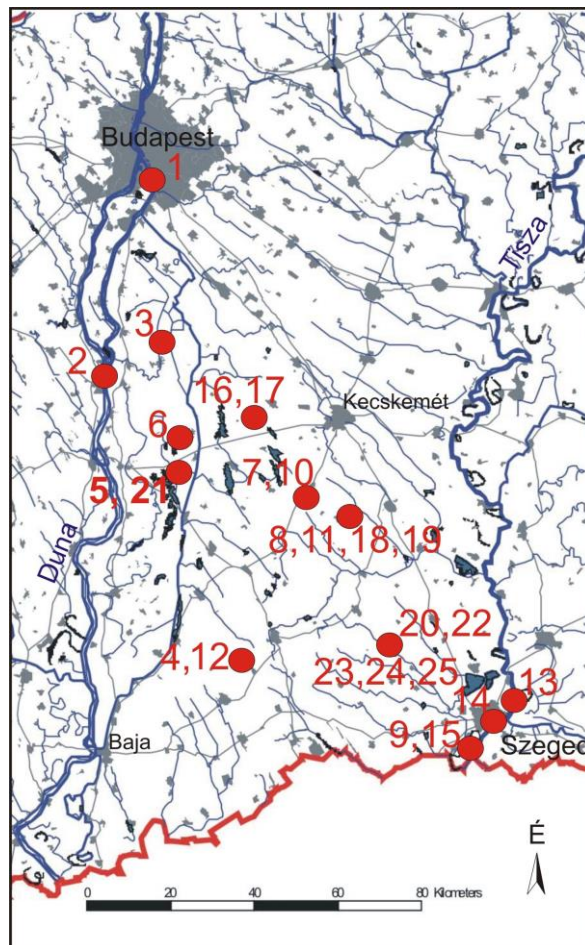
Az adatokat lásd a 12. táblázatban!

Összegezve megállapítható, hogy a vizsgált területen belül a talajvizek a felszínhez relative közel helyezkednek el. Ugyancsak megfigyelhető, hogy a vizsgált időszakban és a vizsgált kutak legtöbbjében a talajvízszintek évenként emelkedő tendenciát mutatnak. Ez esetleg azt jelentheti, hogy az 1970-es évektől kezdődő talajvíz-süllyedési tendencia megfordult. Ez az utóbbi évek bővebb csapadékának lehet az eredménye.

6. A kutatási területet érintő egyéb vizek általános jellemzői

6.1. A területet érintő folyó-, talaj- és felszíni vizek általános jellemzői

Mielőtt a kiválasztott mintaterületek vizeit vizsgáltuk volna, a tágabb területek vizeinek néztük meg a kémiai jellemzőit, hogy összehasonlítási lehetőséget teremtsünk. 2000. március végén és április elején 15 helyről gyűjtöttünk vizsgálatra vízmintákat (21. ábra).



21. ábra: A vízmintagyűjtési helyek

Mint korábban jeleztük, ez az év csapadék szempontjából különleges volt, mert éppen a gyűjtési időszakban magas dunai és tiszai vízállások voltak, és a területen jelentős volt a belvíz is.

Az 1 – 2. sz. minta a Dunából Budapesttől D-re származik, a 3 – 12. sz. minta a Duna-Tisza közti talaj-és tóvíz, illetve a 4. sz. minta rétegvíz. A 13 – 15. sz. minta pedig tiszai

folyóvízi. A rendkívüli időjárásnak köszönhetően a terület tavai a korábbi kiszáradás után ekkor vízzel jórészt feltöltődtek.

Az 1 – 2. sz. dunai vízminiók jellemzői, hogy összes oldott sótartalmuk mindössze 332,8 – 348,0 mg/l, ugyanez a 13 – 15. sz. tiszai vízminiókra is vonatkozik, amelyeknek értéke 246,4–382,4 mg/l közötti. Ilyen kis értéke 294,4 mg/l-rel csak a 4. sz. kunfehértói rétegvíznek volt (1. táblázat).

Sz.	Mintavétel helye	A víz jellege	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Si ⁴⁺	pH-érték	Összes oldott só tart. mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	Mg/Ca arány
mg/l																
1	Bp-tól D-re	Duna víz	10,0	2,5	12,3	54,0	0,21	0,02	<0,02	0,02	<0,50	2,9	7,7	332,8	176,9609	0,227
2	Dunaújváros	Duna víz	11,0	3,1	13,2	56,0	0,21	0,03	<0,02	<0,01	<0,50	3,3	7,8	348,0	176,9609	0,235
3	Apajpuszta	talaj víz	1049,0	8,2	19,7	12,0	0,15	0,04	<0,02	0,04	<0,50	6,7	8,2	3384,0	1922,1615	1,641
4	Kunfehértó	rétegvíz	2,1	1,0	11,9	56,0	0,11	0,02	<0,02	0,06	<0,50	4,5	7,6	294,4	213,5735	0,212
5	Kelemenszék tó	tóvíz	834,0	5,7	10,5	18,0	0,25	0,35	0,04	1,50	1,10	6,0	8,6	2792,0	1513,3208	0,583
6	Kisréti tó	tóvíz	552,0	7,1	36,0	30,0	0,18	0,02	<0,02	0,08	<0,15	1,3	8,5	1936,0	1238,7263	1,20
7	Bogárzó tó	csökút talaj víz	31,0	1,0	43,0	144,0	0,46	0,02	0,27	0,02	<0,50	5,9	7,9	874,4	390,5344	0,298
8	Ródliszék mest. kút	talaj víz	1244,0	20,4	108,0	71,0	0,40	0,04	0,03	0,019	<0,50	15,2	8,3	4696,0	482,0659	1,52
9	Gyálárét	csökút talaj víz	69,0	1,3	36,0	103,0	0,57	0,08	0,57	0,01	<0,50	11,8	7,7	820,8	689,5373	0,349
10	Bogárzó tó	tóvíz	167,0	31,1	62,0	27,0	0,22	<0,01	<0,02	0,03	<0,50	10,2	8,5	598,4	738,3541	2,296
11	Ródliszék tó	tóvíz	82,0	18,3	30,0	27,0	0,17	<0,01	<0,02	0,02	<0,50	19,3	8,2	598,4	445,4533	1,111
12	Kunfehér tó	tóvíz	59,0	23,2	43,0	27,0	0,23	0,01	<0,02	0,01	<0,50	2,9	8,1	597,6	482,0659	1,592
13	Szeged algyői híd	Tisza víz	13,0	3,4	6,9	36,0	0,13	0,02	<0,02	0,30	<0,50	4,1	7,5	246,4	115,9399	0,191
14	Szeged rakpart	Tisza víz	23,0	4,1	10,6	53,0	0,20	0,02	<0,02	<0,03	<0,50	4,0	8,0	379,2	152,5525	0,200
15	Szeged Gyálárét	Tisza víz	31,0	4,0	14,5	42,0	0,17	0,02	<0,02	0,09	<0,50	3,7	7,8	382,4	195,2672	0,340

1. táblázat: A 2000. március végén és április elején gyűjtött Duna és Tisza víz, valamint a Duna-Tisza közti réteg-, talaj- és tóvizek kémiai jellemzői

A legnagyobb összes oldott só tartalma 4696, mg/l-rel a Ródliszék tó melletti gémeskút vizének volt. A tó-és talajvizek változatos só tartalmúak. A 3. sz. apajpuszti talajvíz só tartalma

3384,0 mg/l. Az állandóbb vízzel borított tavak, mint pl. a Kelemenszék, vagy a Kisréti tó 1936,0 – 2792,0 mg/l-rel alig kisebb só tartalmúak. Azok a tavak, amelyek a hóolvadás után teltek meg vízzel, a Bogárzó- a Ródliszék- vagy a Kunfehér tó 597,6 – 598,4 mg/l összes oldott só tartalmaznak. Mindegyik vízre jellemző, hogy a nyári evaporáció előtti értékeket jelentik.

A vizek pH-értéke a Duna és a Tisza esetében 7,5 – 8,0, a réteg- és a csökutak vize 7,6 – 7,9 közötti. A többi talaj- és tóvizek pH-értéke a szikes jellegnek megfelelően 8,1 – 8,6 közötti. Tehát erősen lúgos kémhatásúak.

A Mg/Ca arány, amely a dolomitképződésnél fontos tényező 2,296-del a legnagyobb értékét a Bogárfő tó vizében érte el. A felszín közeli apajpuszai talajvíznek a Mg/Ca aránya 1,641 közötti. A Kelemenszék tó kivételt képez, mert vizének Mg/Ca aránya mindössze 0,583. Kis értéket mutatnak a folyóvizek és a csökutak vizei, amelyeknek mindössze 0,191 – 0,34 közötti az értéke. A víz evaporációjakor a magnézium a kalciummal szemben dúsul, mert a kalcium a vízből hamarabb kicsapódik, mint a magnézium. A gyűjtéskor az evaporáció hatása azonban még nem, vagy kevésbé érezhető.

A vizek HCO_3 tartalma a Ródliszék tó melletti ásott kút kivételével többé-kevésbé az összes oldott sótartalommal párhuzamosan változik. Vagyis ahol az összes oldott sótartalom nagyobb értéket ér el, ott a HCO_3 is nagyobb értékű. Az ásott kútnál azonban, ahol az összes oldott sótartalom a legnagyobb volt, a HCO_3 mindössze 482,0659 mg/l. Legnagyobb értékű 1922,1615 mg/l-rel az apajpuszai talajvízben volt, ahol az összes oldott sótartalom is igen jelentős. A folyóvizek kis értéket mutattak, a legkisebb 115,9399 mg/l-rel a Tiszában Algyőnél volt.

Mivel gyakran szikes tavakról van szó, érdekes a nátrium tartalom alakulása. A legkisebb értékeket a folyóvizek és a réteg, valamint a csökutak vizei mutatnak. A Kunfehér tó melletti kút rétegvizének mindössze 2,1 mg/l a nátrium tartalma. A folyóvizek nátrium tartalma 10,0 – 31,0 mg/l közötti. A legnagyobb értéket 1244,0 mg/l-rel a Ródliszék melletti ásott kút mutatta, de az apajpuszai felszínközeli talajvíz nátrium tartalma is jelentős, mert eléri az 1049,1 mg/l-t. A tóvizek nátrium tartalma általában az állandóbb vizű Kelemenszéknél és a Kisréti tónál nagyobb, 552,0 – 834,0 mg/l, a többi tónál jóval kisebb, mindössze 59,0 – 167,0 mg/l.

Érdekes módon a kálium a Bogárfő-, a Ródliszék- és a Kunfehér tónál éri el 18,3 – 31,1 mg/l-rel a legnagyobb értékét. A többi víznél csak 1,0 – 8,2 mg/l értékű.

A magnézium 6,9 – 14,5 mg/l-rel legkisebb a folyóvizeknél. A többi víznél igen változatos értékek vannak. Legnagyobb értékű 108 mg/l-el a ródliszéki ásott kútban. A többi víz magnézium tartalma 10,5 – 62,0 mg/l közötti.

A vizek kalcium tartalma ugyancsak igen változó. A folyóvizek 36,0 – 56,0 mg/l-t tartalmazznak. A legnagyobb értékű 144,0 mg/l-rel a Bogárfő tó melletti csökútban volt. A többi víznél 12,0 – 103,0 mg/l között változott az értéke.

A stroncium, a bárium, a mangán, a vas és az alumínium 1,0 mg/l alatti értékű. A szilícium 1,3 – 19,3 mg/l között alakult. Ez utóbbi elemeknek a karbonátképződésnél nincs nagyobb jelentősége.

Összegezve megállapítható, hogy a vizek jó része nátrium–kalcium–magnézium hidrogénkarbonátos típusú víz. A karbonátképződéséhez, és azon belül a dolomitképződéshez szükséges elemek a vizekben jelen vannak, de összetételük, mivel az evaporáció még alárendelt volt, a dolomitképződéshez nem megfelelő, mert a Mg/Ca arányuk kicsi.

2004-ben a vízminták (16 – 26. sz. minták) gyűjtése október első felében történt (21. ábra). Az év csapadékviszonyaira jellemző a bőség, mert Kecskeméten pl. 716,9 mm, Szegeden pedig 688,5 mm volt az évi csapadék. Ez egyben azt is meghatározta, hogy a csapadék okozta vízkeveredés egész évben jelentős volt, így az evaporáció hatásának a száraz évekhez képest kisebb szerep jutott.

A 2004-ben gyűjtött minták részben talajvizek, másrészt felszíni vizek. A 16 – 17. sz. minták a Fülöpháza melletti Szappanosszék tó Ny-i partján és közepén készült talajvízmegfigyelő kútból, a 18 – 19. sz. minták Bugac és Jakabszállás között elhelyezkedő Ródliszék tó Ny-i partján és a közepén készült, ugyancsak talajvízmegfigyelő kútból származik. A 20. sz. minta a Csólyospálos község temetőjétől DK-re kialakított talajvízmegfigyelő kút vize. A 21. sz. minta a Kelemenszék tó vizét jelenti. A 22 – 25. sz. minták a Csólyospálos község környéki felszíni gödrök vizei. Végül a 26. sz. minta, a Balatonból Tihanynál vett, amelyet összehasonlítási céllal vizsgáltunk.

Sz	Mintavétel helye	A víz hőmérséklete °C	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	pH-érték	Redox-potenciál mV	Összes oldott só tart. mg/l	Mg/Ca arány	CO ₃ /Ca arány
			mg/l													
16	Szappanoszék Ny	17,0	57,0	15,5	69,0	147,0	12,2	98,0	121,0	9,8	640,50	7,85	-50,0	1032,0	0,469	2,8571
17	Szappanoszék K	13,3	39,0	4,1	45,4	110,0	11,9	138,0	22,0	17,5	440,42	7,71	-76,1	1232,8	0,494	2,6254
18	Ródliszék Ny	14,7	3300,0	19,8	3,4	17,0	4,3	120,0	230,0	-	6679,50	8,01	-45,0	11032,0	0,200	257,64
19	Rdliszék K	10,3	3930,0	220,0	4,9	3,7	5,3	140,0	100,0	-	8067,25	8,05	-166,0	11464,0	1,324	1429,7
20	Csolyópálos kút	14,0	250,0	33,0	58,0	60,0	6,9	52,0	91,0	16,5	-	-	-	1544,4	0,966	-
21	Kelemenszék tó	10,3	2600,0	14,9	7,3	4,6	-	150,0	-	-	4254,75	9,60	-130,0	4048,0	1,586	606,52
22	Csolyospálos 3.	11,7	730,0	56,0	33,7	3,0	2,9	160,0	100,0	-	1677,5	9,70	-43,0	1427,2	11,23	257,64
23	Csolyópálos 2.	13,0	71,0	6,2	115,0	131,0	14,1	-	-	1,7	518,5	7,90	-126,0	1351,2	0,877	2,5954
24	Csolyópálos 1.	14,1	180,0	18,0	135,0	9,0	6,0	133,0	360,0	-	539,85	9,21	-160,0	987,4	15,0	39,333
25	Csolyópálos 1/1.	14,0	460,0	32,0	7,2	5,5	-	69,0	84,0	-	1296,25	9,10	-30,0	2052,0	1,309	154,545
26	Balaton, Tihany	10,2	43,0	9,1	73,0	34,0	7,2	44,0	-	-	366,00	8,80	-240,0	627,0	2,147	7,0588

2. táblázat: 2004. október első felében gyűjtött talaj- és felszíni vizek kémiai jellemzői

A minták összes oldott só tartalma igen széles határok 987,4 – 11464,0 mg/l között változott. (2. táblázat). Legnagyobb értéke a két ródliszéki talajvízmegfigyelő kút vizének

volt, mindkettő összes oldott sótartalma 11 000 mg/l feletti. Ezeket követte 4048,0 mg/l-rel a Kelemenszék tó vize. A többi vízminta összes oldott sótartalma 987,4 – 2052,0 mg/l közötti attól függetlenül, hogy talajvízmegfigyelő kútból, vagy felszíni gödörből származott. A balatoni minta összes oldott sótartalma mindegyiknél kevesebb: csak 672,0 mg/l. Látható tehát, hogy a Duna-Tisza közti vizek igen változó sótartalmúak. A sótartalom nagyban függ a közvetlen környezettől, a geomorfológiai helyzettől és a kőzettani kifejlődéstől. A Ródliszéknél korábban láttuk, hogy a talajvíz ásványi anyagokban (lössz, karbonát) gazdag tőzeggel érintkezik.

A vizek pH-értéke 7,71 – 9,70 közötti. A legnagyobb értéke a csólyospálosi 3. sz. felszíni gödör vizének volt, de 9,0 pH feletti volt a Kelemenszék tó és a Csólyospálos 1. – 1/1. sz. gödör vize is. A csólyospálosi 2. sz. gödörnek 7,90 pH-val a többi gödör vizénél azért volt kisebb a pH-értéke, mert a gödör náddal jórészt benőtt, és valószínűleg ez a víz pH-értékét valamivel kiegyensúlyozottabbá teszi. Összességében megállapítható, hogy a vizek általában magas pH-értékűek.

A vizek redoxpotenciál értéke -30,0 – -166,0 mV között változott, tehát elég széles határok között ingadozik. A legnegatívabb a Ródliszék K vize volt, kevésbé negatív pedig a csólyospálosi 1/1. sz. gödör vizének volt. A többi a két érték közötti. A Balaton víz jelentős -240,0 pozitív redoxpotenciál értéket mutatott.

A redoxpotenciál az oldatok oxidáló/redukáló képességének jellemzésére szolgál; a pH-érték általában a redoxpotenciállal arányosan változik (P. W. Atkins, 1992). A pH-érték csökkenésével egyre pozitívabb a redoxpotenciál.

A legkisebb HCO_3 tartalma 440,42 mg/l-rel a Szappanosszék K-i kút vizének volt. Legnagyobb értéke pedig 8067,25 mg/l-rel a Ródliszék K-i kútnak. Ugyancsak jelentős 6679,50 mg/l volt a Ródliszék Ny-i kútban is.

A korábbiakhoz hasonlóan ezekben a vizekben az összes oldott sótartalom is kiugróan nagy volt. A többi víznél is a HCO_3 mennyiség az összes oldott sótartalommal párhuzamosan változott. A balatoni vízminta mindössze 366,00 mg/l értékű.

A vizek Mg/Ca aránya igen tág határok között (0,2 – 15,0) változik. A szappanosszéki kutak, a Ródliszék Ny-i kút, a Csólyospálos kút vize, valamint a Csólyospálos 2. sz. gödör vizének Mg/Ca aránya 0,200 – 0,966 között változik, ahol a meglévő, viszonylag dús növényzet, Csólyospálos 2. sz. gödörben a nád jelenléte magyarázhatja az alacsony értéket, amit a pH érték viszonylagos kiegyenlítetttsége is igazol. Ezeken a helyeken nincs meg a feltétele a dolomitképződésének, csupán a kis magnézium tartalmú kalcit kiválásának. A legmagasabb értéket Csólyospálos 3. sz., kút melletti öntözőgödörben 11,23, és Csólyospálos

1. sz. gödörben 15,0 ért el. Ebben a két gödörben nagy magnézium tartalmú kalcit válik ki, amely koradiagenetikus úton dolomittá alakul át. A többi vizsgálti víz Mg/Ca aránya 1,309 – 2,147 között található, amely szintén a kis magnézium tartalmú kalcit kiválását biztosítja. A Balaton vize szintén ebbe a csoportba tartozik.

A CO_3/Ca arány szintén igen változatos. A Ródliszék K-i kútban 1429,7 mg/l-rel volt a legnagyobb. A legkisebb 2,5954 mg/l-rel a Csólyospálos 2. sz. gödörben, valamint 2,6254 – 2,8571 mg/l-rel a Szappanosszék Ny és K kút vize volt. Minden víz meghaladta azonban az egyet, amely azt jelenti, hogy eszerint is adottak a dolomitképződés lehetőségei. Ez egyébként a Balaton vizére is érvényes.

A legtöbb nátrium a legnagyobb sótartalmú vizekben volt. A Ródliszék K-i kútban 3930,0 mg/l, a Ródliszék Ny-iban pedig 3300,0 mg/l, de a Kelemenszék tó vizében is elérte a 2600,0 mg/l-t. A nagy nátrium tartalom a szikes víz jellemzője. A legkisebb 39,0 mg/l és 57,0 mg/l a két szappanosszéki kútban volt. Kicsi értéke volt még 71,0 mg/l-rel a Csólyospálos 2. sz. gödörnek, valamint 43,0 mg/l a Balaton vizének.

A kálium 4,1 mg/l és 220,0 mg/l között alakult. A Ródliszék Ny-i kút kivételével a nátriummal párhuzamosan változott. A Ródliszék Ny-i kútban azonban mindössze 19,8 mg/l-t ért el. A Balatonban 9,1 mg/l-t mutatott.

A legnagyobb magnézium 135,0 mg/l-rel a Csólyospálos 1. sz. gödörben volt, legkisebb értéke 3,4 mg/l-rel pedig a Ródliszék Ny-i kútban. Egyébként erősen változó értékeket mutattak a vízminták. A Balatonban 73,0 mg/l-rel jelentős mennyiségűnek mondható.

A kalcium mennyisége 3,7 mg/l és 147,0 mg/l közötti. A legnagyobb értékek a szappanosszéki kutakban és a Csólyospálos 2. sz. gödörben voltak. A többi víz erősen ingadozó értékeket mutatott. A Balatonban 34,0 mg/l mennyiség jelentkezett.

A szilícium 0,0 – 14,1 mg/l, a vizekben tehát nem jelentős mennyiségben található. Ennél jelentősebb azonban a klorid tartalom, mert maximális értéke a Kelemenszék tóban eléri az 1500,0 mg/l-t. A Csólyospálos 2. sz. gödör vizében azonban nem is jelent meg. A szulfát 0,0 – 360,0 mg/l között alakul. A nitrát mindössze négy vízmintában jelent meg. A két szappanosszéki kútban, a csólyospálosi kútban 9,8 – 17,5 mg/l-t ért el, és igen kis, 1,7 mg/l volt a Csólyospálos 2. sz. gödör vizében. A két utóbbi anyag a Balatonban nem fordult elő.

A vizsgálatok kimutatták, hogy a Duna-Tisza közti talaj- és tóvizek jó része is nátrium-magnézium-kalcium-hidrogén-karbonátos típusú víz.

6.2. A dunai, tiszai és Duna – Tisza közti felszíni és talajvizek δD_{SMOW} (‰) és $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ (‰) vizsgálata

Izotóp-hidrogeológiából ismeretes, hogy a természetben előforduló elemeknek több mint ezer stabil, illetve radioaktív izotópja van. A hidrogén három természetes izotópja közül a deutérium (D) átlagos koncentrációja a természetes vizekben 1,5 – 1,6 ‰, D/H koncentrációja $1,58 \pm 0,02$ ‰ (Rankama, K. 1963). Az oxigén három természetes izotópja közül a ^{18}O koncentrációja a természetes vizekben 20,0 – 20,3 ‰, a $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ arány $19,93 \pm 0,03$ ‰ (Rankama, K. 1963). A stabil izotópok mérésénél a standard érték az átlagos tengervíz értéke (SMOW = Standards Mean Ocean Water).

Az izotóp a frakcionálódási folyamatok hatására a különböző típusú vizekben eltérő δD és $\delta^{18}\text{O}$ koncentrációt eredményeznek. A legfontosabb ilyen folyamat a párolgás. A párolgás az oka annak, hogy a csapadékvíz stabil izotóp összetétele kisebb, mint azé a tengervízé, amiből származik. Párolgáskor ugyanis a könnyebb izotóp távozik, és a vízben visszamarad a nehéz izotóp.

A csapadékvizek δD és $\delta^{18}\text{O}$ értékei egymással párhuzamosan változnak, az ún. „világ csapadék vízvonala = World Meteoric Water Line” $\delta^{18}\text{O} = 8 * \delta D - 10$ (‰) mentén, ezért a $\delta^{18}\text{O}$ tett megállapítások a δD -re is igazak (Deák J. 2006).

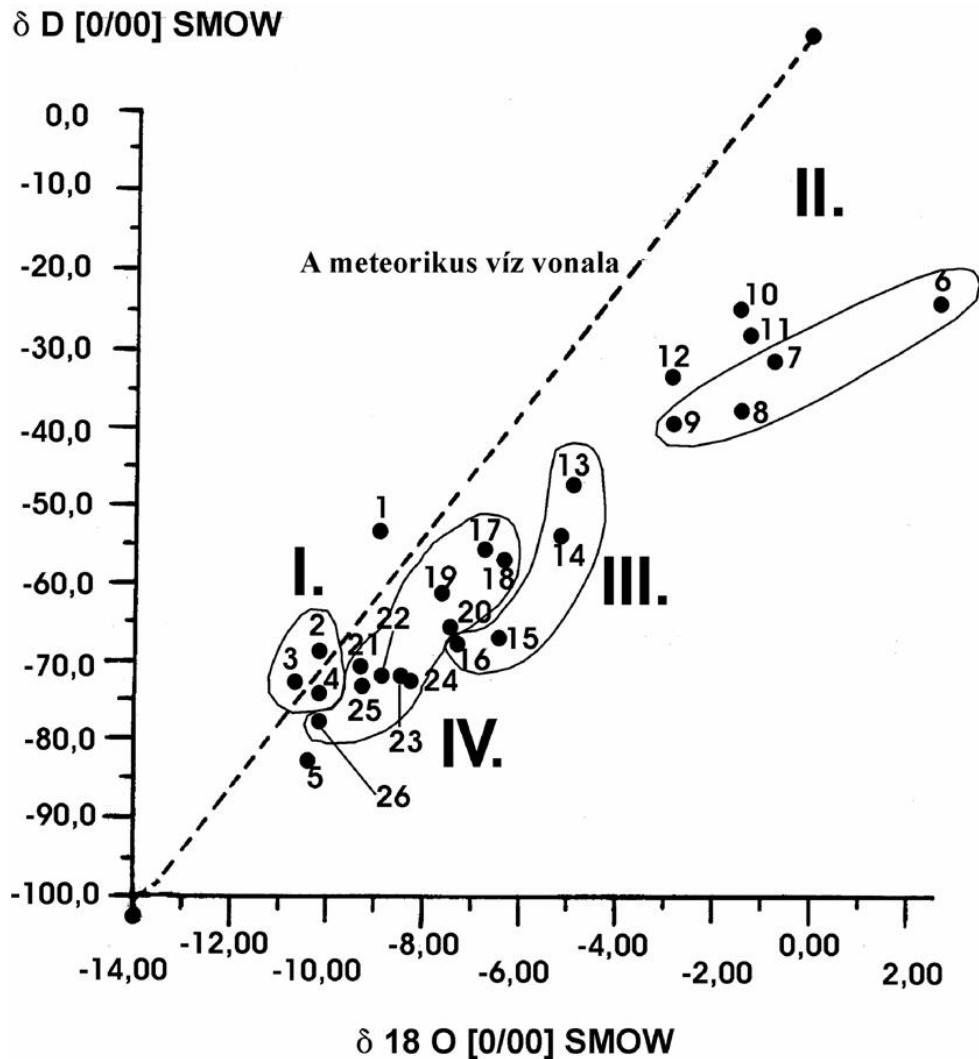
Molnár B. – Botz, R. (1996) korábbi karbonát izotóp vizsgálataiból ismert, hogy a karbonátok kiválásánál az evaporációnak jelentős szerepe volt. Ezért a Duna-Tisza közti északi szélesség $46,397^\circ$ és keleti hosszúsági fokra $19,8753^\circ$, valamint 100 m tszf.-i magasságra a [www. waterisotop. org](http://www.waterisotop.org)-nál megadott módon kiszámítottuk a csapadékvizek alcímében megadott elméleti havi értékeit, majd az adatokat derékszögű koordinátára vittük fel, ahol az Y tengelyen a δD (‰) SMOW, az X tengelyen pedig a $\delta^{18}\text{O}$ (‰) SMOW értékek szerepelnek. A pontokat összekötve az ábrán megrajzoltuk a meteorikus vizek vonalát (22. ábra). A gyűjtött minták hasonló értékeit ugyanerre a koordinátára vittük fel (3. táblázat).

A Szegeden 2004. október 10-én gyűjtött csapadék, és a 2000. március végén és április elején gyűjtött tiszai és részben dunai folyóvizek pontjai uralkodólag az elméletileg számított meteorikus vizek vonalához közel helyezkednek el (I. csport.) Egyedül a dunaújvárosi minta van távolabb, amely valószínűleg a város melegebb szennyvizeinek a hatása. A δD_{SMOW} értékek $-53,6 - -74,0$ ‰, a $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ értékek pedig $-8,9 - -10,6$ ‰ között változtak.

A felszíni tó és az egyéb helyekről származó vízminták a meteorikus vizek vonalától azonban távolabb helyezkednek el. A felszíni és egyéb vizek többé-kevésbé három csoportot képeznek.

	Vízmintavételi hely (víztípus)	A mintavétel ideje	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) SMOW	δD (‰) SMOW
1.	Csapadékvíz (Szeged)	2004. X. 16.	-8,9	-53,6
2.	Tisza víz (Algyő)	2000. IV. 03.	-10,1	-69,1
3.	Tisza víz (Szeged)	2000. IV. 03.	-10,6	-73,2
4.	Duna víz (Dunakeszi)	2000. IV. 03.	-10,1	-74,0
5.	Duna víz (Dunaújváros kikötő)	2000. IV. 03.	-10,4	-82,08
6.	Csolyospálos 1/1. (felszíni víz)	2004. X. 16.	-2,6	-24,3
7.	Csolyospálos 3. (felszíni víz)	2004. X. 16.	-0,8	-31,7
8.	Csolyospálos 1. (felszíni víz)	2004. X. 16.	-1,5	-37,7
9.	Csolyospálos 2. (felszíni víz)	2004. X. 16.	-2,9	-39,5
10.	Kelemenszék tó (tóvíz)	2004. X. 16.	-1,5 (ősz)	-25,0
11.	Balaton (Tihany)	2004. X. 17.	-1,3	-28,1
12.	Szapannasszék (felszíni és gödörvíz)	2004. X. 16.	-2,9	-33,6
13.	Ródliszék tó (tóvíz)	2000. IV. 03.	-4,9	-47,5
14.	Kunfehértó (tóvíz)	2000. IV. 03.	-5,2	-50,4
15.	Bogárvíz tó (tóvíz)	2000. IV. 03.	-6,4	-60,1
15.	Kisréti tó (tóvíz)	2000. IV. 03.	-7,3	-67,8
17.	Ródliszék K (talajvíz)	2004. X. 16.	-6,7	-55,9
18.	Ródliszék tóvíz a tó széléről	2000. IV. 03.	-6,3	-57,1
19.	Ródliszék tóvíz a tó közepéről	2000. IV. 03.	-7,6	-61,3
20.	Kelemenszék tóvíz	2000. IV. 03.	-7,4(tavaszi)	-65,6
21.	Csolyospálos talajvíz	2004. X. 16.	-9,3	-70,7
22.	Szapannasszék tóperemi víz	2000. IV. 03.	-8,5	-72,1
23.	Bogárvíz tó (tóvíz)	2004. X. 16.	-8,9	-71,7
24.	Apajpuszta (talajvíz)	2004. X. 16.	-8,3	-73,1
25.	Kiskunhalas (talajvíz)	2004. X. 16.	-9,3	-72,8
26.	Szapannasszék Ny (talajvíz)	2004. X. 16.	-10,2	-78,0

3. táblázat: A dunai, tiszai folyóvízi és Duna-Tisza közti talaj- és felszíni vizek stabil izotóptértékei



22. ábra: A dunai, tiszai folyóvízi és Duna-Tisza közti talaj- és felszíni vizek δD_{SMOW} (‰) és $\delta^{18}O_{SMOW}$ (‰) vizsgálati értékei

- I.: 1. Csapadékvíz (Szeged), 2. Tisza (Algyő), 3. Tisza (Szeged), 4. Duna víz Dunakeszi (2000. április), 5. Duna víz Dunaújváros kikötő (2000. április)
- II.: 6. Csólyospálos (1/1), 7. Csólyospálos (3), 8. Csólyospálos (1), 9. Csólyospálos (2), 10. Kelemenszék tó, 11. Balaton (Tihany), 12. Szappanosszék tó talajfeltáró gödör
- III.: 13. Ródliszék tó (2000. április), 14. Kunfehér tó (2002. április), 15. Bogárczó tó (2002. április), 16. Kistréti tó (2000. április)
- IV.: 17. Ródliszék tó K talajvíz, 18. Ródliszék tóvíz a tó széléről (2000. április), 19. Ródliszék tóvíz a tó közepéről (2000. április), 20. Kelemenszék tóvíz (2000. április), 21. Csólyospálos Ny talajvíz, 22. Szappanosszék tóperem (2000. április), 23. Bogárczó tóvíz (2000. április), 24. Apajpuszta talajvíz (2000. április), 25. Kiskunhalas talajvíz (2000. április), 26. Szappanosszék Ny talajvíz (A dátum nélküli vízminták gyűjtési ideje: 2004. október)

A meteorikus vizek vonalától legtávolabb a szappanosszéki talajfeltáró gödör, a csólyospálosi gödrök, a Kelemenszék tó és az összehasonlításként vett Balaton-víz pontjai találhatók (II. csoport). Ezek értékei a következő határok között változtak: δD_{SMOW}

-24,3 – -39,5 ‰, a $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ pedig -0,8– -2,9 ‰ között. Látható tehát, hogy kisebb negatív értékek fordulnak elő. Ez azzal függ össze, hogy a víz párolgásakor először a rendszerből a könnyű, vagyis a ^{16}O távozik, és ennek eredményeként a nehezebb ^{18}O relatíve dúsul. A deutérium is ezzel párhuzamosan alakul. Ezekből a vizekből a karbonát uralkodólag evaporációs hatásra válik ki.

A III. csoportba uralkodólag azok a tóvizek tartoznak, amelyeket 2000. áprilisában gyűjtöttünk be. Ezek értékei a következő határok között alakult: $\delta \text{D}_{\text{SMOW}}$ -47,5 – -67,8 ‰, a $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ pedig -4,9 – -7,6 ‰ között. Az előzőeknél negatívabb értékek részben a tavaszi gyűjtési időponttal is összefüggenek, amikor az evaporációs hatás még kevésbé érződik. Az előző csoporthoz képest mindenképpen a vizek kisebb párolgása látható. A karbonát ezekből a vizekből is uralkodólag szintén evaporációs hatásra válhat ki.

A IV. csoportot uralkodólag a talajvizek és a kora tavasszal gyűjtött minták képezik, amikor az evaporáció még alárendelt. Ezeknél az értékek a következőképpen alakultak: $\delta \text{D}_{\text{SMOW}}$ -55,9 – -78,0 ‰ és a $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ -6,3 – -10,2 ‰. A talajvizek evaporációja a legtöbbször nyilván kisebb, mint a felszíni vizeké, ezért azok a felszíni vizeknél gyakrabban negatívabb értékűek.

A dunai víz oxigén stabil izotóp értékei Bécsnél, ahol a gleccserek olvadékvize még érezteti hatását, Rank (in: Deák J. et al., 1992) vizsgálata szerint $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ -11,7 ‰. A mi Budapesttől D-re gyűjtött dunai vízmintáink kevésbé negatívak (-10,4 ‰), amely nyilván a hideg vizektől való távolsággal és a közben beömlő folyók kisebb negativitásával függ össze. Deák J. (2006) szerint a **magyarországi** csapadékvizek átlagos izotóp összetétel

$$\delta^{18}\text{O} = -9,2 + (-3,4) \text{ ‰}$$

$$\delta \text{D} = -67,4 + (-25,2) \text{ ‰}$$

jellemző. A nagy szórásnak az oka az évszakos ingadozás, vagyis a téli hónapokban -13,8 ‰ körüli, a nyári hónapokban -5,3 ‰ a $\delta^{18}\text{O}$ érték. A deutériumnál télen -10,3 ‰, nyáron -39 ‰.

Deák J. (2006) vizsgálata alapján a **Duna-Tisza közén** a csapadékvíz átlagos izotóp összetétel

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} = -8,6 \text{ ‰}$$

$$\delta \text{D}_{\text{SMOW}} = -60,7 \text{ ‰}$$

Az általunk vizsgált csapadékvíz $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ -8,9 ‰, ez közel azonos a Duna-Tisza közére megállapítottal. A $\delta \text{D}_{\text{SMOW}}$ -53,6 ‰, ami szintén a megadott értékhez közeli (3. táblázat).

A karbonátok korábbi hasonló stabil izotópvizsgálati eredményei – amelyeket ugyan a nemzetközileg használt PDB standartban határoztak meg, amely a dél-karolinai kréta időszakii PeeDee Formáció belemnites rostrumának értékét veszi alapul – a vizek értékéhez hasonlítva, s figyelembe véve a két számítás közötti különbséget - a legkevésbé negatív, vagy éppen pozitív nehézoxigén értékek a dolomitokban mutatkoztak negatívabb értékek pedig a kalcitoknál voltak. Ez azt bizonyítja, hogy a dolomitok a vízből abban az időszakban váltak ki, amikor a víz párolgása a legerősebb, tehát a hőmérséklet is a legmelegebb volt (Molnár B. – Botz, R. 1996, Molnár B. – Botz, R. – Dinka M. 2002). Felmerülhet azonban, hogy a III. csoportnál a karbonát először esetleg amorf állapotban válik ki, majd ezt követően kristályosodik át. A továbbiakban a vizsgálatokat ilyen irányban is folytatjuk.

7. A talaj- és felszíni vizek 2003. év végi és 2004 – 2006. évi vízkémiai vizsgálati eredményei

7.1. Szappanosszék tó Ny és K

A kutakban az első méréseket 2003. november 11-én végeztük, amelyeket **2004**-ben egész évben folytattunk.

A **Szappanosszék Ny**-i kútban az ezen időszakon belül a legalacsonyabban a talajvíz hőmérsékletét 8,5 °C-kal 2004. február 21-én mértük, a legmagasabbat augusztusban és szeptemberben, amikor 14 °C volt. A léghőmérséklet is ennek megfelelően alakult, mert február 21-én 0 °C, augusztus 10-én pedig 24,5 °C volt. A pH érték minimuma 7,04-dal október 10-én volt, maximuma pedig 7,59-dal március 18-án. A redoxpotenciál minimuma -115,0 mV-tal ugyancsak március 18-án volt, maximuma pedig -8,0 mV-tal ugyancsak október 10-én. Az összes oldott sótartalom minimuma április 22-én 746,4 mg/l, maximuma 1088,0 mg/l 2003. november 11-én volt. (4. táblázat).

Elsősorban a téli hónapokban, valamint nyaranta, amikor a nagyobb csapadék jelentősebb, a kútban lévő igen változatos összetételű, kissé lúgos kémhatású víz az édesvíz hatására felhígul, ezzel a víz pH-értéke csökken, és párhuzamosan a redoxpotenciál kevésbé negatív lesz. Korábban említettük, hogy 2003. év végétől 2004. elejéig az előző évekhez képest csapadékosabb időszak volt, amit hosszabb száraz időszak követett, ilyenkor a víz, a nagyobb szárazság miatt erősen redukáló jellegűvé válik.

Vízmin- ta- vét- el ideje	Vízállás m	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség μS/cm	Összes oldott sótarta- lom mg/l
		°C					
2003.XI.11.	-3,73	11,0	10,5	7,32 (22,4)	-19,0	1360,0	1088,0
2004. II.21.	-3,52	8,5	0,0	7,39 (21,5)	-22,0	1188,0	950,4
III. 18.	-3,28	10,0	17,0	7,59 (24,6)	-115,0	975,0	780,0
IV. 22.	-2,47	11,0	22,0	7,10 (22,0)	-12,0	933,0	746,4
V. 12.	-2,48	12,0	19,0	7,05 (21,2)	-8,0	1078,0	862,4
V. 26.	-2,56	10,5	24,0	7,20 (20,4)	-13,0	1133,0	906,4
VI. 23.	-2,37	13,0	29,0	7,10 (23,3)	-12,0	1165,0	932,0
VII. 13.	-2,57	11,0	20,0	7,14 (22,5)	-14,0	1173,0	938,4
VIII. 10.	-2,79	14,0	24,5	7,09 (25,9)	-11,0	1293,0	1034,4
IX. 03.	-2,96	14,0	22,0	7,18 (24,3)	-17,0	1335,0	1068,0
X. 10.	-4,00	12,0	9,5	7,04 (24,1)	-8,0	1333,0	1066,4
XI. 27.	-2,95	11,0	2,0	7,09 (23,7)	-12,0	1278,0	1022,4
XII. 30.	-2,91	10,0	2,0	7,10 (23,4)	-10,0	1180,0	944,0
2005.III.23.	-2,44	8,5	9,5	7,09 (23,1)	-12,0	1139,0	911,2
IV. 30.	-2,27	10,0	11,0	6,95 (22,9)	-4,0	1241,0	992,8
V. 23.	-2,34	11,0	24,5	7,28 (23,5)	-22,0	1291,0	1032,8
VII. 8.	-2,60	13,0	25,0	7,30 (13,4)	-53,0	1302,0	1041,6
VII. 27.	-2,73	14,0	32,0	7,08 (15,1)	-12,0	1297,0	1037,6
VIII. 27.	-2,74	13,5	21,0	6,94 (24,8)	-3,0,	1344,0	1075,2
IX. 7.	-2,68	14,0	19,0	7,14 (12,9)	-15,0	1254,0	1003,2
X. 29.	-2,74	14,0	16,0	7,06 (17,4)	-7,0	1270,0	1016,0
XI. 25.	-2,77	12,0	9,0	7,53 (19,8)	-37,0	1291,0	1032,8
XII. 29.	-2,59	11,0	3,0	7,21 (18,7)	-18,0	1262,0	1009,6
2006. I. 31.	-2,37	9,0	-1,0	6,94 (23,5)	-2,0	1258,0	1006,4
II. 28.	-2,36	8,0	-1,0	7,49 (23,7)	-34,0	1248,0	998,4
IV. 08.	-2,11	7,0	15,0	7,28 (23,2)	-23,0	1325,0	1060,0
V. 03.	-2,01	9,0	19,0	7,21 (20,9)	-18,0	1331,0	1064,8
V. 26.	-2,07	10,0	20,0	7,28 (24,2)	-22,0	1322,0	1057,6
VI. 28.	-2,20	11,0	22,0	6,97 (28,7)	-4,0	1361,0	1088,8
VII. 27.	-2,43	14,0	31,0	6,96 (29,9)	-3,0	1318,0	1054,4
VIII. 26.	-2,46	14,0	21,0	7,19 (25,0)	-17,0	1308,0	1046,4
IX. 29.	-2,67	14,0	18,0	7,45 (23,8)	-33,0	1304,0	1043,2
XI. 16.	-2,64	12,0	16,0	7,90 (22,1)	-12,0	1328,0	1062,4
XII. 13.	-2,79	9,0	-1,5	7,03 (20,3)	-8,0	1305,0	1044,0

4. táblázat: A Szappanosszék Ny 2003-2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

Vízmin-ta-vétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2003.XI.11.	160,0	ny	2,00	0,34	7,10	0,016	1,20	0,50	6,00
2004. II.21.	190,0	4,80	0,73	0,35	7,10	0,016	1,20	0,50	5,70
III. 18.	170,0	3,80	0,74	0,35	7,20	0,016	1,20	0,50	5,50
IV. 22.	104,0	ny	2,00	0,33	0,86	0,075	1,20	0,50	5,5
V. 12.	120,0	ny	2,00	0,35	7,30	0,017	1,20	0,50	5,60
V. 26.	130,0	ny	3,30	0,35	7,20	0,017	1,20	0,50	5,60
VI. 23.	130,0	ny	2,00	0,35	7,20	0,017	1,20	0,50	5,60
VII. 13.	130,0	ny	2,00	0,35	7,20	0,017	1,20	0,50	5,70
VIII. 10.	150,0	ny	2,00	0,35	7,10	0,017	1,20	0,50	5,90
IX. 03.	150,0	ny	2,00	0,35	7,10	0,017	1,20	0,50	5,90
X. 10.	144,84	1,756	4,0711	67,568	0,148	58,459	12,645	82,27	80,65
XII. 30.	129,99	1,2331	3,3461	62,989	0,11285	47,887	12,18	81,20	68,82
2005.III.23.	127,59	2,4044	3,0622	60,583	0,1179	43,868	11,237	77,22	49,96
IV. 30.	139,47	1,8495	2,9894	67,488	0,11875	49,478	11,876	79,11	88,6
V. 23.	142,21	3,2479	3,1890	69,219	0,12249	54,605	11,859	77,02	92,8

5. táblázat: A Szappanosszék Ny 2003-2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

Az összes oldott sótartalomon belül vizsgáltuk, hogy az egyes kémiai elemek, illetve komponensek milyen mennyiségben vannak jelen (5. táblázat). A karbonátképződés szempontjából fontos elemek közül a kalcium 104,0 – 190,0 mg/l között változott. Nagyobb értékeit év elején és év végén érte el, tehát többé-kevésbé az átlagos mennyiségével párhuzamosan változott. A vas tartalom is hasonlóan alakult, mert ugyancsak az év elején és végén jelent meg 1,23 – 4,8 mg/l mennyiségek között. Az év közepén azonban csak nyomokban volt kimutatható. A kálium 0,73 – 4,07 mg/l között mozgott. Értékében nem lehetett különösebb törvényszerűséget megállapítani. A magnézium, amely a dolomitképződéshez fontos elem, ebben az évben az év vége kivételével elég alacsonynak mondható, mert az év nagy részében 0,33 – 0,35 mg/l között volt, év végén azonban elérte a 67,56 mg/l-t. A mangán az év vége és április kivételével elég egyenletesen 7,1 – 7,2 mg/l-rel volt jelen. Mászor azonban csak 0,11 – 0,86 mg/l volt. A nátrium ugyancsak év végén érte el maximumát, mert év elején és év közben 0,016 mg/l, év végén pedig 47,88 – 58,45 mg/l között volt. A szilíciumnál hasonló figyelhető meg, mert először 1,2 mg/l, majd 12,0 mg/l körül alakult. A kloridra ugyanez a jellemző, 0,5 mg/l-ről év végére az értéke 81,0 – 82,0 mg/l-re emelkedett. Végül a szulfátnál is ez figyelhető meg, mert az év nagy részében 5,0 – 6,0 mg/l közötti, majd év végén 68,82 – 80,65 mg/l-re emelkedik.

2005-ben a méréseket március és december között végeztük (4. táblázat). Március előtt a kutak a nagy hó miatt megközelíthetetlenek voltak. A Szappanosszék Ny-i kútban az év

folyamán a vízhőmérséklet $8,5 - 14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ között alakult, a léghőmérséklet pedig $3,0 - 32,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ között, vagyis az utóbbi az előző évhez képest lényegesen nagyobb volt. A pH-érték $6,94 - 7,53$ volt, változása a csapadéktól függően rapszódikus volt. A redoxpotenciál $-3,0 - -53,0\text{ mV}$ között volt. Az összes oldott sótartalom $911,2 - 1075,2\text{ mg/l}$ között változott, ami az elmúlt évinél valamivel több.

Az év első 2 mérésekor, valamint nyáron, augusztusban a bőséges csapadékvíz határára bekövetkező hígulás miatt a pH-érték csökkenésével, a redoxpotenciál emelkedésével kevésbé redukáló képesség jellemzi a vizeket. Természetesen a szárazabb időszakokban (júliusban), valamint ősz végére, tél kezdetekor (novemberben), a betöményedő víz lúgosabb kémhatású és negatívabb redoxpotenciál értékkel inkább redukáló jellegű lesz.

Az összes oldott sótartalmon belül május 5-ig, amíg a vizsgálatokat folytattuk, a kalcium $127,59 - 142,21\text{ mg/l}$ között alakult, tehát közel azonosan, mint az előző évben (5. táblázat). A vas $1,84 - 3,24\text{ mg/l}$ között volt. A kálium $2,98 - 3,18\text{ mg/l}$ között, a magnézium $60,58 - 69,21\text{ mg/l}$, a mangán $0,11 - 0,12\text{ mg/l}$, a nátrium $43,86 - 54,60\text{ mg/l}$, a szilícium pedig $11,23 - 11,87\text{ mg/l}$ között volt. A klorid $77,02 - 79,11\text{ mg/l}$, a szulfát pedig $49,96 - 92,80\text{ mg/l}$ közötti. Megállapítható, hogy az elmúlt év végi komponensek emelkedési tendenciája 2005. év első felében folytatódott.

2006-ban a vízhőmérséklet $7,0 - 14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti volt, a léghőmérséklet pedig $-1,5 - 31,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti, az elmúlt két évihez képest a szélső értékek tehát nagyobbak voltak (4. táblázat). A pH-érték $6,94 - 7,9$ közötti volt. Ebben az évben is többször volt 7 alatti és 7 feletti is a pH-érték. A redoxpotenciál $-2,0 - -34,0\text{ mV}$ között alakult. Az összes oldott sótartalom $998,4 - 1088,8\text{ mg/l}$ között volt. Ez az elmúlt évekhez képest kissé kiegyenlítettebb érték. Tél végén a hóolvadás hatására, valamint a nyári bőséges csapadékhullás idején a kút vize kevésbé redukáló jellegű, mint nyáron, a kevesebb csapadékutánpótlás idején, amikor erősebben redukáló jellegűvé válik.

Vízmin- ta- vétel ideje	Vízállás m	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpot. mV	Fajlagos vezető- képesség μS/cm	Összes oldott sótarta- lom mg/l
		°C					
2003.XI.11.	-0,97	12,3	10,5	7,16 (22,7)	-10,0	874,0	699,2
2004. II.21.	-0,825	5,0	0,0	7,65 (21,2)	-34,0	835,0	668,0
III. 18.	felszínen	7,5	12,0	7,17 (24,5)	-13,0	844,0	675,2
IV. 22.	-0,14	12,0	21,5	7,02 (21,7)	-6,0	868,0	694,4
V. 12.	-0,07	12,0	20,0	7,10 (20,9)	-12,0	880,0	704,0
V. 26.	-0,24	16,0	25,0	7,06 (21,0)	-9,0	894,0	715,2
VI. 23.	-0,05	18,0	27,0	7,27 (14,9)	-16,0	954,0	763,2
VII. 13.	-0,13	18,0	21,0	7,55 (22,7)	-37,0	964,0	771,2
VIII. 10.	-0,51	18,0	28,0	7,33 (25,9)	-26,0	1022,0	817,6
IX. 03.	-0,555	18,0	25,0	7,16 (24,3)	-15,0	1044,0	835,2
X. 10.	-1,00	17,0	9,5	7,26 (24,0)	-21,0	1039,0	831,2
XI. 27.	-0,30	8,0	2,0	7,09 (23,5)	-11,0	1205,0	964,0
XII. 30.	-0,15	3,5	4,0	6,93 (23,6)	-2,0	1194,0	955,2
2005.III.23.	felszínen	7,0	9,5	6,87 (23,0)	+2,0	1320,0	1056,0
IV. 30.	felszínen	12,0	15,0	6,91 (22,9)	-4,0	1241,0	992,8
V. 23.	-0,05	17,0	27,5	7,13 (23,7)	-14,0	1374,4	1099,52
VII. 8.	-0,43	18,2	26,0	7,14 (14,8)	-38,0	1355,0	1084,0
VII. 27.	-1,43	17,0	33,0	6,92 (15,6)	-1,0	1454,0	1163,2
VIII. 27.	-0,27	18,5	24,0	7,05 (24,9)	-9,0	1462,0	1169,6
IX. 7.	-0,70	16,5	18,0	7,64 (12,4)	-40,0	1541,0	1232,8
X. 29.	-0,47	14,0	15,0	6,91 (17,1)	-1,0	1577,0	1261,6
XI. 25.	-0,45	10,0	9,0	7,44 (19,8)	-32,0	1597,0	1277,6
XII. 29.	-0,19	6,0	5,0	7,01 (18,7)	-6,0	1649,0	1319,2
2006. I. 31.	felszínen	4,0	-1,0	7,22 (23,6)	-19,0	3900,0	3120,0
II. 28.	0,15	1,0	-1,0	7,69 (23,7)	-47,0	5710,0	4568,0
IV. 08.	0,18	8,0	15,0	7,90 (23,5)	-60,0	3720,0	2976,0
V. 03.	0,15	13,0	17,0	7,89 (21,0)	-59,0	4930,0	3944,0
V. 26.	0,11	18,0	21,0	7,22 (24,2)	-19,0	4960,0	3968,0
VI. 28.	0,25	19,0	30,0	7,76 (28,7)	-52,0	5710,0	4568,0
VII. 27.	0,10	24,0	31,0	7,49 (30,0)	-36,0	5700,0	4560,0
VIII. 26.	felszínen	20,0	25,0	7,72 (25,1)	-49,0	3400,0	2720,0
IX. 29.	-0,235	18,0	17,5	7,56 (23,8)	-39,0	2940,0	2352,0
XI. 16.	-0,09	10,0	14,0	7,52 (22,1)	-12,0	3730,0	2984,0
XII. 13.	-0,37	8,0	-1,0	7,67 (20,3)	-45,0	3680,0	2944,0

6. táblázat: A Szappanosszék K 2003-2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

A Szappanosszék K-i kútban 2003 végén és 2004-ben a vízhőmérséklet minimuma 3,5 °C-kal december 30-án volt, maximuma pedig június 23. és szeptember 3. között 18,0 °C-kal (6. táblázat). Mint látható, a Ny-i kút vizéhez képest itt jóval magasabb a vízhőmérséklet, ami a magasabb, vagyis a felszínhez közelebbi vízállás eredménye. A léghőmérséklet minimuma 0,0 °C-kal a Ny-i kútéval azonos hónapban, vagyis februárban van, maximuma augusztus 10-én 28,0 °C-kal. A pH-érték február 21-én 7,65-dal éri el a maximumát, december 30-án 6,93-dal a minimumát. Egész évben azonban általában 7,0 fölötti a pH-érték. Az értékek közel hasonlóak a Ny-i kútéhoz, az év végi alacsonyabb érték

valószínűleg az év végi csapadéknak köszönhető, mert már novemberben is csak 7,09 az érték, tehát már ekkor megfigyelhető a csökkenő tendencia. A redoxpotenciál -2,0 – -37,0 mV közötti, ami azt jelenti, hogy kiegyensúlyozottabb, mint a Ny-i kútban. Az összes oldott sótartalom 668,0 – 964,0 mg/l közötti. A Ny-i kúténál valamivel kisebbek az értékek, de ahhoz hasonlóan ingadozóak.

Vízmin- vétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2003.XI.11.	117,00	3,30	3,30	0,33	0,82	0,016	1,20	0,50	6,00
2004. II.21.	100,00	1,70	0,73	0,35	0,82	0,016	1,20	0,50	5,90
III. 18.	270,00	1,70	0,74	0,35	0,89	0,015	1,20	0,50	6,00
IV. 22.	98,00	1,70	2,00	0,35	0,82	0,017	1,20	0,50	6,20
V. 12.	100,00	1,70	2,00	0,35	0,82	0,017	1,20	0,50	6,40
V. 26.	100,00	1,70	2,00	0,35	0,82	0,017	1,20	0,50	6,30
VI. 23.	41,00	1,60	2,0	0,35	0,82	0,017	1,20	0,53	7,40
VII. 13.	108,00	1,80	2,00	0,35	0,84	0,017	1,20	0,50	7,00
VIII. 10.	116,00	3,30	2,00	0,35	0,85	0,016	1,20	0,50	7,60
IX. 03.	115,00	3,30	3,30	0,35	0,85	0,016	1,20	0,50	7,70
X. 10.	132,25	2,56	2,79	53,113	0,225	39,204	12,048	184,37	24,24
XII. 30.	132,57	1,79	2,51	53,049	0,217	37,576	11,833	169,42	32,26
2005.III.23.	145,21	6,104	2,344	61,262	0,254	40,694	10,791	198,10	35,09
IV. 30.	155,33	2,228	2,696	65,317	0,335	44,368	10,708	204,83	75,05
V. 23.	150,16	2,165	2,840	64,878	0,202	45,087	10,687	213,67	47,82

7. táblázat: A Szappanosszék K 2003-2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

Az összes oldott sótartalom belül a kalcium 41,0 – 270,0 mg/l közötti (7. táblázat). A nagyobb értékeket a Ny-i kútéhoz hasonlóan év végén és év elején kapunk. A vas tartalom 1,7 – 3,3 mg/l közötti, és szintén év elején és végén vannak nagyobb értékek. A kálium hasonló tendenciával 2,0 – 3,3 mg/l között változik. A magnézium 0,33 – 53,11 mg/l közötti. Az utóbbi érték 2004. december 30-án van. A mangán végig igen alacsony értékű, és 0,21 – 0,89 mg/l közötti. A nátrium 0,016 – 39,20 mg/l közötti, de csak év végén éri el jelentősebb mennyiségét. A szilíciumnál hasonló a helyzet, mert 1,2 – 12,04 mg/l közötti, de a magasabb értékek ugyancsak év végén vannak. A klorid és a szulfát is azonos tendenciájú, az első 0,5 – 184,37 mg/l, a második 7,7 – 32,26 mg/l közötti, és év végén vannak a nagyobb értékek.

A Ny-i és a K-i kút 2004. évi értékeit összehasonlítva megállapítható, hogy különbség elsősorban a víz hőmérséklet változásában van.

A **2005.** évben a vízhőmérséklet $6,0 - 18,5$ °C között volt (6. táblázat). A léghőmérséklet $5,0 - 33,0$ °C között alakult, ami az előző évihez képest magasabb, sőt méréseink során ekkor mértük az egyik legmagasabb hőmérsékletet. A pH-érték $6,87 - 7,64$ között volt. A redoxpotenciál $2,0 - -40,0$ mV, ami azt jelenti, hogy az év során nagyobb volt az ingadozás, mint az előző évben. Ennek eredményeként a víz márciusban oxidáló jellegű volt, de az év többi hónapjában redukáló jelleget tapasztaltunk.

Az összes oldott sótartalom $992,8 - 1319,2$ mg/l között alakult, tehát valamivel nagyobb értéket is elért, mint az előző évben.

Az összes oldott sótartalomon belül szintén májusig a kalcium $145,21 - 155,33$ mg/l, a vas $2,16 - 6,10$ mg/l, a kálium $2,34 - 2,84$ mg/l, a magnézium $61,26 - 65,31$ mg/l, a mangán $0,20 - 0,33$ mg/l, a nátrium $40,69 - 45,08$ mg/l, a szilícium $10,68 - 10,79$ mg/, a klorid $198,1 - 213,67$ mg/l, a szulfát $35,09 - 75,05$ mg/l között volt (7. táblázat).

2006-ban a vízhőmérséklet $1,0 - 24,0$ °C között alakult, ami az elmúlt évihez képest nagyobb volt (6. táblázat). Ez az igen magas vízállás eredménye, amikor a talajvíz vagy a felszínen, vagy igen kis mélységben volt. A léghőmérséklet $-1,0 - 31,0$ °C között alakult. A pH-érték egész évben igen egyenletesen alakult, mert $7,22 - 7,90$ közötti volt, tehát 7 alá nem süllyedt. A redoxpotenciál $-19,0 - -60,0$ mV között volt, viszonylag kiegyenlítettnek mondható az előző évhez képest, így ebben az évben redukáló jellegű volt a víz. Az összes oldott sótartalom $2352,0 - 4568,0$ mg/l között volt, ami az elmúlt évihez képest lényegesen megemelkedett. Az emelkedés már az elmúlt év végén megkezdődött, egész évben ez a tendencia folytatódott. Ez valószínűleg az évi igen magas talajvízállásnak, és ennek következtében a kapillárisan jobban felemelkedő, és így nagyobb evaporációnak az eredménye.

7.2 Ródliszék tó Ny és K

A **Ródliszék Ny**-i kútban a vízhőmérséklet az adott időszakon belül $7,0 - 14,0$ °C közötti (8. táblázat). A nagyobb értékek év közben, a kisebbek az év elején és a végén voltak. A léghőmérséklet $0,0 - 24,0$ °C közötti, a vízhőmérséklethez hasonló tendenciával változva. A pH $7,76 - 8,58$ közötti, tehát lényegesen nagyobb, mint az előző két kútban volt. A redoxpotenciál $-45,0 - -99,0$ mV közötti, ami szintén nagyobb, mint az előző két kútban. Az összes oldott sótartalom $8832,0 - 10152,0$ mg/l közötti, ami nagyságrendileg nagyobb, mint az előző két kútban megfigyelhető volt.

Ennél a kútnál egész évben 7,76 pH-értéknél nagyobb, és -45,0 mV-nál kisebb redoxpotenciál értéket tapasztaltunk.

Vízmin-ta-vétel ideje	Vízállás m	Víz-hő-mér-séklet	Lég-hő-mér-séklet	pH-érték	Redoxpo-tenciál mV	Fajlagos vezető-képesség $\mu\text{S/cm}$	Összes oldott só-tarta-lom mg/l
				°C			
2003.XI.11.	-3,17	10,4	10,5	7,84 (23,0)	-49,0	11260,0	9008,0
2004. II.21.	-2,96	8,0	0,0	7,76 (21,1)	-45,0	11040,0	8832,0
III. 18.	-2,68	10,0	22,0	7,87 (24,6)	-58,0	11210,0	8968,0
IV. 03.	-2,40	7,0	14,0	8,44 (17,4)	-89,0	11250,0	9000,0
IV.22.	-1,91	10,0	20,5	8,13 (21,7)	-74,0	11370,0	9096,0
V. 12.	-2,75	11,0	19,0	8,42 (21,1)	-89,0	11430,0	9144,0
V. 26.	-2,17	11,0	18,0	8,32 (20,8)	-83,0	11460,0	9168,0
VI. 23.	-2,28	12,5	24,0	8,51 (14,2)	-92,0	11270,0	9016,0
VII. 13.	-2,58	12,0	24,0	7,92 (22,6)	-60,0	11410,0	9128,0
VIII. 10.	-2,75	14,0	18,0	7,98 (25,7)	-64,0	11770,0	9416,0
IX. 03.	-2,575	14,0	20,5	8,13 (24,1)	-73,0	11940,0	9552,0
X. 10.	-2,70	13,0	8,0	7,92 (24,0)	-60,0	12090,0	9672,0
XI. 07.	-2,74	13,0	7,0	8,20 (23,3)	-77,0	12370,0	9896,0
XII. 30.	-2,21	9,0	5,0	8,58 (23,9)	-99,0	12690,0	10152,0
2005.III.22.	-1,60	7,0	8,5	8,92 (23,0)	-119,0	13240,0	10592,0
IV. 30.	-1,82	8,0	9,5	8,84 (23,6)	-114,0	13480,0	10784,0
V. 24.	-2,00	11,0	22,0	8,78 (23,8)	-111,0	13370,0	10696,0
VII. 08.	-2,27	13,0	27,0	8,92 (14,6)	-105,0	13320,0	10656,0
VII. 27.	-2,38	15,0	28,0	8,73 (13,7)	-104,0	13360,0	10688,0
VIII. 27.	-2,59	15,0	24,0	8,08 (24,9)	-70,0	14430,0	11544,0
IX. 08.	-2,77	14,0	15,0	8,71 (11,6)	-103,0	13790,0	11032,0
X. 29.	-2,74	13,5	15,0	8,93 (17,8)	-118,0	14000,0	11200,0
XI. 25.	-2,97	12,0	7,0	8,27 (19,7)	-81,0	14100,0	11280,0
XII. 29.	-1,25	9,0	4,5	8,41 (18,7)	-88,0	14210,0	11368,0
2006. I. 31.	-2,40	9,0	0,0	8,76 (23,4)	-110,0	14150,0	11320,0
II. 28.	-2,10	7,0	-1,0	8,91 (23,7)	-119,0	14620,0	11696,0
IV. 08.	-1,90	7,0	10,0	9,03 (23,3)	-126,0	14320,0	11456,0
V. 03.	-1,92	8,5	14,5	9,08 (20,8)	-127,0	14250,0	11400,0
V. 26.	-2,09	10,0	16,0	9,01 (24,2)	-125,0	14340,0	11472,0
VI. 28.	-2,02	13,0	27,0	8,94 (28,5)	-122,0	14240,0	11392,0
VII. 27.	-2,07	15,0	30,0	8,95 (29,8)	-124,0	14300,0	11440,0
VIII. 26.	-2,30	15,0	25,0	9,07 (25,1)	-129,0	14320,0	11456,0
IX. 29.	-2,545	15,5	21,0	8,94 (23,9)	-120,0	14240,0	11392,0
XI. 16.	-2,62	11,0	9,0	8,30 (22,0)	-101,0	14230,0	11384,0
XII. 13.	-2,59	10,0	1,0	8,57 (20,5)	-97,0	14210,0	11368,0

8. táblázat: A Ródliszék Ny 2003-2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

Az összes oldott sótartalomon belül a kalcium 17,0 – 99,0 mg/l közötti (9. táblázat). A legnagyobb érték 2003. november 11-én, a legkisebb pedig 2004. április 22-én volt. A vas az év elején és végén 2,97 – 10,8 mg/l között volt. Máskor csak nyomokban jelentkezett. A kálium 7,89 – 17,1 mg/l közötti. A nagyobb értékek év elején és végén vannak. A magnézium 3,14 – 17,3 mg/l értékű, de év közben áprilisban és május végén csak nyomokban jelentkezett.

A mangán igen kis mennyiségben van jelen (0,03 – 0,26 mg/l), a legtöbbször csak nyomokban jelentkezik. A nátrium viszont az eddigiekhez képest igen jelentős mennyiségben mérhető. Értéke 2900,0 – 3716,0 mg/l közötti. Ez nyilván a lényegesen nagyobb összes oldott sótartalommal is összefügg. A szilícium 4,16 – 8,6 mg/l közötti, tehát az eddigiekhez hasonló értékű. A klorid 1200,0 – 1372,96 mg/l között változik, vagyis lényegesen nagyobb az értéke, mint korábban. Ez részben a szulfátra is vonatkozik, mert értéke 220,0 – 360,0 mg/l között alakul.

Megállapítható tehát, hogy a kút adatai a szappanosszékiekéhez képest jelentősen eltérnek.

Vízmin-ta-vétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2003.XI.11.	99,0	6,9	17,1	17,3	0,26	2900,0	7,8	1200,0	360,0
2004. II.21.	71,0	10,8	13,8	17,1	0,26	2900,0	8,6	1200,0	260,0
III. 18.	30,0	4,0	13,4	6,6	ny	3100,0	5,4	1400,0	280,0
IV. 03.	26,0	ny	13,6	5,1	ny	3100,0	4,7	1200,0	220,0
IV. 22.	17,0	ny	13,4	ny	ny	3200,0	4,2	1400,0	260,0
V. 12.	18,0	ny	13,1	4,1	ny	3100,0	4,2	1300,0	250,0
V. 26.	18,0	ny	13,2	ny	ny	3200,0	4,2	1300,0	250,0
VI. 23.	20,0	ny	13,8	4,1	ny	3500,0	4,4	1400,0	240,0
VII. 13.	28,0	ny	15,7	6,0	ny	3500,0	5,6	1400,0	270,0
VIII. 10.	23,0	ny	14,4	4,7	ny	3400,0	4,4	1400,0	260,0
IX. 03.	19,0	ny	14,1	ny	ny	3300,0	4,4	1400,0	260,0
XII. 30.	17,17	2,9726	7,8915	3,1431	0,030193	3716,0	4,1637	1372,96	294,04
2005.III.22.	12,82	1,9228	7,8997	2,6627	0,01935	3932,0	3,8666	1424,62	292,56
IV. 30.	11,87	1,6679	7,8263	2,2719	0,028968	3994,0	3,3157	1387,54	420,11
V. 24.	14,98	1,8662	8,8236	3,1658	0,034537	4095,0	3,6783	1422,61	211,42

9. táblázat: A Ródliszék Ny 2003-2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

2005-ben a víz hőmérséklet 7,0 – 15,0 °C, a léghőmérséklet 4,5 – 28,0 °C közötti (8. táblázat). A pH-érték 8,08 – 8,93 értékű. A 7 pH-érték alá az előző évihez viszonyítva nem süllyedt. A redoxpotenciál -70,0 – -119,0 mV közötti, ami az elmúlt évinél negatívabb. Az összes oldott sótartalom 10592,0 – 11544,0 mg/l között volt. Az év folyamán tehát az előző évihez képest az összes oldott sótartalom is növekedett. A kevesebb csapadéknak és a magasabb hőmérsékletnek köszönhetően lúgosabb vizeket mértünk, mint az előző években, és a redoxpotenciál értékeket is figyelembe véve redukáló jellegű víz volt jellemző. Egyetlen hónapban, augusztusban a bőséges csapadéknak köszönhetően kissé mérséklődött a redukáló jelleg.

Az összes oldott sótartalomon belül május végéig a kalcium 11,87 – 14,98 mg/l, a vas 1,66 – 1,92 mg/l, a kálium 7,82 – 8,82 mg/l, a magnézium 2,27 – 3,16 mg/l, a mangán 0,01 – 0,03 mg/l, a nátrium 3932,0 – 4095,0 mg/l, a szilícium 3,31 – 3,86 mg/l (9. táblázat). A nátrium, mint látható még az előző évinél is jelentősebb mennyiséget ér el. A klorid 1387,54 – 1424,62 mg/l, és végül a szulfát 211,42 – 420,11 mg/l mennyiségű. Mindkét utóbbi szintén emelkedett az előző évihez képest.

2006-ban a víz hőmérséklet 7,0 – 15,5 °C, a léghőmérséklet pedig -1,0 – 30,0 °C között változott (8. táblázat). Az előbbiben tehát lényegesen nagyobb a szélső értékek közötti különbség, mint a korábbi években. Ennek oka, mint korábban rámutattunk a talajvízállás tendenciájának megfordulása, vagyis az, hogy évről évre magasabbra kerül, így a felszínhez közelebb van, így a léghőmérséklet jobban befolyásolhatja a talajvíz-hőmérsékletet is. A redoxpotenciál -97,0 – -129,0 mV között alakult. Az összes oldott sómennyiség 11320,0 – 11696,0 mg/l közötti. Mint látható, ezek az értékek is az előző évekhez képest emelkedő tendenciájúak. A pH-érték 8,30 – 9,08 között alakult.

A **Ródliszék K-i** kútban 2003. november 11-én még 12,5 °C volt a víz hőmérséklet (10. táblázat). **2004.** február 21-én azonban már csak 6,0 °C, egyben ez jelentette a legalacsonyabb talajvíz hőmérsékletet is. A legmagasabb hőmérsékletet 18,0 °C-kal szeptember 3-án mértünk. Mint látható, a Szappanoszék K-i kúthoz hasonlóan itt is magasabb a víz hőmérséklet és az ingadozás is jellemző, ami a magas, felszínhez közeli talajvízállás eredménye. A léghőmérséklet 2004. február 21-én 0,0 °C-kal volt a legalacsonyabb, és június 23-án 28,0 °C-kal a legmagasabb. Meglepő a március 18-ai magas 22,0 °C. A pH-érték erős ingadozás mellett legalacsonyabban 7,84-el december 30-án, legmagasabban 8,17-el június 23-án volt. A redoxpotenciál -53,0 – -73,0 mV közötti értékű volt, a Ny-i kúthoz képest tehát kisebb. Az összes oldott sótartalom a Ny-i kúténál nagyobb volt, mert 11288,0 – 11544,0 mg/l között változott. Nyilván itt is a nagyobb mennyiséget a talajvíz felszínhez közelebbi állása és ennek következtében az erősebb evaporáció eredményezte.

Ezekből az adatokból is igazolódik a bevezetőben már leírt tény, miszerint tavasszal a hóolvadás és a csapadékos időjárás hatására felhígul a víz, a lúgosabb kémhatás miatt a redoxpotenciál értékek más kutak vizének ugyanezen vizsgálati időszakához képest (Szappanoszék K és Ny) sokkal negatívabbak, és ezért redukálóból jellegű vizek uralkodnak. Ez a lúgos víz nyáron a kevés csapadék és a nagy meleg hatására tovább töményedik, egyre magasabb összes oldott sótartalmú lesz.

Vízmin- távétel ideje	Vízállás m	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség μS/cm	Összes oldott sótartalom mg/l
		°C					
2003.XI.11.	-1,18	12,5	10,5	8,03 (22,6)	-60,0	14280,0	11424,0
2004. II.21.	-0,90	6,0	0,0	7,91 (21,2)	-54,0	14110,0	11288,0
III. 18.	-0,28	7,0	22,0	7,87 (24,8)	-57,0	14110,0	11288,0
IV. 03.	felszínen	8,0	13,0	7,97 (17,6)	-62,0	14200,0	11360,0
IV.22.	-0,06	12,0	18,0	7,77 (21,6)	-53,0	14270,0	11416,0
V. 12.	felszínen	13,0	17,0	7,86 (21,1)	-57,0	14340,0	11472,0
V. 26.	-0,37	12,5	15,0	7,92 (21,2)	-60,0	14340,0	11472,0
VI. 23.	-0,059	16,0	28,0	8,17 (16,5)	-73,0	14330,0	11464,0
VII. 13.	-0,90	16,0	24,0	8,08 (22,9)	-69,0	14400,0	11520,0
VIII. 10.	-0,78	17,0	21,0	8,13 (26,0)	-73,0	14390,0	11512,0
IX. 03.	-0,495	18,0	20,5	8,00 (24,3)	-65,0	14430,0	11544,0
X. 10.	-1,02	14,0	8,0	7,96 (24,0)	-63,0	14190,0	11352,0
XI. 07.	-0,69	13,0	7,0	7,92 (23,5)	-60,0	14280,0	11424,0
XII. 30.	-0,05	8,0	5,0	7,84 (23,7)	-56,0	14340,0	11472,0
2005.III.22.	felszínen	7,0	5,5	7,93 (23,0)	-60,0	14800,0	11840,0
IV. 30.	-0,20	8,0	9,5	7,98 (23,6)	-62,0	14920,0	11963,0
V. 24.	-0,10	15,0	25,5	8,16 (23,7)	-74,0	14910,0	11928,0
VII. 08.	-0,54	18,0	26,0	8,72 (16,2)	-132,0	14450,0	11560,0
VII. 27.	-0,75	18,0	29,0	7,93 (15,1)	-59,0	14370,0	11496,0
VIII. 27.	-0,78	18,0	25,5	8,28 (24,8)	-82,0	13540,0	10832,0
IX. 08.	-1,13	16,0	13,0	8,19 (13,0)	-74,0	14330,0	11464,0
X. 29.	-0,47	14,0	15,0	8,72 (18,3)	-106,0	14560,0	11648,0
XI. 25.	-1,20	12,0	7,0	8,04 (19,5)	-67,0	14490,0	11592,0
XII. 29.	-0,66	8,5	4,0	7,78 (18,7)	-56,0	14330,0	11464,0
2006. I. 31.	-0,49	5,0	-1,0	8,07 (23,3)	-69,0	14540,0	11632,0
II. 28.	felszínen	2,0	-1,0	8,91 (23,7)	-119,0	14620,0	11696,0
IV. 08.	felszínen	4,0	10,0	6,82 (23,5)	-2,0	14820,0	11856,0
V. 03.	-0,145	11,0	16,0	9,04 (20,9)	-125,0	14770,0	11816,0
V. 26.	-0,49	13,0	17,5	9,02 (24,1)	-125,0	14720,0	11776,0
VI. 28.	-0,44	15,0	30,0	8,66 (28,6)	-106,0	14700,0	11760,0
VII. 27.	-0,55	19,0	29,0	8,94 (29,8)	-123,0	14680,0	11744,0
VIII. 26.	-0,67	19,0	24,5	8,96 (25,1)	-122,0	14590,0	11672,0
IX. 29.	-0,95	18,5	24,0	8,84 (23,8)	-115,0	14530,0	11624,0
XI. 16.	-1,06	11,0	9,5	8,49 (22,0)	-93,0	14350,0	11480,0
XII. 13.	-1,09	9,0	-0,5	8,00 (20,5)	-64,0	14370,0	11496,0

10. táblázat: A Ródliszék K 2003-2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

Az összes oldott só tartalom belül a kalcium 3,7 mg/l és 39,0 mg/l között változott (11. táblázat). A 39,0 mg/l még 2003. november 11-én volt, ezt követően 2004-ben végig jóval kisebb értéket mutatott. Egyébként a Ny-i kúténál is kisebbek az értékek. A vas csak az év elején és végén jelentkezett 3,3 – 4,9 mg/l mennyiséggel, más időszakban csak nyomokban volt jelen. A kálium viszont igen jelentős mennyiségű, mert 2003. november 11. kivételével, amikor csak 180,0 mg/l volt, 2004-ben 170,0 – 200,0 mg/l értékű. Ez is lényegesen meghaladja a Ny-i kútét. A magnézium 4,2 – 6,8 mg/l értékű és minden vízmintavételkor megjelent. A mangán 0,05 – 0,17 mg/l mennyiségben és többször csak nyomokban volt

kimutatható. A nátrium viszont még a Ny-i kúténál is nagyobb mennyiségű, mert elérte a 4206,0 – 5000,0 mg/l-t. A szilícium az eddigiekhez hasonlóan mindössze 4,4 – 5,5 mg/l értékű. A klorid viszont annál jelentősebb, mert még a Ny-i kúténál is nagyobb, 1500,0 – 1878,0 mg/l-t ért el. A szulfát viszont kisebb értékű, mint a Ny-i kútban, mert a december 30-i 901,8 mg/l kivételével mindössze 80,0 – 150,0 mg/l között változott.

Vízmin- vétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2003.XI.11.	39,00	ny	180,0	6,8	ny	4400,0	5,50	1500,0	80,0
2004. II.21.	11,00	4,90	170,0	6,4	0,17	4400,0	4,70	1500,0	100,0
III. 18.	8,10	3,40	170,0	5,4	0,08	4500,0	4,40	1500,0	80,0
IV. 03.	9,00	ny	170,0	5,5	ny	4400,0	5,00	1500,0	110,0
IV. 22.	5,30	ny	170,0	5,3	ny	4400,0	4,40	1600,0	120,0
V. 12.	5,60	ny	170,0	5,5	ny	4500,0	4,60	1700,0	150,0
V. 26.	9,00	ny	170,0	6,5	0,08	4400,0	5,20	1500,0	140,0
VI. 23.	8,00	ny	200,0	5,7	ny	5000,0	5,40	1800,0	140,0
VII. 13.	12,00	3,40	170,0	6,4	0,11	4300,0	4,90	1500,0	140,0
VIII. 10.	4,30	ny	170,0	4,2	ny	4400,0	4,90	1600,0	150,0
IX. 03.	3,70	4,10	170,0	4,4	ny	4300,0	5,20	1500,0	120,0
XII. 30.	3,91	3,30	174,0	5,08	0,0562	4206,0	5,24	1878,52	901,84
2005.III.22.	4,54	1,77	168,0	4,68	0,0420	4288,0	4,59	1583,37	645,11
IV. 30.	3,91	2,63	169,0	4,37	0,0711	4393,0	4,42	1534,90	660,25
V. 24.	3,82	1,34	170,0	4,43	0,0254	4365,0	4,54	1575,85	189,22

11. táblázat: A Ródliszék K 2003-2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

2005-ben a víz hőmérséklet a 2004. évihez közeli, mert 7,0 – 18,0 °C közötti és a magasabb értékek évközben voltak (10. táblázat). A léghőmérséklet 4,0 – 29,0 °C között alakult. A változása szabályos, mert az év végén mindig jóval alacsonyabb volt, mint év közben. A pH-érték 7,78 – 8,72 közötti, tehát 2005-ben is elég magas. A redoxpotenciál -56,0 – -132,0 mV közötti. Az összes oldott só tartalom 10832,0 – 11963,0 mg/l közötti, tehát valamivel nagyobb, mint a Ny-i kútban. A vizek az előző évhez képest redukálóbbr jellegűek.

Az összes oldott só tartalmon belül a komponenseket itt is január és május között vizsgáltuk (11. táblázat). A kalcium ebben az időszakban 3,82 – 4,54 mg/l közötti értékkel az előző évihez hasonló. A vas 1,34 – 2,63 mg/l, a kálium 168,0 – 170,0 mg/l, a magnézium 4,37 – 4,68 mg/l, a mangán 0,02 – 0,07 mg/l közötti, a nátrium a Ny-i kúthoz és az előző évihez hasonlóan igen jelentős 4288,0 – 4393,0 mg/l közötti. A szilícium 4,42 – 4,59 mg/l közötti, a kloridot az előző kúthoz hasonlóan szintén nagy mennyiségben 1534,90 – 1583,37 mg/l-rel mértük, a szulfát 189,22 – 660,25 mg/l kötött volt jelen.

Megállapítható tehát, hogy a Ródliszék K-i kút vizének is igen jelentős az összes oldott sótartalma, és azon belül az egyes komponensek mennyisége.

2006-ban a vízhőmérséklet $2,0 - 19,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a léghőmérséklet $-0,5 - 30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti (10. táblázat). Ezek az adatok a korábbi évek adataihoz közeliak. A pH-érték $6,82 - 9,04$ közötti, ami a korábbi évekhez képest emelkedést mutat. A redoxpotenciál $-2,0 - -125,0\text{ mV}$ közötti. Az összes oldott sómennyiség $11480,0 - 11856,0\text{ mg/l}$ közötti. A maximumérték ugyan nem éri el az elmúlt évit, de az értékek egész évben magasak voltak, és nincs akkora ingadozás, mint az előző évben volt. A tavaszi bőséges csapadék hatására csökkent a víz pH értéke, ezért ebben az időszakban, elsősorban áprilisban kevésbé redukáló volt a víz.

Megállapítható, hogy a Ródliszék K-i kút vizében az összes oldott sótartalom igen magas és azon belül az egyes komponensek mennyisége is. Ezek extrém nagy értékek. Ha a szappanosszéki adatokkal hasonlítjuk össze, akkor közel tízszer nagyobbak. Érdekes, hogy a valamikori tóvizek a Szappanosszéknél maximum 70 ezer mg/l értéket értek el, a Ródliszéknél azonban csak 5 ezer mg/l értéket, a talajvizeknél tehát fordított a helyzet (Molnár B. 1980). A Ródliszék jelenlegi magas összes oldott sómennyisége az eltérő bázis és a terület utóbbi években történő híg sertés trágyázásával is összefügghet.

7.3. A Csólyospálos kút

A **csólyospálosi kútban** a legalacsonyabb vízhőmérsékletet **2004-ben** $6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal február 21-én, a legmagasabbat szeptember 3-án $16,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal (12. táblázat). A legalacsonyabb léghőmérséklet $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -al ugyancsak február 21-én, a legmagasabb $26,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -al június 13-án mértük.

A legkisebb pH-érték 7,14-dal április 22-én, a legmagasabb 7,82-dal június 23-án volt. Ugyanezen időpontokban a redoxpotenciál $-16,0\text{ mV}$, illetve $-48,0\text{ mV}$ volt. A vizsgálati eredmények alapján látható, hogy a kút vize a többi kút ugyanezen időszakában mért adataihoz képest kevésbé lúgos kémhatású, és kevésbé negatív redoxpotenciálú, így kevésbé redukáló jellegű.

A legkisebb összes oldott sótartalom 2003. november 11-én volt $1177,6\text{ mg/l}$ -rel, a legnagyobb pedig 2004. március 18-án $1395,2\text{ mg/l}$ -rel. Ezek a szappanosszéki értékekhez

hasonlóak. Mint látható, a maximális értékek késő ősze estek, amikor a csapadékvíz a talajvizet még nem hígította fel.

Vízmin- tétel ideje	Vízállás m	Víz- hő- mér- séklet	Lég- hő- mér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség	Összes Oldott sótartalom
						µS/cm	mg/l
°C							
2003.XI.11.	-2,02	12,9	10,5	7,32 (22,8)	-29,0	1472,0	1177,6
2004. II.21.	1,40	6,0	0,0	7,72 (20,6)	-42,0	1738,0	1390,4
III. 18.	-1,28	9,5	22,0	7,56 (24,4)	-40,0	1744,0	1395,2
IV. 03.	-1,10	8,0	14,0	7,64 (18,2)	-44,0	1723,0	1378,4
IV.22.	-0,81	10,5	19,0	7,14 (21,6)	-17,0	1731,0	1384,8
V. 12.	-1,03	12,0	11,0	7,18 (21,0)	-16,0	1710,0	1368,0
V. 26.	-1,38	12,0	14,5	7,51 (20,6)	-34,0	1685,0	1348,0
VI. 23.	-1,41	14,0	21,0	7,82 (14,7)	-48,0	1631,0	1304,8
VII. 13.	-1,52	15,0	26,0	7,60 (22,8)	-42,0	1664,0	1331,2
VII. 25.	-1,67	15,0	19,0	7,36 (25,4)	-28,0	1636,0	1308,8
VIII. 10.	-1,57	15,5	20,0	7,34 (25,7)	-26,0	1655,0	1324,0
IX. 03.	-1,70	16,0	19,5	7,37 (24,2)	-28,0	1723,0	1378,4
X. 10.	-1,90	15,0	13,0	7,59 (23,9)	-41,0	1694,0	1355,2
XI. 07.	-1,54	12,0	4,0	7,52 (23,2)	-37,0	1656,0	1324,8
XII. 30.	-0,93	9,0	7,0	7,32 (23,5)	-25,0	1611,0	1288,8
2005.III.22.	-0,78	6,0	4,0	7,53 (23,5)	-35,0	1729,0	1383,2
V. 01.	-0,84	11,0	19,0	7,60 (23,6)	-40,0	1776,0	1420,8
V. 24.	-1,02	12,0	21,0	7,23 (23,5)	-20,0	1765,0	1412,0
VI. 30.	-1,075	13,5	31,0	7,66 (17,7)	-71,0	1676,0	1340,8
VII. 27.	-1,03	18,5	35,0	7,52 (14,0)	-36,0	1746,0	1396,8
VIII. 28.	-0,85	17,0	21,0	7,68 (24,8)	-46,0	1657,0	1325,6
IX. 07.	-1,07	14,0	22,0	7,37 (12,3)	-30,0	1716,0	1372,8
X. 29.	-1,195	14,0	11,0	7,67 (17,4)	-44,0	1634,0	1307,2
XI. 25.	-1,27	11,5	6,0	7,84 (20,0)	-55,0	1625,0	1300,0
XII. 29.	-0,88	9,0	1,0	7,62 (11,7)	-41,0	1600,0	1280,0
2006. I. 31.	-0,89	6,0	0,0	7,64 (23,3)	-43,0	1304,0	1043,2
II. 23.	-0,57	6,0	7,0	7,37 (18,3)	-28,0	1619,0	1295,2
IV. 08.	-0,80	5,0	7,0	7,37 (23,7)	-27,0	1702,0	1361,6
V. 03.	-0,70	10,0	23,0	7,37 (20,9)	-27,0	1786,0	1428,8
V. 25.	-0,94	11,0	19,0	7,25 (24,1)	-20,0	1806,0	1444,8
VI. 27.	-1,07	15,0	35,0	7,23 (28,7)	-20,0	1769,0	1415,2
VII. 26.	-1,30	18,0	33,0	7,33(29,7)	-26,0	1751,0	1400,8
VIII. 26.	-1,14	17,5	23,0	7,82 (25,1)	-54,0	1863,0	1490,4
IX. 28.	-1,35	17,0	26,0	7,78 (24,0)	-52,0	1732,0	1385,6
XI. 10.	-1,39	11,0	5,0	7,34 (21,8)	-26,0	1857,0	1485,6
XII. 11.	-1,25	10,0	4,0	7,24 (20,5)	-19,0	1889,0	1511,2

12. táblázat: A Csólyospálos kút 2003-2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

A kútban a kalcium 55,0 – 107,0 mg/l közötti értékű, a mi a szappanosszéki értékekhez közeli (13. táblázat). Általában a késő őszi és a téli hónapokban nagyobb a mennyisége. A vas minden vizsgált hónapban előfordult. Értéke 1,3 – 8,5 mg/l közötti, ami a szappanosszéki K-i kút vizéhez hasonló. A maximumok a kalciumhoz hasonlóan a téli időszakban fordulnak elő. A kálium 1,98 – 27,34 mg/l-rel jelenik meg. Különösen nagyobb az értéke 2004. december

30-án. A magnézium december kivételével minden hónapban 2,2 mg/l, december 30-án azonban hirtelen 54,39 mg/l-t ér el. A mangán 0,04 – 5,3 mg/l-rel jelenik meg. Értéke a Szappanosszék Ny-i kútához hasonló, de jóval kisebb, mint a Szappanosszék K-i-ben, vagy a ródliszéki kutakban észlelték. A nátrium december kivételével igen kis mennyiségben, mindössze 0,02 – 0,09 mg/l-rel jelentkezett, decemberben azonban 251,0 mg/l-t ért el. A szilícium 6,8 – 11,0 mg/l. A klorid ugyancsak december kivételével kis mennyiségű, mindössze 0,56–0,57 mg/l értékű, decemberben pedig 47,72 mg/l. A szulfát 5,0–9,0 mg/l-rel fordul elő, egyetlen időpontban, 2004. december 30-án azonban kiugró, 47,58 mg/l értéket ért el.

Vízmin-ta-vétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2003.XI.11.	107,0	8,50	1,98	2,20	5,10	0,09	6,90	0,56	5,00
2004. II.21.	86,0	1,40	3,23	2,20	5,10	0,09	6,90	0,56	5,00
III. 18.	84,0	1,40	1,98	2,20	5,10	0,09	6,90	0,56	5,00
IV. 03.	78,0	1,40	1,98	3,80	0,85	0,05	11,00	0,60	9,00
IV. 22.	76,0	1,40	1,98	2,20	5,10	0,09	6,90	0,57	5,00
V. 12.	74,0	1,30	1,98	2,20	5,10	0,09	6,90	0,57	5,00
V. 26.	72,0	1,30	1,98	2,20	5,10	0,05	6,90	0,57	5,00
VI. 23.	63,0	1,30	1,98	2,20	5,10	0,09	6,80	0,56	5,00
VII. 13.	55,0	1,30	1,98	2,20	5,10	0,05	6,80	0,57	5,00
VII. 25.	64,0	1,30	1,98	2,20	5,30	0,09	6,80	0,57	5,00
VIII. 10.	76,0	1,40	1,98	2,20	5,30	0,02	6,80	0,57	5,00
XI. 07.	103,0	8,50	3,23	2,20	5,20	0,02	6,80	0,57	17,00
XII. 30.	57,78	0,74	27,34	54,39	0,04	251,0	6,75	47,72	47,58
2005.III.22.	71,51	4,257	22,77	71,16	0,0529	232,0	11,237	51,38	79,93
V. 01.	74,68	2,130	29,8	77,24	0,0505	233,0	11,876	51,11	135,00
V. 24.	76,59	2,304	29,15	74,21	0,0459	236,0	11,859	49,97	63,79

13. táblázat: A Csólyospálos kút 2003-2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

2005-ben a víz hőmérséklete 6,0 – 18,5 °C, a léghőmérséklet pedig 1,0 – 35,0 °C közötti (12. táblázat). Az utóbbi érték volt a három év alatt mért egyik legmagasabb léghőmérséklet. A kútban is ennek megfelelően ugyanazon a napon volt a legmagasabb a víz hőmérséklet. A pH-érték 7,23 – 7,84 között alakult. A redoxpotenciál -20,0 – -71,0 mV között volt. Az összes oldott só tartalom 1280,0 – 1420,8 mg/l volt, ami az elmúlt évvel szinte azonos. Az utóbbi magas értéket május 1-jén, tavasszal mértük, amikor a csapadék a vizet még nem hígította fel, és így a korábbi evaporációs hatás még jól látszik. Ezen időszak alatt is elsősorban a kevésbé redukáló jellegű víz a domináns.

Az összes oldott só tartalom belüli komponensek közül a kalcium március és május között 71,51 – 76,59 mg/l közötti (13. táblázat). A vas 2,1 – 4,2 mg/l, a kálium

22,77 – 29,80 mg/l, a magnézium 71,16 – 77,24 mg/l, a mangán rendkívül kis mennyiségben, mindössze 0,045 – 0,052 mg/l van jelen. A nátrium 232,0 – 236,0 mg/l-rel, a szilícium pedig 11,23 – 11,87 mg/l-rel szerepel. A klorid 49,97 – 51,38 mg/l, és végül a szulfát 63,79 – 135,00 mg/l-rel van jelen a vízben.

2006. évben a kútban a víz hőmérséklete 5,0 – 18,0 °C közötti (12. táblázat). Ennél a kútnál ez az első érték, amely a mért legkisebb értékek közé tartozik. A léghőmérséklet 0,0 – 35,0 °C között volt. Az utóbbi érték szintén a területen mért egyik legmagasabb, ez június 27-én volt, de még július 26-án is 33,0 °C volt. A pH-érték 7,23 – 7,82 között változott. A redoxpotenciál -19,0 – -54,0 mV közötti. A pH-érték egész évi ingadozása és a redoxpotenciál változása nagyon alacsony, kisebb, mint a 2005. évben, ezért a víz is jellemzően az előző évhez képest kevésbé redukáló jellegű. Az összes oldott sótartalom az év eleji 1043,2 mg/l-ről év végére 1511,2 mg/l-re emelkedik, ami jelentős emelkedésnek mondható.

Összességében megállapítható, hogy a területen kiépített kutakban a vizek sótartalma igen változatos és nagyságrendi eltérések mutatkoznak. Ugyanez az egyes komponensekre is vonatkozik.

7.4. A felszíni gödrök eredményei

A Csólyospálos 3. sz. gödör vizében **2004.** április 3. és december 30. közötti időszakban december 30-án 4,0 °C-kal mértük a legalacsonyabb, június 23-án 23,0 °C-kal a legmagasabb víz hőmérsékletet (14. táblázat). A léghőmérséklet minimuma november 7-én 4,0 °C, maximuma pedig július 13-án 24,0 °C volt. A pH-érték egész évben, október 10. kivételével, amikor csak 7,27 volt, igen magas, mert július 25-én már elérte a 9,61-et. Ez nyilván a felszíni víz nagyobb párolgásának és sókoncentrációjának köszönhető. A novemberi érték pedig a hirtelen lehullott csapadéknak köszönhető. A redoxpotenciál -22,0 mV, illetve -161,0 mV között alakult.

Az összes oldott sómennyiség minimuma szintén október 10-én volt 1364,8 mg/l-rel, maximuma pedig szintén július 25-én 2472,0 mg/l-el. Az utóbbi nyári érték a sekély mélységű és nyílt vízfelület erős evaporációjának a következménye. Az októberben mért alacsonyabb értéket pedig az őszi folyamán lehullott csapadék okozta. Ez okozza azt, hogy az áprilisi és az októberi csapadékosabb időszakban kevésbé redukáló, az év többi hónapjában jobban redukáló jellegű a víz.

Vízmin- vétel ideje	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség	Összes oldott sótartalom
	°C				µS/cm	mg/l
2004.IV.03.	10,0	14,0	8,84 (22,0)	-113,0	2850,0	2280,0
IV. 22.	16,0	19,0	8,51 (22,0)	-96,0	2650,0	2120,0
V. 12.	17,0	12,0	8,77 (21,0)	-110,0	2700,0	2160,0
V. 26.	15,0	14,5	9,05 (20,6)	-124,0	2780,0	2224,0
VI. 23.	23,0	22,0	9,55 (11,9)	-151,0	2650,0	2120,0
VII. 13.	22,0	24,0	9,04 (21,8)	-126,0	2930,0	2344,0
VII. 25.	22,0	19,0	9,61 (25,6)	-161,0	3090,0	2472,0
VIII. 10.	22,0	20,0	9,45 (25,3)	-152,0	3040,0	2432,0
IX. 03.	22,0	19,5	9,45 (24,2)	-151,0	3090,0	2472,0
X. 10.	11,0	13,0	7,27 (23,9)	-22,0	1706,0	1364,8
XI. 07.	9,0	4,0	9,05 (23,2)	-126,0	2960,0	2368,0
XII. 30.	4,0	5,0	8,98 (23,4)	-122,0	2560,0	2048,0
2005.III.22.	6,0	3,0	7,83(22,8)	-55,0	1264,0	1011,2
V. 01.	18,5	19,0	7,99(23,6)	-64,0	1679,0	1343,2
V. 24.	20,0	21,0	8,57(23,6)	-98,0	1814,0	1451,2
VI. 30.	30,0	31,0	8,87(19,2)	-62,0	1723,0	1378,4
VII. 27.	31,0	31,0	8,74(13,2)	-105,0	1760,0	1408,0
VIII. 28.	21,0	19,0	8,35(24,7)	-86,0	1644,0	1315,2
X. 07.	19,0	22,0	8,38(12,0)	-86,0	1784,0	1427,2
X. 29.	11,0	11,0	8,68(17,3)	-103,0	1816,0	1452,8
XI. 25.	2,0	6,0	9,07(19,8)	-126,0	1630,0	1304,0
XII. 22.	1,0	1,0	8,98(11,3)	-118,0	1775,0	1420,0
2006. I. 31.	0,0	-1,0	8,29(23,3)	-83,0	2610,0	2088,0
II. 23.	5,0	4,0	7,63(18,3)	-41,0	2120,0	1696,0
IV. 08.	6,0	5,0	7,94(23,3)	-62,0	1499,0	1199,2
V. 03.	20,0	16,0	8,22(20,8)	-78,0	1597,0	1277,6
V. 25.	21,0	18,5	8,00(24,2)	-65,0	1812,0	1449,6
VI. 27.	34,0	36,0	8,46(28,7)	-94,0	1859,0	1487,2
VII. 26.	31,0	29,0	8,34(29,9)	-86,0	1843,0	1474,4
VIII. 26.	24,0	23,5	7,98(25,1)	-65,0	1859,0	1487,2
IX. 28.	21,0	29,0	7,92(24,0)	-60,0	1904,0	1523,2
XI. 10.	5,0	5,0	8,76 (21,9)	-109,0	1877,0	1501,6
XII. 11.	7,0	6,0	8,51 (20,5)	-94,0	1889,0	1511,2

14. táblázat: A Csólyospálos 3. sz. gödör 2004-2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

A csólyospálos 3 sz. gödörből 2004-ben az összes oldott só tartalom részletesebb komponenseinek vizsgálatára öt hónapig gyűjtöttünk vízmintákat, április 3-án, július 25-én, augusztus 10-én, szeptember 3-án és december 30-án (15. táblázat). A gyűjtött időszakban a kalcium 4,7–16,0 mg/l között változott. A vas 0,12 – 1,50 mg/l közötti volt. A kálium 1,98 – 37,34 mg/l volt. Az utóbbi nagyobb értéket év végére érte el. A magnézium 2,2 – 28,77 mg/l, a nagyobb érték itt is decemberben volt. A mangán 0,002 – 0,85 mg/l-rel jelent meg. Itt viszont a legkisebb érték éppen decemberben volt. A nátrium 0,05 – 608,0 mg/l volt. A legnagyobb értéket itt is december végén mértük. A szilícium elég jelentősnek mondható, mert 4,54 – 11,0 mg/l értéket ért el, a legkisebb érték év végén jelentkezett. A nagyobb értékek egyben az eddig mért legnagyobbak voltak. A klorid 0,6 – 143,10 mg/l volt,

végül a szulfát 9,0 – 145,10 mg/l értékű. Mindkét utóbbi nagyobb érték szintén év végén, decemberben következett be. Látható, hogy az evaporáció hatásának fokozódásával egyes komponensek értékei megnőnek, másoké lecsökkennek.

Vízmin- tétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2004.IV.03.	16,0	1,4	1,98	2,2	0,85	0,05	11,0	0,6	9,0
VII. 25.	4,7	0,42	1,98	3,8	0,84	0,05	11,0	1,6	10,0
VIII. 10.	9,0	1,5	1,98	3,7	0,84	0,05	11,0	2,7	10,0
IX. 03.	8,8	0,44	1,98	3,7	0,84	0,05	11,0	0,6	10,0
XII. 30.	8,87	0,12	37,34	28,77	0,002	608,0	4,54	143,10	145,10
2005.III.22.	27,87	0,11927	18,074	31,501	0,004208	221,0	15,034	27,87	92,06
V.01.	31,68	0,079498	22,648	43,105	0,002196	297,0	16,847	31,68	104,22

15. táblázat: A Csölyospálos 3. sz. gödör 2004 – 2005. évi egyes vízkémiai elemeinek vizsgálati eredménye

2005-ben a víz hőmérséklet 1,0 – 31,0 °C között alakult (14. táblázat). Az utóbbi érték igen magasnak mondható. A léghőmérséklet ugyancsak 1,0 – 31,0 °C között változott. A víz- és a léghőmérséklet, felszíni vízről lévén szó tehát párhuzamosan változott. A pH 7,83 – 9,07 közötti volt, tehát igen tág határok között alakult. Év elején voltak a kisebb, és év végén a nagyobb értékek. A redoxpotenciál -55,0 – -126,0 mV közötti volt. A nagyobb negativitású értékek az év második felében jelentkeztek, ekkor redukáló jellegű volt a víz. Az összes oldott sótartalom 1011,2 – 1452,8 mg/l között volt. Ezek az értékek felszíni vízről lévén szó, ahol a párolgás jelentős, nem mondhatók nagyoknak.

Az összes oldott sótartalom részletesebb vizsgálatára 2005-ben két hónapban került sor, márciusban és májusban (15. táblázat). A kalcium 27,87 – 31,68 mg/l között volt. A vas mindössze 0,079 – 0,119 mg/l-rel volt jelen, tehát minimális mennyiségben. A kálium 18,07 – 22,64 mg/l értéket ért el. A magnézium 31,50 – 43,10 mg/l, a mangán szintén minimális mennyiségben 0,002 – 0,004 mg/l-rel volt jelen. A nátrium 221,0 – 297,0 mg/l-t ért el. A szilícium 15,03 – 16,84 mg/l volt. A klorid 27,87 – 31,68 mg/l között változott. Végül a szulfát 92,06 – 104,22 mg/l között volt kimutatható.

2006-ban a víz hőmérséklet 0,0 – 34,0 °C, a léghőmérséklet pedig -1,0 – 36,0 °C között változott (14. táblázat). Az utóbbi érték a területen mért legmelegebb volt, és ez a víz hőmérsékletére is vonatkozik. A pH-érték 7,63 – 8,76 közötti volt, tehát alacsonyabb mint az előző évben.

A redoxpotenciál -41,0 – -109,0 mV közötti volt, ami az elmúlt évihez hasonló. Az összes sótartalom 1199,2 – 2088,0 mg/l között volt. Ebben az évben tehát több volt az összes oldott sómennyiség. Összességében a vizek is kevésbé redukáló jellegűek voltak.

Vízmin- tétel- ideje	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség	Összes oldott sótartalom
	°C				µS/cm	mg/l
2004.IV.22.	17,0	20,5	7,88 (21,5)	-20,0	360,0	288,0
V. 12.	17,0	12,0	8,55 (21,0)	-98,0	1453,0	1162,4
V. 26.	15,0	17,0	9,02 (20,9)	-126,0	1458,0	1166,4
VI. 23.	21,0	21,0	9,48 (4,8)	-145,0	1245,0	996,0
VII. 13.	23,0	18,0	8,77 (22,9)	-115,0	1420,0	1136,0
VII. 25.	25,0	24,0	7,88 (26,0)	-59,0	1552,0	1241,6
IX. 07.	20,0	20,0	8,43 (23,9)	-91,0	1620,0	1296,0
X. 12.	-	24,0	8,81 (24,2)	-113,0	1653,0	1322,4
XI. 07.	3,0	4,0	7,57 (23,3)	-40,0	1652,0	1321,6
XII. 30.	3,0	5,0	7,35 (23,5)	-29,0	1336,0	1068,8
2005.III.22.	7,0	1,0	7,68 (22,8)	-46,0	980,0	784,0
V. 01.	20,0	18,0	8,05 (23,7)	-63,0	1178,0	942,4
V. 24.	20,0	19,5	7,77 (23,4)	-52,0	1210,0	968,0
VI. 30.	30,0	29,5	8,86 (19,0)	-110,0	1058,0	846,4
VII. 27.	33,0	32,0	8,02 (12,4)	-52,0	1121,0	896,8
VIII. 28.	21,0	19,0	7,92 (24,8)	-61,0	1116,0	892,8
X. 07.	18,0	22,0	8,35 (10,3)	-81,0	1223,0	978,4
X. 29.	9,0	11,0	8,09 (17,8)	-7,0	1278,0	1022,4
XI. 25.	1,8	6,0	8,61 (19,6)	-100,0	1165,0	932,0
XII. 22.	1,0	1,0	7,44 (12,7)	-32,0	1322,0	1057,6
2006. I. 31.	0,0	0,0	7,06 (23,6)	-9,0	1646,0	1316,8
II. 23.	4,0	4,0	7,93 (18,3)	-58,0	821,0	656,8
IV. 08.	5,0	5,0	7,25 (23,3)	-24,0	2010,0	1608,0
V. 03.	17,5	17,0	8,33 (20,7)	-82,0	1802,0	1441,6
V. 25.	20,5	19,0	8,53 (24,1)	-97,0	1537,6	1229,6
VI. 27.	34,0	36,0	8,45 (28,7)	-93,0	2030,0	1624,0
VII. 26.	30,0	36,0	7,88 (19,9)	-59,0	2090,0	1672,0
VIII. 26.	25,5	23,0	8,03 (25,0)	-67,0	1908,0	1526,4
IX. 28.	21,0	24,0	8,70 (24,0)	-107,0	2060,0	1648,0
XI. 10.	2,0	4,0	7,66 (21,9)	-45,0	2030,0	1624,0
XII. 11.	6,0	5,0	8,05 (20,5)	-67,0	1910,0	1528,0

16. táblázat: A Csólyospálos 1. sz. gödör 2004 – 2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

A csólyospálosi 1. sz. gödör vizének 2004-ben a legalacsonyabb hőmérséklete november 7-én és december 30-án 3,0 °C-kal volt, a legmagasabb pedig 25,0 °C-kal július 25-én (16. táblázat). A léghőmérséklet ugyanezen időpontokban 4,0 – 5,0 °C, illetve 24,0 °C volt. A pH-érték minimuma december 30-án 7,35, maximuma június 23-án 9,48 volt. A különbség,

mint látható, igen jelentős. Ugyanez a redoxpotenciálra is vonatkozik, mert április 22-én -20,0 mV, illetve június 23-án -145,0 mV értéket mutatott. A csapadékosabb időszakok kivételével erősebben redukáló jellegű a víz.

Az összes oldott sótartalomban még az eddigieknél is nagyobb ingadozás volt, mert április 22-én mindössze 288,0 mg/l volt, viszont október 12-én elérte az 1322,4 mg/l-t. Látható, hogy ezeknél a felszíni vizeknél a külső hatásokra, elsősorban a csapadéokra visszavezethetően igen jelentős eltérések adódnak. Megjegyezhető, hogy ezekből a vizekből ma már nem öntöznek. Figyelmeztető azonban, hogy más helyeken, ahol hasonló gödrökből ma is végeznek öntözést, az innen származó vizek a talaj szikesedését segíthetik elő.

2005-ben a víz hőmérséklet 1,0 – 33,0 °C között volt, a léghőmérséklet pedig 1,0 – 32,0 °C között. A víz hőmérséklete a mérési időpontban a léghőmérsékletet tehát meghaladta. A pH 7,44 – 8,86 között változott, a szélső értékek között tehát jelentős különbség van, ami nyilván a felszíni víz következménye, ahol a külső tényezők, mint pl. a csapadék, hőmérséklet gyorsan tudják a tényezőket változtatni. A redoxpotenciál -7,0 – -100,0 mV közötti, itt is jelentős különbségek mutatkoznak az előző évekhez hasonlóan, kivéve októbert, redukáló jellegű a víz. Az összes oldott sótartalom 784,0 – 1057,6 mg/l között alakult, vagyis itt is ingadozás mutatható ki.

Az összes oldott sótartalomon belül 2005. április 22. és május 24. között az egyes komponensek a következőképpen alakultak (17. táblázat). A kalcium 41,66 – 54,94 mg/l, a vas minimális értékkel 0,061 – 0,096 mg/l, a kálium 8,99 – 11,13 mg/l, a magnézium 65,1 – 105,0 mg/l, a mangán ugyancsak minimális mennyiséggel 0,0007 – 0,0053 mg/l, a nátrium 69,67 – 90,87 mg/l, a szilícium 7,56 – 12,37 mg/l, a klorid 50,22 – 83,16 mg/l, és végül a szulfát 80,81 – 221,57 mg/l-rel volt jelen.

Vízmin- tétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2005.IV.22.	54,94	0,076234	8,9923	65,1	0,000762	69,67	12,37	50,22	80,81
V. 01.	50,49	0,061493	10,885	95,9	0,001354	83,75	8,3777	83,16	221,57
V. 24.	41,66	0,096585	11,132	105,0	0,005312	90,871	7,5609	69,92	164,40

17. táblázat: A Csólyospálos 1. sz. gödör 2004 – 2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

2006-ban a víz hőmérséklet 0,0 – 34,0 °C között volt, a léghőmérséklet pedig 0,0 – 36,0 °C között (16. táblázat). Az utóbbi igen nagy értéket júniusban és júliusban mértük, tehát hosszan tartó volt. A pH 7,06 – 8,7 közötti értékű, az ingadozás tehát jelentős. A

redoxpotenciál -9,0 – -107,0 mV között változott. Az összes oldott sótartalom 656,8 – 1672,0 mg/l közötti volt, tehát ez is igen erősen változott. Az évi nagy ingadozások a redukáló jellegben is megmutatkoztak: különösen az év első felében megjelenő esős időszakban kevésbé redukáló, majd a második félévben a nagy melegnek köszönhetően jobban redukáló jellegű volt a víz.

Csölyospálos 1/1. gödörben 2004-ben nem történtek vizsgálatok. **2005-ben** a vízhőmérséklet 1,0 – 36,0 °C, a léghőmérséklet pedig 1,0 – 34,0 °C volt, tehát az igen sekély mélységű víz hőmérséklete a léghőmérsékletét meghaladta (18. táblázat).

Vízmin- tétel ideje	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség	Összes oldott sótartalom
	°C				µS/cm	mg/l
2005.III.22.	4,5	1,0	8,16 (22,7)	-74,0	2009,0	1607,2
V. 01.	20,0	18,0	8,05 (23,7)	-63,0	1178,0	942,4
V. 24.	18,0	20,0	8,77 (23,4)	-110,0	2092,0	1673,6
VI. 30.	33,0	31,0	8,92 (19,2)	-75,0	3060,0	2448,0
VII. 27.	36,0	34,0	9,18 (14,8)	-131,0	3140,0	2512,0
VIII. 28.	19,0	19,0	9,13 (24,7)	-132,0	1799,0	1439,2
X. 07.	21,0	23,0	9,82 (12,1)	-167,0	2520,0	2016,0
X. 29.	11,0	11,0	9,95 (16,8)	-176,0	3130,0	2504,0
XI. 25.	1,0	6,0	9,08 (19,8)	-127,0	2910,0	2328,0
XII. 22.	1,0	1,0	8,82 (10,3)	-109,0	3520,0	2816,0
2006. I. 31.	0,0	-1,0	7,84 (23,4)	-55,0	4710,0	3768,0
II. 23.	4,0	6,0	7,98 (17,6)	-58,0	489,0	391,2
IV. 08.	5,0	5,0	7,94 (23,4)	-62,0	1894,0	1515,2
V. 03.	19,5	17,0	9,10 (20,8)	-126,0	1978,0	1582,4
V. 25.	22,0	20,0	9,15 (24,2)	-133,0	2790,0	2232,0
VI. 27.	37,0	36,0	8,18 (28,6)	-75,0	3280,0	2624,0
VII. 26.	34,0	33,0	8,73 (29,7)	-110,0	5050,0	4040,0
VIII. 26.	27,0	23,5	9,29 (24,9)	-142,0	2170,0	1736,0

18. táblázat: A Csölyospálos 1/1. sz. gödör 2005 – 2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

A pH 8,05 – 9,95 között volt, ami igen erősen lúgos kémhatást jelzett. A redoxpotenciál -63,0 – -176,0 mV közötti. A tavaszi csapadékos időszak kivételével azonban csak redukáló jellegű volt a víz. Az összes oldott sótartalom 942,4 – 2816,0 mg/l közötti, tehát nagyságrendi különbségek mutatkoznak az előző vizsgálati hely eredményeivel.

Az összes oldott sótartalom belüli különböző komponensértékek a következők. Még 2004. december 30-i mintából származik az első eredmény, majd a többi 2005. március 22. és május 24. közötti időszakból (19. táblázat). A kalcium 5,45 – 18,52 mg/l, a vas

0,10 – 0,32 mg/l, a kálium 29,89 – 43,20 mg/l, a magnézium 13,44 – 29,78 mg/l, a mangán 0,004 – 0,012 mg/l, a nátrium 502,0 – 704,0 mg/l, és a szilícium 3,24 – 10,61 mg/l értéket ért el. A klorid 105,94 – 165,18 mg/l, és végül a szulfát 159,17 – 224,11 mg/l volt.

Vízmin- vétel ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2004.XII.30.	5,45	0,2237	40,81	13,441	0,006317	637,0	3,2419	139,96	161,69
2005.IV.22.	12,66	0,32959	29,89	17,826	0,010161	502,0	9,2221	105,94	159,17
V. 01.	12,30	0,10545	35,65	18,902	0,004222	570,0	8,8025	119,43	224,11
V. 24.	18,52	0,14911	43,20	29,781	0,012749	704,0	10,616	165,18	223,41

19. táblázat: A Csölyospálos 1/1. sz. gödör 2004 – 2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

2006-ban a gödörben víz csak január és augusztus között volt, mert a kevés csapadék, a magasabb hőmérséklet okozta párolgás a talajvíz süllyedését eredményezte. Ezen időszakon belül a víz hőmérséklet 0,0 – 37,0 °C között volt, ami a területen mért legmagasabb víz hőmérsékletet jelenti (18. táblázat). A léghőmérséklet -1,0 – 36,0 °C között alakult. A pH 7,84 – 9,29 között volt, tehát igen nagy a szélső értékek közötti különbség. A redoxpotenciál -55,0 – -142,0 közötti. A víz az előző évhez hasonlóan redukáló jellegű. Az összes oldott só mennyiség 391,2 – 4040,0 mg/l közötti, tehát itt is nagyok az eltérések, ami elsősorban a csapadékhataásra vezethető vissza. A kisebb értékeket év elején mértük, amikor mint jeleztük, csapadékos volt az időjárás.

7.5. A tavak vizsgálati eredményei

A Szappanosszék tóban 2004-ben néhány hónapig a tó kisebb részén vízborítás volt. A víz mélysége azonban legfeljebb 0,03 – 0,2 m-t ért el. A víz megjelenése a későbbiekben is vagy a hóolvadásnak, vagy a csapadéknak köszönhető. A tóban 2004-ben áprilisban, májusban, majd ősszel, novemberben és decemberben volt víz (20. táblázat). A tóvíz hőmérséklete a léghőmérséklettel párhuzamosan alakult. A víz legalacsonyabb 0,0 °C értékét november 27-én, a léghőmérsékletét ugyanekkor 2,0 °C-kal érte el. Maximumát a víz június 23-án 30,5 °C-kal, a léghőmérséklet ugyanekkor 27,0 °C volt. A víz pH-értéke 6,51 – 7,25 között változott. Maximális értéke május 12-én volt. A redoxpotenciál -1,0 – -20,0 mV között volt. Látható, hogy sem a pH, sem a redoxpotenciál ingadozása nem mutat szélsőséget, ezért a vizek legkevésbé redukáló jellegűk. Az összes oldott só tartalom pedig

256,0 – 593,6 mg/l között jelent meg. A november 27-én vett vízminta összes oldott sótartalmának komponenseit is megvizsgáltuk. A kalcium ekkor 18,36 mg/l, a vas 0,22 mg/l, a kálium 17,01 mg/l, a magnézium 24,88 mg/l, a mangán 0,05 mg/l, a nátrium 43,66 mg/l, a szilícium 12,84 mg/l, a klorid 6,5 mg/l, végül a szulfát 3,15 mg/l értéket ért el. Megállapítható, hogy ugyanazok a komponensek jelentek meg, mint a talajvizekben, de más értékekkel. A kalcium és a magnézium pl. jóval kisebb értékű, mint a talajvizekben.

Vízminta- vétel ideje	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség	Összes oldott sótartalom
	°C				µS/cm	mg/l
2004.IV.22.	28,0	12,0	6,51 (21,5)	-20,0	360,0	288,0
V. 12.	21,0	20,0	7,25 (21,0)	-19,0	560,0	448,0
VI. 23.	30,5	27,0	6,89 (16,4)	-3,0	742,0	593,6
XI. 27.	0,0	2,0	6,90 (23,1)	-1,0	460,0	368,0
XII. 30.	2,5	4,0	6,81 (23,5)	-5,0	320,0	256,0
2005.III.23.	8,0	6,0	7,18 (22,8)	-18,0	357,0	285,6
IV. 30.	16,0	15,0	6,97 (22,7)	-4,0	894,0	715,2
V. 23.	29,0	27,0	7,40 (23,3)	-29,0	880,0	704,0
XII. 29.	1,0	5,0	7,18 (18,6)	-16,0	547,0	437,6
2006.II. 28.	1,0	-1,0	6,50 (23,8)	24,0	348,0	278,4
IV. 08.	8,0	15,0	7,60 (23,4)	-4,0	727,0	581,6
V. 03.	17,0	19,0	7,86 (21,1)	-58,0	870,0	696,0
V. 25.	18,0	20,0	7,67 (24,2)	-45,0	1370,0	1096,0
VI. 28.	28,0	30,0	7,50 (23,0)	-35,0	1219,0	975,2
VII. 27.	31,0	31,0	7,09 (30,0)	-12,0	1365,0	1092,0
VIII. 26.	21,0	25,0	7,42 (25,1)	-30,0	1612,0	1289,6
IX. 29.	18,0	18,0	6,70 (23,8)	11,0	1178,0	942,4

20. táblázat: A Szappanosszék tó 2004 – 2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

2005-ben ugyancsak tavasszal és télen jelent meg a tóban a víz. A víz hőmérséklet ekkor 1,0 – 29,0 °C, a léghőmérséklet pedig 5,0 – 27,0 °C között alakult. A pH 6,97 – 7,40 között volt, többször haladta meg a pH a 7-et, mint az előző évben. A redoxpotenciál -4,0 – -29,0 mV között volt. Ebben az évben szintén kevésbé redukáló jellegű a víz. Az összes oldott sótartalom pedig 285,6 – 715,2 mg/l értéket ért el. Mivel az utóbbi nagyobb sótartalmat májusban mértük, valószínűleg a tófenéken korábban lerakodott sóból oldott fel egy részt a víz, és ez emelte meg a sótartalmat.

2006-ban február és szeptember között volt a tóban kisebb vízborítás, tehát jóval hosszabb ideig, mint korábban, viszont év végére a tó kiszáradt. Az év folyamán a víz hőmérséklet 1,0 – 31,0 °C, a léghőmérséklet pedig -1,0 – 31,0 °C között alakult. A pH-érték 6,50 – 7,86 között volt. Áprilistól augusztusig mindig 7 feletti értéket mértünk. A

redoxpotenciál 24,0– -58,0 között volt. Az adatok érdekesek, mert először jelentkeztek pozitív értékek, ekkor oxidáló jellegű a víz. Az összes oldott sótartalom 278,0 – 1289,6 mg/l között volt. A nagyobb értékeket a nyári hónapokban érte el, amikor a párolgás miatt a vízben a só koncentráltódott.

Szépálusi J. 1976-ban a tó vizének sótartalmát a nyári hónapokban 70 ezer mg/l fölött mutatta ki, ami a terület tavai közül az eddig mért legnagyobb mennyiség volt. Ezt a tóvíz akkori igen erős, esetleg több évig tartó evaporációja okozta, nyáron ugyanis sekélyebb, de állandó volt a vízborítás.

A **Ródliszék tóban 2004-ben** áprilisban és májusban, valamint decemberben volt szintén kisebb vízborítás. (Áprilisban, a hónap elején és végén vettünk vízmintát.) A víz hőmérséklete 5,0 – 26,0 °C, a léghőmérséklet pedig 5,0 – 20,5 °C között ingadoztak, és párhuzamosan változtak (21. táblázat). A pH 6,47 – 8,02 között volt, legnagyobb értékét május 12-én érte el, amikor a víz hőmérséklet maximuma is volt. A redoxpotenciál -20,0 – -66,0 mV volt. Az összes oldott sótartalom 350,4 – 547,2 mg/l-t ért el. Ennek a tónak a vize a ródliszéki vízhez képest redukálóbb jellegű, ami esetleg a mezőgazdasági munkának (híg trágyaöntözés) is köszönhető.

Vízminta- vétel ideje	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség	Összes oldott só tartalom
	°C				µS/cm	mg/l
2004.IV.03.	11,0	14,0	6,56 (17,8)	-20,0	535,0	428,0
IV. 22.	26,0	20,5	6,47 (21,2)	-26,0	440,0	352,0
V. 12.	22,0	13,0	8,02 (21,0)	-66,0	684,0	547,2
XII. 30.	5,0	5,0	7,24 (23,5)	-21,0	438,0	350,4
2005.III.22.	12,0	5,5	6,30 (22,8)	36,0	379,0	303,2
IV. 30.	12,0	9,5	7,78 (23,5)	-52,0	690,0	552,0
2006.II. 28.	0,0	-1,0	6,48 (23,1)	25,0	512,0	409,6
IV. 08.	7,0	15,0	6,82 (23,5)	-2,0	417,0	333,6

21. táblázat: A Ródliszék tó 2004 – 2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

2005-ben csak márciusban és áprilisban jelent meg a tóban a víz. A víz hőmérséklet 12,0 °C, a léghőmérséklet pedig 5,5 – 9,5 °C között változott. A pH 6,3 – 7,78 volt az utóbbi érték április 30-án jelentkezett. A redoxpotenciál 36,0 – -52,0 mV közötti, tavasszal tehát a pozitív érték itt is megjelent, amikor a víz oxidáló jellegű volt. Az összes oldott só tartalom 303,2 – 552,0 mg/l között volt.

2006-ban csak februárban és áprilisban volt a tóban víz úgy, hogy közben márciusban kiszáradt. A vízhőmérséklet ekkor $0,0 - 7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a léghőmérséklet pedig $-1,0 - 15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ között volt. A pH $6,48 - 6,82$ -ot ért el. A redoxpotenciál $25,0 - -2,0\text{ mV}$ volt, tehát ismét jelentkezett pozitív érték, ami az oxidációs képességre utal. A összes oldott sótartalom $333,6 - 409,6\text{ mg/l}$ között volt. Szépfalusi J. a tóban 1976-ban 5 ezer mg/l körüli összes oldott sótartalmakat, tehát jóval kisebbeket mért, mint a Szapannosszékben.

A **Kelemenszék-tóban 2004-ben** októbertől decemberig vizsgáltuk a tóvizet (22. táblázat). Ekkor a vízhőmérséklet $0,0 - 14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a léghőmérséklet $2,0 - 12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti volt. A pH $6,81 - 9,45$ -ot ért el. Az első értéket még októberben, az utóbbit pedig decemberben mértük. A redoxpotenciál $5,0 - -151,0\text{ mV}$ között alakult, tehát igen szélső értékeket mutatott. Az összes oldott sótartalom $256,0 - 7992,0\text{ mg/l}$ közötti volt. Az utóbbi igen kis érték az év végi csapadéknak köszönhető. A tó vize az előzőekben ismertetett kutak vizével mutat hasonlóságot, tehát a kapott eredmények alapján a tavaszi édesvíz-utánpótlás és az őszi esőzések kivételével redukáló jellegű vizet tapasztalunk.

2005-ben, márciusban kezdtük a vizet vizsgálni. A tó egész évben állandó vízborítású. Március és december között a víz hőmérséklete $1,0 - 35,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a léghőmérséklet pedig $1,0 - 31,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ között alakult. Mint látható, a vízhőmérséklet a léghőmérsékletet meghaladta. A pH-érték $8,26 - 9,36$ között volt, egész évben tehát igen magas értéket mutatott. A redoxpotenciál $-15,0 - -134,0$ közötti volt. Erre az évre is a redukáló jelleg volt a meghatározó. Az összes oldott sómennyiség $3304,0 - 4800,0\text{ mg/l}$ között volt, ami szintén igen magas érték. Mint látható, az előző év igen alacsony értéke márciusra már eléggé megemelkedett.

Vízmin- tétel- ideje	Víz- hő- mér- séklet	Léghőmér- séklet	pH-érték	Redoxpo- tenciál mV	Fajlagos vezető- képesség μS/cm	Összes oldott só tartalom mg/l
	°C					
1976.IV.14.			8,60			1310,0
VI. 12.			9,00			2020,0
VII. 07.			9,65			14910,0
XI. 12.			8,70			1675,0
XI. 23.			8,60			1540,0
2000. IV.			8,50		2420,0	1936,0
2004.X.12.	14,0	12,0	9,45 (24,0)	-151,0	999,0	799,2
XI. 27.	0,0	2,0	6,90 (23,1)	-1,0	460,0	368,0
XII. 30.	2,5	4,0	6,81 (23,5)	5,0	320,0	256,0
2005.III.22.	9,0	9,0	8,26 (22,8)	-80,0	4130,0	3304,0
IV. 30.	18,0	17,0	8,75 (22,8)	-109,0	4390,0	3512,0
V. 23.	28,0	27,0	8,55 (23,5)	-97,0	4560,0	3648,0
VII. 07.	13,4	24,0	9,36 (13,4)	-134,0	6520,0	5216,0
VII. 27.	35,0	31,0	9,15 (17,0)	-130,0	6000,0	4800,0
VIII. 27.	25,0	26,0	9,08 (24,8)	-129,0	4750,0	3800,0
IX. 07.	14,0	17,0	9,10 (12,8)	-15,0	5060,0	4048,0
X. 29.	10,0	14,0	8,93 (18,3)	-118,0	5520,0	4416,0
XI. 25.	2,0	9,0	9,19 (19,6)	-133,0	5610,0	4488,0
XII. 29.	1,0	1,0	9,02 (18,8)	-123,0	5210,0	4168,0
2006. I. 31.	0,0	-3,0	8,56 (23,4)	-98,0	6480,0	5184,0
II. 28.	1,0	0,0	8,61 (24,0)	-101,0	4480,0	3584,0
IV. 08.	7,0	15,0	8,37 (23,4)	-102,0	4690,0	3752,0
V. 03.	16,5	15,5	8,67 (21,0)	-103,0	4890,0	3912,0
V. 26.	18,0	20,0	8,79 (24,2)	-112,0	5130,0	4104,0
VI. 28.	25,0	22,0	8,79 (28,7)	-114,0	5250,0	4200,0
VII. 27.	28,0	28,0	8,96 (29,9)	-124,0	6490,0	5192,0
VIII. 26.	21,0	21,0	9,24 (25,1)	-139,0	7930,0	6344,0
IX. 29.	15,0	19,0	9,38 (23,8)	-146,0	9500,0	7600,0
XI. 16.	8,5	14,0	9,23 (22,1)	-137,0	10140,0	8112,0
XII. 13.	0,0	-2,0	9,32 (20,5)	-140,0	9950,0	7960,0

22. táblázat: A Kelemenszék tó 1976. évi, 2000. évi és 2004 – 2006. évi vízkémiai vizsgálati eredménye

2005-ben a március és május közötti időszak vizeinek összes oldott sótartalom belüli komponenseit is megvizsgáltuk. A kalcium 45,53 – 122,51 mg/l, a vas 2,11 – 9,29 mg/l-t ért el. Az utóbbi jelentős mennyiségnek mondható. A kálium 4,83 – 6,89 mg/l, a magnézium 9,85 – 22,73 mg/l, a mangán 0,24 – 0,72 mg/l, a nátrium 1092,0 – 1189,0 mg/l volt. Az utóbbi is jelentős mennyiségnek mondható. A szilíciumra is vonatkozik ez, mert 6,3 – 19,75 mg/l-t ért el. A klorid 554,86 – 593,95 mg/l közötti volt, ami ugyancsak jelentős mennyiség. Végül a szulfát 81,51 – 106,95 mg/l-el jelentkezett. Látható tehát, hogy az egész évi vízborítás a sótartalmat jelentősen megemeli.

Vízmin- tél ideje	Ca ²⁺	Fe ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Si ⁴⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/l								
2005.III.22.	51,20	4,4988	4,8344	11,888	0,32751	1092,0	8,9484	554,86	106,95
IV. 30.	122,51	9,2988	6,8935	22,737	0,72265	1113,0	19,755	593,95	97,52
V. 23.	45,53	2,1105	4,8822	9,8576	0,24207	1189,0	6,3	586,96	81,51

23. táblázat: A Kelemenszék tó 2005. évi egyes vízkémiai elemek vizsgálati eredménye

2006-ban januártól decemberig gyűjtöttük és vizsgáltuk a vízmintákat (22. táblázat). Az év folyamán a víz hőmérséklet 0,0 – 28,0 °C, a léghőmérséklet -3,0 – 28,0 °C volt. A pH 8,37 – 9,38 közötti. A nagyobb értékek év végén voltak. A redoxpotenciál -98,0 – -146,0 mV közötti. Az összes oldott só tartalom 3584,0 – 8112,0 mg/l között változott. Az utóbbi nagy érték az általunk felszíni és egyben tóvizekben mért legnagyobb érték volt. Ekkor tapasztaltuk a legjelentősebb redukáló jelleget is.

1974-ben a tó kiszáradt, a területén ekkor Molnár B. – Kúti L. (1978) fúrásokat mélyített, és a fúrásokból talajvíz mintákat vettek. A tó közepén lévő kisebb kiemelkedő szikpadkán lévő fúrásban a talajvíz só tartalma meghaladta a 9000,0 mg/l-t. Innen a tó partjai felé a só tartalom a talajvízben koncentrikusan csökkent, de a só tartalom 4000,0 mg/l-nél mindig több volt.

Szépfalusi J. 1976-ban április 14-én a tóban a pH-értéket 8,6-nak, az összes oldott só mennyiséget 1310 mg/l-nek mérte, június 2-án a pH-értéket 9,0-nek az összes oldott só tartalmat 2020,0 mg/l-nek. Július 7-én a pH-t már 9,65-nak, az összes oldott só tartalmat pedig 14910,0 mg/l-nek találta, tehát hihetetlen gyorsan megnőtt a só tartalom. Novemberben a pH 8,7, az összes oldott só tartalom 1675,0 mg/l volt, tehát ősze erősen csökkentek az értékek. Végül az év utolsó mérésére november 23-án került sor, amikor a pH 8,5, az összes oldott só tartalom pedig 1540,0 mg/l volt (Szépfalusi J. 1976a, 1976b). Vagyis az értékek tovább csökkentek, pedig a csapadék 1976-ban az átlagnál nagyobb volt, mert Kecskeméten 620 mm-t mértek. Látható, hogy ezek a változási tendenciák a későbbiekben nem ilyen egyértelműek, hanem változóbbak.

7.6. Egyéb külföldi tavak vízmérési eredményei

Lehetőségünk adódott arra, hogy néhány külföldi tó vizét összehasonlításként megvizsgáljuk.

A törökországi szakirodalom szerint a világ legsósabb **Tuz Gülü tavából 2003.** szeptemberben vett vízminta pH-értéke 7,31, az összes oldott sótartalma pedig 18720 mg/l volt.

A **2004.** szeptemberében a nyugat-tuniszi **Chotte El Fejaj tóból** vett minta pH-értéke 7,08, összes oldott sótartalma pedig 1880,0 mg/l volt. Ezek a tavak azonban a Duna-Tisza közti vizektől eltérő kémiai összetételűek, mert a só nem nátrium-karbonátos, hanem nátrium-kloridos, a sókiválás ennek megfelelően ott konyhasó, amely pl. Törökország sószükségletének jelentős részét is biztosítja.

Ezek a tavak arid éghajlatú területen találhatók. Megvizsgáltunk azonban néhány humid éghajlaton lévő tó vizét is. **2006-ban öt svájci tó vizének vizsgálatára került sor.** Minden vízmintát 2006. júliusában gyűjtöttük.

A **Zürichi-tóból** Zürichben vettük a mintát. A tóvíz hőmérséklete 7,3 °C, pH -értéke 7,33, redoxpotenciálja -31,0 mV volt, összes oldott sótartalma pedig 294,0 mg/l, vagyis minimális.

A **Genfi-tó** vizét Genfben a kikötőben gyűjtöttük. A víz hőmérséklete 22,1 °C, pH-értéke 6,89, redoxpotenciálja 1,0 mV volt, sótartalma pedig 316,1 mg/l. Ugyancsak a Genfi-tóból a tó másik részéről a Chillon várkastély mellől gyűjtött minta hőmérséklete 20,7 °C, a pH-értéke 7,87, redoxpotenciálja -57,0 mV, összes oldott sótartalma 306,0 mg/l.

A **Lago Maggiore-tó** vizét Locarnonál gyűjtöttük. A tóvíz hőmérséklete 22,5 °C, a pH-értéke 7,15, a redoxpotenciálja -13,0 mV, az összes oldott sótartalma pedig 189 mg/l volt.

A **Luggánó-tó** vizét a városnál gyűjtöttük. A tóvíz hőmérséklete 22,9 °C, pH-értéke 7,03, redoxpotenciálja -7,0 mV, összes oldott sómennyisége 260 mg/l volt.

A **Virwaldstatti-tó vizét** Luzernél gyűjtöttük. A tóvíz hőmérséklete 21,7 °C, a pH-értéke 6,93, a redoxpotenciálja 0,0 mV, az összes oldott sótartalma pedig 243,0 mg/l volt.

Látható, hogy a humid éghajlatú tavak rendkívül kis mennyiségű só tartalmaznak és pH-értékük is csak 7 körüli.

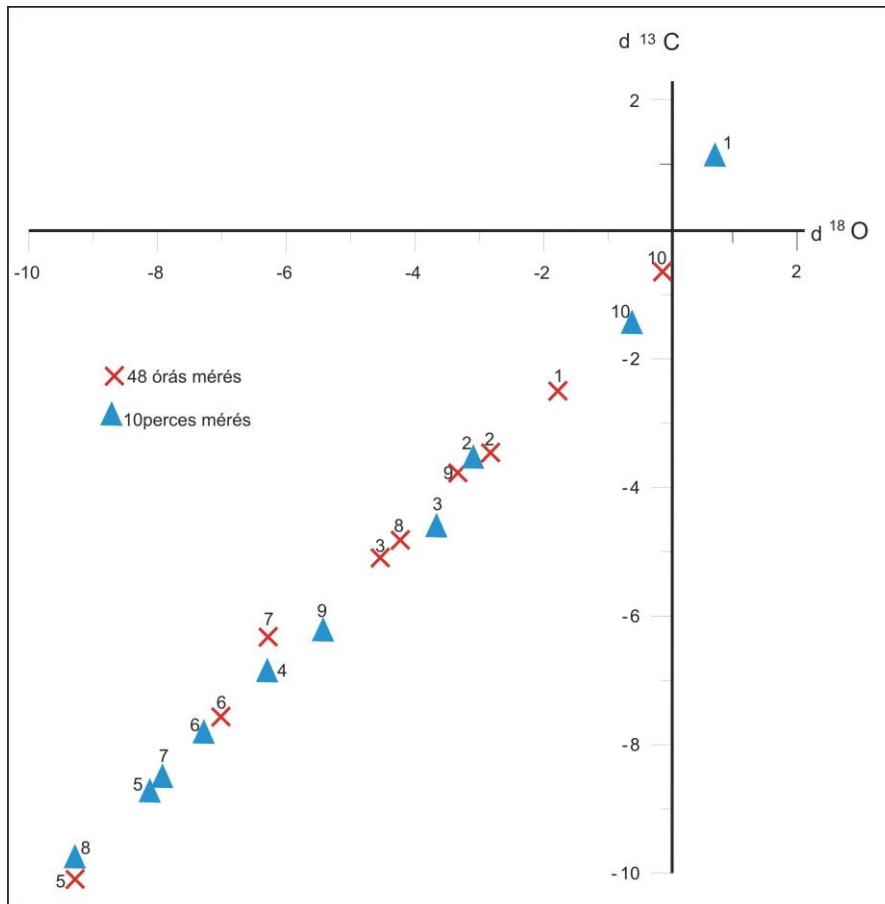
8. A karbonátok és pórusvizek stabil izotóp vizsgálata

A vizek mellett a mintaterületeken található karbonátok stabil izotópvizsgálatára is sor került. Kilenc helyről gyűjtött karbonát izotópvizsgálatát végeztük el, valamint a Balatonból, Tihanyból összehasonlítási célból. A karbonátokból centrifugálással kivont vizeket is a vizsgálat tárgyává tettük.

A **szappanosszéki** karbonátból a felszínről és a szelvényből 100 cm-ről vett minták elemzésére került sor. A 100 cm-es minta 10 perc utáni $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ értéke 0,62 ‰, a 48 óra utáni értéke -2,51 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után 1,29 ‰, a 48 óra után -1,84 ‰. Az értékek SMOW-ban átszámítva $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 32,24 ‰, 48 óra után pedig 29,01 ‰. A pórusvíz értéke $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -1,6 ‰, a $\delta \text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ pedig -11,0 ‰ (24. táblázat, 23. ábra).

MINTAVÉTELI HELY	MÉLY- SÉG CM	REAK- CIÓ SÚLY- VESZT ESÉGE MG	REAKCIÓIDŐ $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ ‰		REAKCIÓIDŐ $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ ‰		$\delta^{18}\text{O}$ 10 PERC SMOW ‰	$\delta^{18}\text{O}$ 48 ÓRA SMOW ‰	$\delta^{18}\text{O}$ - H_2O SMOW ‰	δD - H_2O SMOW ‰
			10 perc	48 óra	10 perc	48 óra				
1.Szappanosszék	100,0	127,4	0,62	-2,51	1,29	-1,84	32,24	29,01	-1,6	-11,0
2. Szappanosszék	0,0	102,1	-3,68	-3,57	-3,01	-2,9	27,81	27,92	-1,6	-15,0
3. Ródliszék	30,0	101,1	-4,37	-5,17	-3,71	-4,5	27,09	26,27	-6,5	-46,0
4.Csályospálos (1) gödör	80,0	76,7	-6,9	-	-6,24	-	24,48	-	1,3	-4,0
5.Csályospálos (2) gödör	40,0	61,6	-8,7	-10,02	-8,04	-9,36	22,62	21,26	1,3	-4,0
6.Csályospálos (3) gödör	90,0	76,6	-7,91	-7,75	-7,25	-7,08	23,44	23,61	-2,5	-26,0
7.Csályospálos (3) gödör	35,0	76,3	-8,68	-6,27	-8,02	-6,27	22,64	24,45	-0,5	-19,0
8. Kelemenszék	5,0	101,8	-9,91	-4,86	-9,25	-4,2	21,37	26,58	-0,7	-6,0
9. Kelemenszék	2,0	121,5	-6,13	-3,96	-5,46	-3,29	25,28	27,52	-0,7	-6,0
10. Tihany	0,0	105,1	-1,34	-0,64	-0,68	0,03	30,21	30,94	-1,5	-11,0

24. táblázat: A Duna-Tisza közti karbonátok stabil izotópvizsgálat eredményei



23. ábra: A Duna-Tisza közti karbonátok $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ és $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perces és 48 órás stabil izotópvizsgálat eredményei
1-10. mintavételi helyek megegyeznek a 24. táblázatban lévő mintavételi helyekkel

A felszínről vett minta 10 perc utáni $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ értéke -3,68 ‰, a 48 óra utáni pedig -3,57 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ érték 10 perc után -3,01 ‰, a 48 óra után pedig -2,9 ‰. A SMOW-ra átszámítva a $\delta^{18}\text{O}$ 10 perc után 27,81 ‰, 48 óra után 27,92 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ SMOW -1,6 ‰, a $\delta \text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ SMOW pedig -15,0 ‰. Az adatok alapján megállapítható, hogy a 100 cm-ből vett karbonát kiválásakor a hőmérséklet nagyobb volt, mint a felszínről vett minta kiválása idején.

A **ródliszéki** karbonátszelvényből a 30 cm-ből vett minta $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ érték 10 perc után -4,37 ‰, 48 óra után pedig -5,17 ‰ volt. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után - 3,71 ‰, 48 óra után pedig -4,5 ‰ volt. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 27,09 ‰, 48 óra után pedig 26,27 ‰ volt. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ SMOW -6,5 ‰, és a $\delta \text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ SMOW -46,0 ‰. Látható, hogy az értékek a szappanosszéki felszínről vett mintákhoz közeli, de a kiváláskor a hőmérséklet annál valamivel kisebb volt.

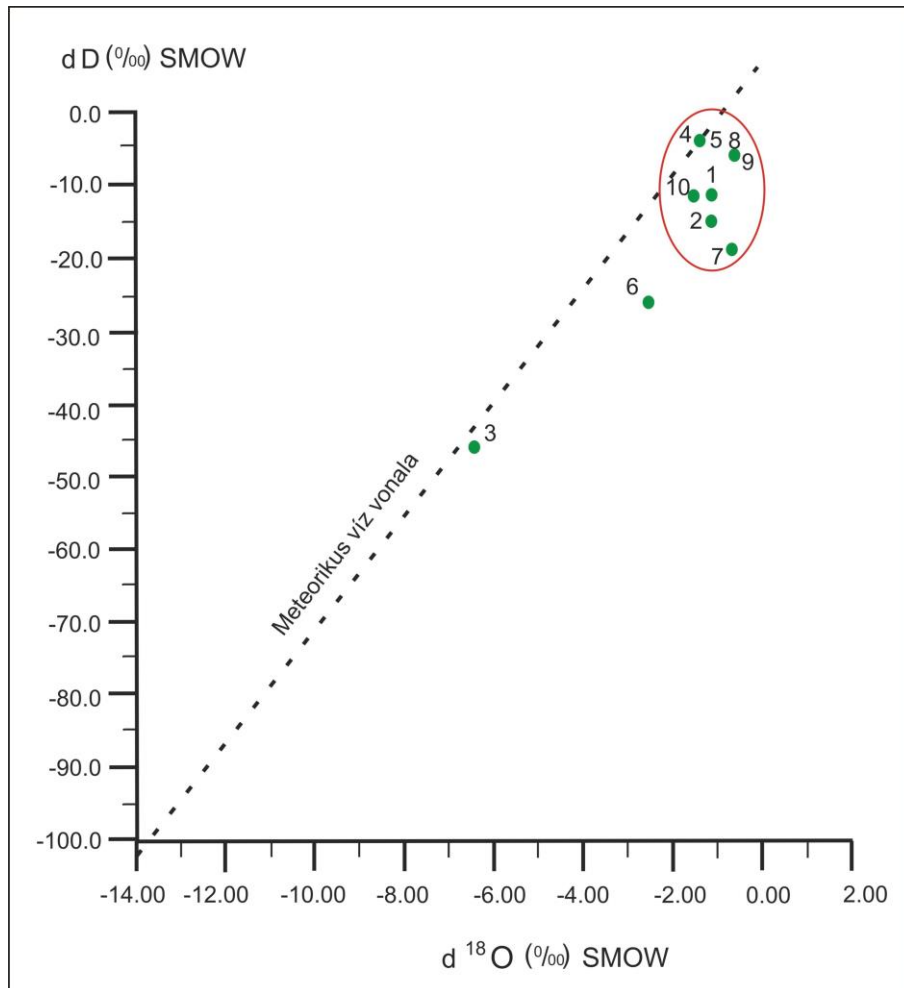
A **Csólyospálos 1. sz.** gödör feltárásából 80 cm-ből vett minta $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ értéke 10 perc után -6,9 ‰ volt, a 48 óra utáni hiányzik. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -6,24 ‰, a 48 óra utáni eredmény hiányzik. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 24,48 ‰ a 48 óra utáni érték nem kiszámítható. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ 1,3 ‰ és a $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -4,0 ‰.

A **Csólyospálos 2. sz.** gödör 40 cm-ből vett karbonátminta $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 10 perc utáni adata -8,7 ‰, a 48 óra utáni pedig -10,02 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -8,04 ‰, 48 óra után pedig -9,36 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 22,62 ‰, a 48 óra után pedig 21,26 ‰. A póruszvíz értékei a $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ 1,3 ‰, és a $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -4 ‰.

A **Csólyospálos 3. sz.** gödör 90 cm-ből vett mintájának a $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 10 perc utáni értéke -7,91 ‰, a 48 óra utáni pedig -7,75 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -7,25 ‰, 48 óra után -7,08 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 23,44 ‰, 48 óra után 23,61 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -2,5 ‰, a $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -26,0 ‰. Az ugyaninnen 35 cm-ből vett minta $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ értéke 10 perc után -8,68 ‰, 48 óra után -6,27 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -8,02 ‰, 48 óra után -6,27 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 22,64 ‰, 48 óra után 24,45 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -0,5 ‰, és a $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -19,0 ‰.

A **Kelemenszék tó** 5 cm-éből vett karbonátminta $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -9,91 ‰, 48 óra után -4,86 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -9,25 ‰, 48 óra után -4,2 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 21,37 ‰, 48 óra után 26,58 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -0,7 ‰, a $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -6,0 ‰. Ugyancsak a Kelemenszék tó fenékről 2 cm-ből vett minta értékei a következők: $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -6,13 ‰, 48 óra után -3,96 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -5,46 ‰, 48 óra után -3,29 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 25,28 ‰, 48 óra után 27,52 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -0,7 ‰, és a $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -6,0 ‰.

A **balatoni tihanyi** minta $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -1,34 ‰, 48 óra után -0,64 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 10 perc után -0,68 ‰, 48 óra után 0,03 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 10 perc után 30,21 ‰, 48 óra után 30,94 ‰. A $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ 10 perc után -1,5 ‰, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O SMOW}}$ -11,0 ‰. Ezek az adatok kevésbé negatívak, mint a Duna-Tisza közti tavi karbonátoké, ami azt jelenti, hogy kiválásukkor az utóbbi időben a Balatonban jelentősebb az evaporáció (az elmúlt években a Balaton vize a szokásosnál sokkal alacsonyabb volt) Cserny T. et al. (1999) balatoni üledéken és csigahéjakon végzett stabil izotópvizsgálati eredményei a Balaton üledékre a miénknél negatívabb értékeket adtak. Bár ők is megjegyzik, hogy az adatok a Balatonon belül területenként is változnak, és a holocénben a jelen felé haladva a klíma többé-kevésbé melegebbé válik.



24. ábra: A Duna-Tisza közti karbonátok pórusvizeinek $\delta\text{D}_{\text{SMOW}}$ (‰) és $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ (‰) vizsgálat eredményei
1-10. mintavételi helyek megegyeznek a 24. táblázatban lévő mintavételi helyekkel

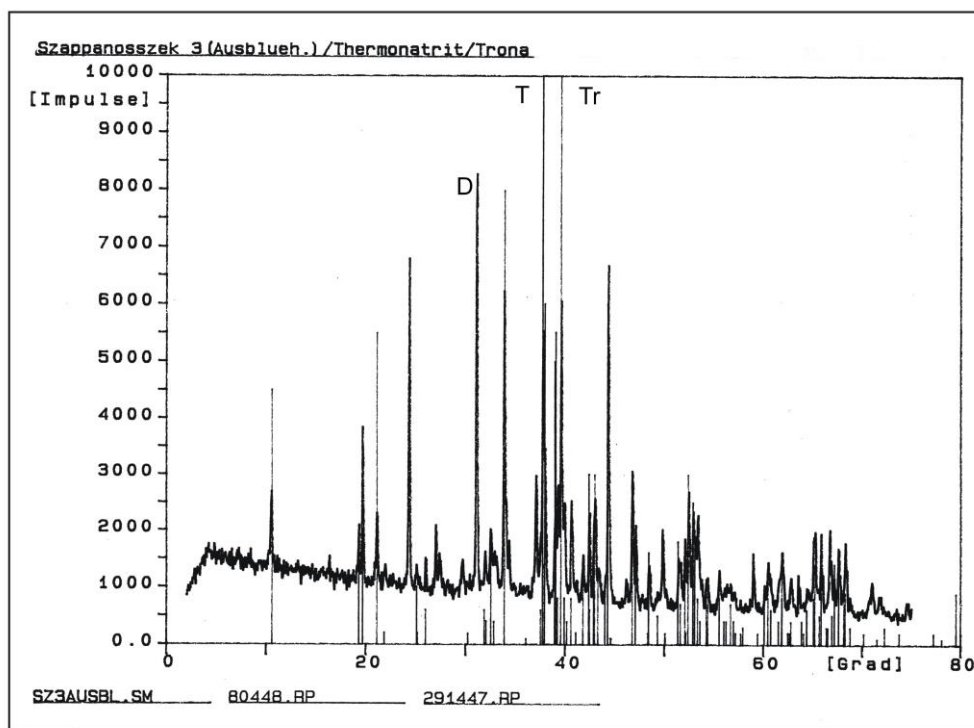
A mostani karbonátvizsgálati eredményeket Molnár B. – Botz, R. (1996) korábbi eredményeivel összehasonlítva megállapítható, hogy a jelenlegiek megerősítik azokat. Vizsgálataik náluk is hasonló tartományban változtak. A vizek pontjait a 24. ábrára felvéve látható, hogy a pontokat határoló terület a számított meteorikus vonalhoz közelebb vannak, mint a felszíni gödrök mintái, de az evaporációs hatás itt is egyértelmű.

Molnár B. et al (2002) Fertő tó karbonátjain végzett stabil izotóperedményei a mostaniakhoz képest kevésbé változók.

Molnár B. (1980) a karbonátok települése alapján feltételezte, hogy a karbonátok a teljes holovénben képződtek. ^{14}C vizsgálattal sikerült is ezt a tényt bizonyítani. A karbonátok korának részletezésére nem térünk ki.

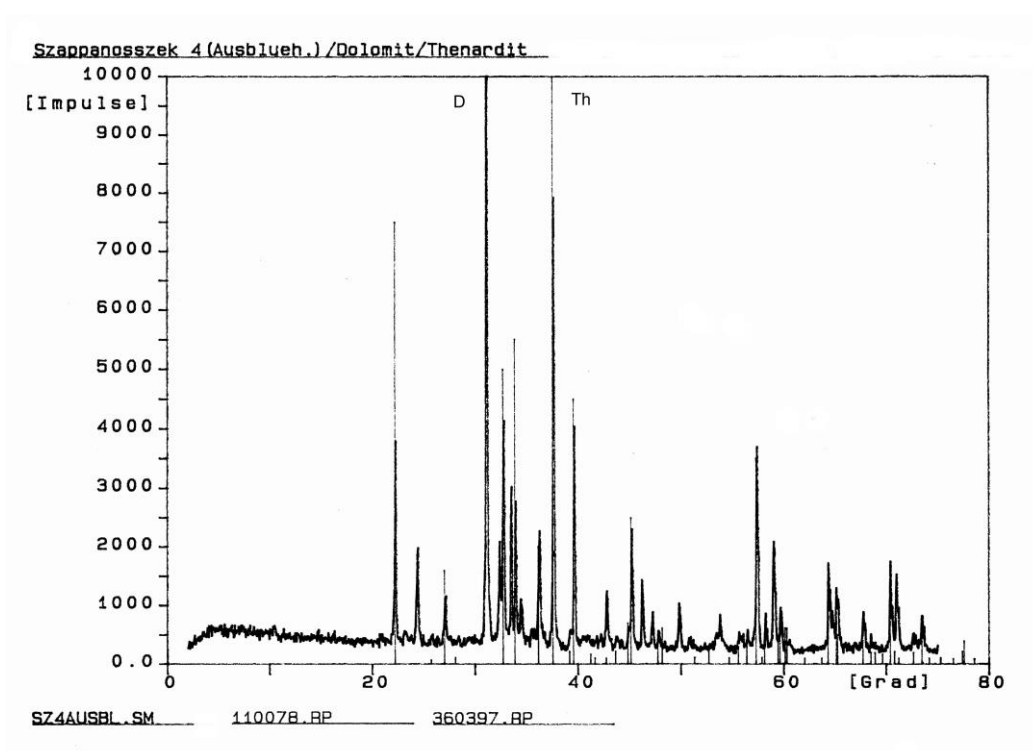
9. A sziksók röntgenvizsgálata

A néhány helyről gyűjtött sziksó röntgenvizsgálatát elvégeztük, hogy pontosabb összetételüket meghatározhassuk. Korábban láttuk, hogy a legnagyobb sótartalmú vizet a Szappanosszék tónál észleltük. Ezért a tó Ny-i partjáról, három helyről még 1979. június 12-én Molnár B. által gyűjtött mintát vizsgáltunk meg. A 3. sz. mintában (termonátrit) tróna jelent meg (25. ábra).



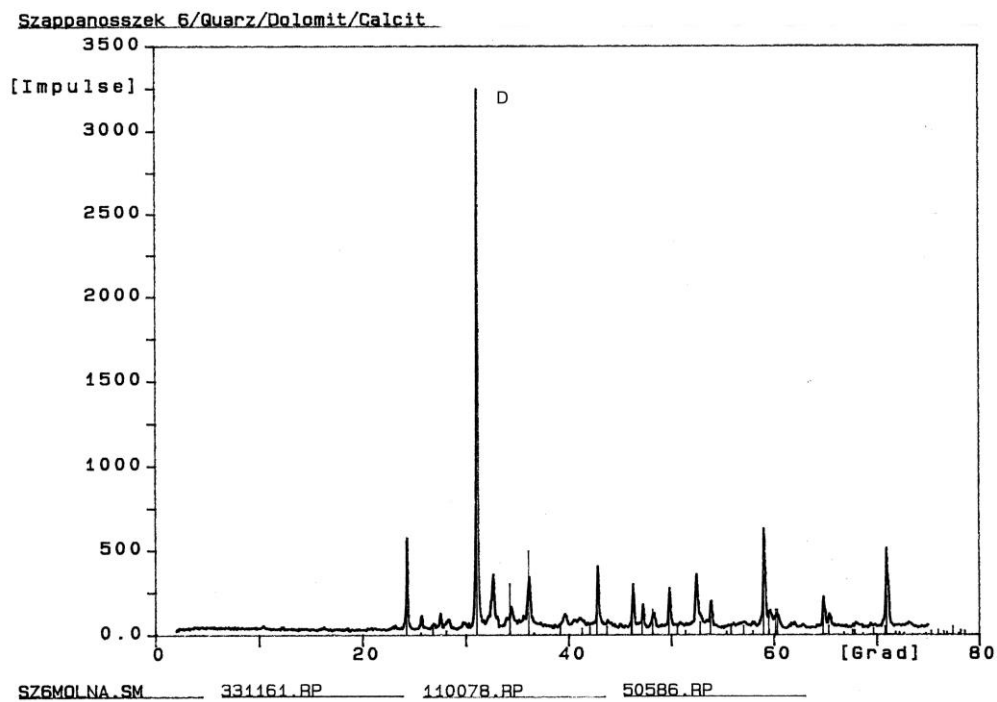
25. ábra: A Szappanosszék tó Ny-i partjáról gyűjtött 3. sz. karbonátminta röntgenvizsgálata

A termonátrit $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ összetételű karbonát, amely kisebb mennyiségben jelentkezett, a mintában nagyobb mennyiségben volt jelen a tróna, amelynek az összetétele $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Ez azért érdekes, mert hasonló összetételű ásványt a kelet afrikai tavakból is leírtak. A 4. sz. mintában dolomit és thenardit volt jelen. Az utóbbi Na_2SO_4 összetételű ásvány (26. ábra).



26. ábra: A Szappanosszék tó partjáról gyűjtött 4. sz. karbonátminta röntgenvizsgálata

A szappanosszéki 6. sz. mintában kvarc, a dolomit és kalcit jelent meg (27. ábra).



27. ábra: A Szappanosszék tó partjáról gyűjtött 6. sz. karbonátminta röntgenvizsgálata

Gyűjtöttünk még mintát Dorozsmától É-ra, amelyben a nátrium-karbonát mellett dolomitgazdag karbonát volt. A szegedi Fehér tó sziksó kivirágzásában a nátrium-karbonát mellett szintén a dolomit uralkodott. A szegedi Somogyi-telepen gyűjtött mintában az $\text{NaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ és a $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ volt jelen. Mindegyik minta tartalma a szárazságot és egyben az evaporációt tükrözi. Látható, hogy a minták nagy részében a dolomit is kimutatható, amelynek a megjelenése szintén az evaporációs hatásra vezethető vissza.

10. A karbonátok szervesanyag tartalma

Két helyről származó karbonátnak vizsgáltuk meg a szervesanyag-tartalmát. Az egyik a Ródliszék tó, ahol a karbonát relatíve kevés szerves anyagot tartalmazott. A másik hely Ásotthalom volt, ahol viszont a karbonátnak igen jelentős a szervesanyag-tartalma, mert a karbonát erősen tözeges. A korábbi vizsgálatokból ismert, hogy ahol a karbonátban a szerves anyag jelentősebb, ott a tóvízből kalcit vált ki, jelezve, hogy itt a karbonát kiválásában a növények széndioxid-elvonó hatása nagyobb volt, az evaporációs hatás viszont valamivel kisebb (Molnár B. – Botz, R. 1996).

A **Ródliszék 15 – 20 cm** közötti része kevés szabályos alakú szerves anyagot tartalmaz. Ez főleg lipid összetételű és néhány pollenszem is előfordul. A fentiekén kívül cellulóz anyagot tartalmaz. A mintában nagyon finom és kevés kitin maradványt is lehet látni épen.

A **Ródliszék 40 – 45 cm-re** között szálkás 10 mikron alatti méretű, nagyon kevés szerves anyag van. Egyidejűleg a törmelékszemcsékben grafitzárványok fordulnak elő, a szerves szént valószínűleg ez tartalmazza.

A **Ródliszék 85 – 90 cm-ben** alig van szerves anyag. Ez nagyon összefonódik a lipiddel, cellulózban gazdag szövettel és grafit szemcsékkel.

Az **Ásotthalom 20 – 40 cm-e** között nagyon sok, de finom szemű szerves anyag van, fuzit és grafit, amelyek 20 mikron nagyságúak. A fentiekén kívül 20 % humusz anyag részben erősen fluoreszkáló cellulózsorozat 5 % körüli lipiddel (elsősorban Botryococcus típusúval). A mintában megjelenik még foszfor-tartalmú állati maradvány.

80 – 120 cm között nagyon sok szerves anyag található (cc. 80 %), mindenek előtt humuszrészecskék, mint pl. az erősen fluoreszkáló humuszsövetek, a sás növény gyökerei. Előfordul még fuzit, lipid (pollenszemcsék).

170 – 220 cm között közepes mennyiségű szerves anyag jelenik meg, kb. 50 %-ban erősen fluoreszkáló humuszsövetek (főleg vízinövényekből), valamint lipid.

A korábbi vizsgálatokból ismerjük, hogy a ródliszéki karbonátszelvény dolomit-összetételű, az ásotthalmi pedig kalcit tartalmú. A szervesanyag-tartalomkülönbség is bizonyítja tehát, hogy melyik szelvényenél mi okozta a karbonátkiválást uralkodólag.

11. A karbonátok szerves és szervesetlen széntartalma

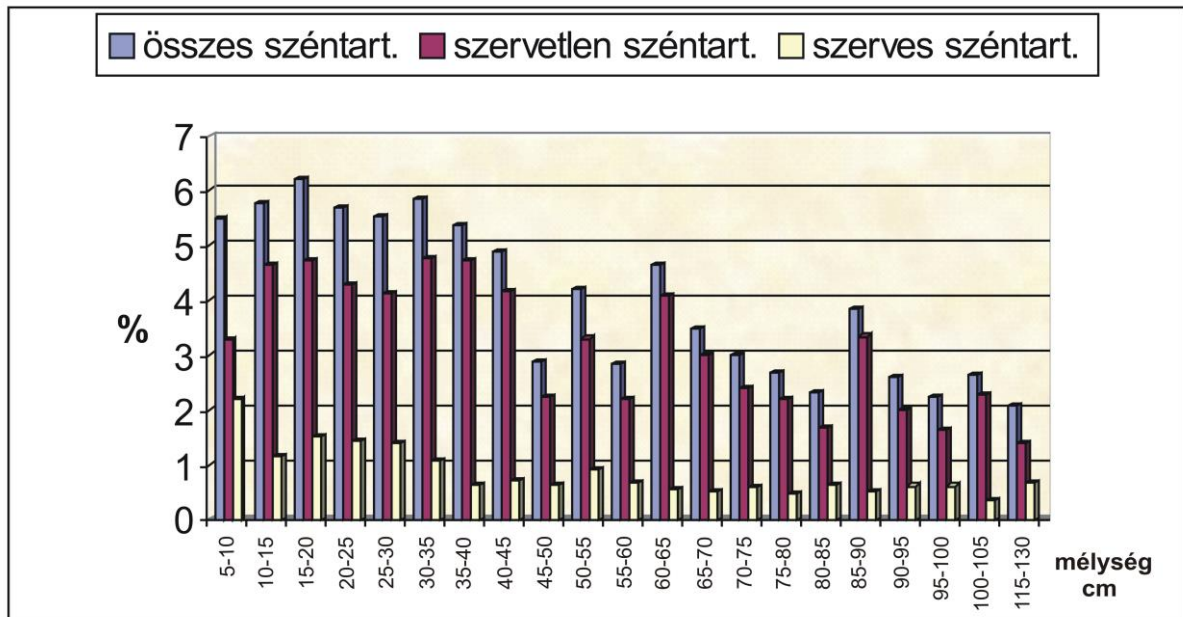
A Ródliszék tó karbonátszelvényét 5 – 130 cm között a teljes szerves szén, és azon belül a szerves és szervesetlen részre vizsgáltuk meg. A szervesetlen rész mennyisége azért fontos, mert amennyiben ez van többségben, úgy az a karbonát szervesetlen származását, vagyis az evaporációs hatást bizonyíthatja.

MINTA- VÉTELI HELY	MÉLY- SÉG CM	ÖSSZES SZÉN TAR- TALOM %	SZERVET- LEN SZÉNT. %	SZERV- ES SZÉNT. %
R Ó D L I S Z É K	5-10	5,48	3,27	2,21
	10-15	5,78	4,64	1,14
	15-20	6,22	4,72	1,50
	20-25	5,70	4,27	1,43
	25-30	5,52	4,13	1,39
	30-35	5,83	4,75	1,08
	35-40	5,36	4,73	0,63
	40-45	4,87	4,16	0,71
	45-50	2,86	2,23	0,63
	50-55	4,20	3,30	0,90
	55-60	2,85	2,18	0,67
	60-65	4,64	4,09	0,55
	65-70	3,49	2,98	0,51
	70-75	2,98	2,39	0,59
	75-80	2,68	2,20	0,48
	80-85	2,30	1,66	0,64
	85-90	3,85	3,34	0,51
	95-100	2,60	1,99	0,61
	100-105	2,23	1,62	0,61
	105-115	2,64	2,29	0,35
	115-130	2,07	1,39	0,68

25. táblázat: A Ródliszék tó 5 – 130 cm közötti karbonátszelvényének a teljes szerves szén, a szerves és szervesetlen szén mennyisége

A Ródliszék szelvényben az összes széntartalom 5 – 45 cm között 4,87 – 6,22 %. A 45 – 130 cm között a 60 – 65 cm kivételével, ahol 3,49 – 4,20 % közötti, jóval kisebb, mindössze a legtöbb esetben csak 2,07 – 2,98 %. Az összes szénen belül a szervesetlen eredetű szén 5 – 45 cm között 3,27 – 4,75 %. Az utóbbi érték 30 – 35 cm között volt. A 45 – 130 cm

közötti szakaszon ezeknél az értékeknél kisebb százaléku a szerves szén mennyisége (25. táblázat, 28. ábra).



28. ábra: A Ródliszék tó 5 – 130 cm közötti karbonátszelvényének a teljes szerves szén és szerves széntartalom alakulása

Látható tehát, hogy a szerves szén minden mintában túlsúlyban van, ami a karbonát nagy részének szerves eredetét bizonyítja. Az alsóbb szakasz felsőbb részétől való eltérést részben az alsóbb szakaszon a gyakoribb nagyobb vízmennyiségek miatt megjelenő vízi algák széndioxid-elvonó hatása, és emiatt a karbonát egy részének ilyen módon történő kiválása okozhatja. Ezt a karbonát vékonycsiszolataiban megjelenő Cara termékek oogoniumai is bizonyítják (Molnár B. – Szónoky M. – Kovács S. 1981).

12. Összefoglalás

A dolomit mesterségesen 100 °C alatt nem állítható elő. A Duna-Tisza közti sekély szikes tavakban azonban dolomit is képződik. A karbonát képződés és azon belül a dolomit képződés kritériuma, hogy a vízben jelen legyen a kalcium és a magnézium, valamint a CO_3/Ca arány egynél nagyobb legyen, valamint a Mg/Ca arány legalább 7 – 12 között alakuljon.

A korábbi kutatók vizsgálatai alapján a Duna-Tisza közti tavi karbonátok tulajdonságait megismertük. Hiányzik azonban a víz oldaláról a karbonát és azon belül a dolomitképződés vizsgálata. Az OTKA támogatása ezt a vizsgálatot most lehetővé tette, és ezt vállaltuk.

A Duna-Tisza közén mintaterületeket jelöltünk ki, amelyek szikes tavakból és mesterséges gödrökből állnak, valamint öt helyen talajvíz-megfigyelő kutakat létesítettünk. Az utóbbiakban harántolt rétegsorokat elemeztük. A vízmintavételi helyekről három éven át havonta vizsgálatokra vízmintákat vettünk, hogy az éves változásokat is észlelni tudjuk. Összehasonlításként a Dunából, a Tiszából, valamint rétegvizekből, és arid, valamint humid területek tavaiból is gyűjtöttünk ugyanebből a célból vízmintákat. A mintákat modern, részben nagyműszeres vizsgálatokkal elemeztük.

Megállapítottuk, hogy a vizsgált területen belül a talajvizek viszonylag magasan helyezkednek el. A talajvíz korábbi süllyedési tendenciája a vizsgált időszakban megfordult, és évente ugyan kisebb mértékben, de emelkedik. A talajvizek kémiai összetevői területenként igen változatosak, nagyságrendileg is nagyok a különbségek és az éves változások is igen jelentősek. A felszíni nyílt vizekben ezek a változások még jelentősebbek. A talajvizeknél a változásokat a kapilláris vízemelkedés okozta párolgás hozza létre, a felszíni vizeknél a nyári és a téli geokémiai összetételbeli különbségeket az erős evaporáció idézi elő.

A vizek pH-értéke és összes oldott sótartalma mind a talaj, mind pedig a felszíni vizeknél területenként igen jelentős különbségeket mutat, és szélső értékben a pH-érték 6,7 és közel 10,0, az összes oldott sótartalom pedig 1000 – 11 000 mg/l közötti, amely helyi, többek között a morfológiai különbségek okozta vízszivárgásokra is visszavezethető.

A pH-érték általában év közepén, az összes oldott sótartalom és azon belül a nátrium az év végén éri el maximumát. A terület szikesedését a rétegekből kioldott jelentős mennyiségű kémiai alkotók, a vizek szivárgása, a magas talajvízállás és a talajvizek jelentős sótartalma okozza.

A területen a mészképződéshez a lehetőségek minden esetben adottak, mert a vizek kalciumot tartalmaznak. Vannak olyan vizek, amelyeknek a Mg/Ca aránya a nagy magnézium tartalmú kalcit kiválását teszik lehetővé. Ezek koradiagenetikusan a kalcit rácsszerkezetébe beépülve átalakulnak dolomittá. A CO_3/Ca arány minden víztípusnál nagyobb mint egy, sőt sok vízmintánál nagyságrendileg nagyobb, mint amely a dolomitképződéshez szükséges, így az a dolomitképződést okozhatja.

A ródliszéki talajvíz 11 000 mg/l körüli sótartalma a sertés hígrágyázás hatására is felhívhatja a figyelmet. A nagy sótartalommal rendelkező vizekből történő öntözés szikesedést okozhat.

A 2005. és 2006. évben a felszíni vizek a 2004. évihez képest nagyobb hőmérsékletet értek el, mert többször voltak 30 °C felettiék, a maximális értékek még a 35 °C-t is meghaladták.

A Duna, a Tisza, valamint a réteg-, talaj- és felszíni vizek stabil izotópvizsgálata alapján négy csoport különíthető el. A vizsgálatok azt igazolták, hogy a dolomitok a legkisebb negativitással, vagy éppen a pozitív stabil izotóptértékekkel rendelkező, vagyis a legmelegebb időszakokban, a legerősebb evaporáció idején váltak ki, a kalcitok pedig a kevésbé evaporációs időszakban, vagy a növények széndioxid-elvonó hatása idején.

A karbonátszelvények stabil $\delta^{13}\text{C}$ PDB és $\delta^{18}\text{O}$ PDB vizsgálata alapján az előbbieket 0,62 – -10,02, az utóbbiak pedig 1,29 – -9,36 között változnak. Az értékek a karbonát kialakulásánál elsősorban szintén az evaporációs hatást tükrözik.

A karbonátok pórusvizeinek stabil $\delta^{18}\text{O}$ SMOW értékei 1,3 – -6,5 ‰, a δD SMOW pedig -4,0 – -19,0 ‰ közötti, ami a ródliszéki tőzeges bázissal rendelkező minta kivételével, ahol az első értéke -6,5 a második pedig -46,0 szintén az erős evaporációs hatást tükrözi.

A ^{14}C vizsgálattal sikerült bizonyítani, hogy a karbonátok a teljes holocénben képződtek.

A szikákban a röntgenvizsgálat szerint a termonátrit ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), a tróna ($\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), a thenardit (Na_2SO_4) és a dolomit uralkodnak.

A karbonátokban a szervesanyag-tartalom alapján két típus különíthető el. A tőzeges karbonátokban jelentős a szervesanyag-tartalom, amely humuszból, cellulózból, fuzitból, lipidekből és pollenszemcsékből áll. A karbonátkiválást itt uralkodólag a növények széndioxid-elvonó hatása idézte elő és a karbonát kalcit-összetételű (ásotthalmi típus). A tőzegmentes karbonátok kevés szervesanyag tartalmúak, és ez főleg lipid. Ezeknél a karbonátkiválást az evaporáció okozta és a karbonát összetétele dolomit (ródliszéki típus). A ródliszéki szelvényben a karbonát szervesetlen széntartalma a szervessel szemben mindig túlsúlyban van, ami uralkodólag szintén a karbonát (dolomit) szervesetlen eredetét bizonyítja.

13. Summary

According to experiments implemented so far, dolomite can not be produced in lab conditions under the temperature of 100 °C. Despite these results, dolomite formation is clearly observable in and characteristic for the shallow alkaline ponds of the Danube-Tisza Interfluve in Hungary. The major prerequisites for carbonate precipitation from these waters, including the mineral dolomite, are the following: the presence of available dissolved Ca, Mg in the water, plus the CO_3/Ca ratio should be higher than one, and the Mg/Ca ratio should at least be between the values of 7 and 12.

The major chemical and physical properties of lacustrine carbonates from the area of the Danube-Tisza Interfluve in Hungary have been fully described in the works of previous researchers. However, none of these studies dealt with the properties of the water from which these carbonates were precipitated. Thanks to a financial support from the Hungarian National Science Research Foundation (OTKA 042920) these studies could have been implemented.

Several sampling sites were assigned in the study area of the Danube-Tisza Interfluve as the first part of our study. The majority of these sites include alkaline lakes and artificial ditches, plus 5 individual groundwater monitoring wells established in the vicinity of the ponds. The geological makeup of these boreholes was carefully studied and water samples were collected monthly from the assigned sampling sites for a period of successive three years in order to be able to track annual changes in the chemical composition of the water. For comparison, further water samples were taken from the rivers Danube and Tisza and ponds located in arid and humid climatic conditions. The collected samples were analyzed for chemical composition in the lab using various complex analytical devices meeting the most recent international standards as well.

As shown by our findings, the groundwater table in the study area was relatively high. The formerly observable sinking tendency in the groundwater table was now reversed, displaying a minor annual rise. The chemical composition of the studied groundwater samples was highly varying spatially. There are major differences observable between the individual sites, not to mention the accented annual changes. Waters occupying the near-surface unconfined aquifers and perching the surface as well are characterized by even more accented annual variation regarding their chemistries. In case of the groundwater, annual changes in the chemical compositions are attributable to evaporation triggered by capillary rise of these

waters. There is also a strong difference between the summer and winter composition of surficial waters also attributable to the strong evaporation in the area.

The recorded pH values and total dissolved salt content of both the collected groundwater samples and surficial water samples display high variance spatially with the most extreme values recorded for the pH being between 6.7 and 10. The recorded total salt content was around 1000 – 11 000 mg /l. The spatial differences in these values can be explained by the local water movement characteristics induced by morphological differences.

The maximum pH values were generally recorded in the middle part of the year. Meanwhile, the recorded total salt content, including Na has a maximum towards the end of the year. A gradual alkalization of the area is attributable to the presence of the large amount of dissolved components in the waters, the high salt content and migration of the groundwater, plus an elevated groundwater table in the area.

Prerequisites for carbonate formation are generally given in the study area as all studied samples contained sufficient amount of Ca. The ratio of Mg/Ca however is not the same in all samples. In some places this ratio favors the formation of high-magnesium calcite, which are syngenetically transformed into dolomite. The CO_3/Ca ratio was higher than one in all cases. In many samples this ratio was significantly higher enabling the direct precipitation of the mineral dolomite as well.

The extreme high total salt content of the groundwaters near Ródliszék (11 000 mg/l) points to the side-effects of fluid pig manure disposed in the adjacent areas as a form of fertilization. Irrigation from waters with a high salt content can lead to successive alkalization of the area.

Surficial waters were characterized by higher temperatures in the study years of 2005 and 2006 than in the preceding year with values often being above 30°C and with maximum values often exceeding 35 °C as well.

According to the results of stable isotopic studies of surficial and groundwater samples deriving from the study area of the Danube-Tisza Interfluve, 4 major groups of waters could have been differentiated. As proven by our findings, dolomite formation was characteristic in waters characterized by either the smallest negativity or with positive isotopic values; i.e. in samples collected during the hottest part of the year characterized by most intensive evaporation. On the other hand, the precipitation of calcite was characteristic in those parts of the year, when either evaporation was the lowest or the CO_2 removal of plants was the most intense.

The $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ and $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ values of the studied carbonate profiles were ranging between 0.62 – 10.02 and 1.29 – 9.36, respectively, primarily indicating the importance of evaporation in their formation.

The $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ and $\delta \text{D}_{\text{SMOW}}$ values of the pore waters were ranging between 1.3 – 6.5 ‰ and -4.0 – -19.0 ‰, which again indicates the role of a strong evaporation factor in carbonate precipitation. The only exception was the site of Ródliszék, where a highly peaty bedrock modified these values to -6.5 and -46.0, respectively.

As shown by the results of radiocarbon analysis, carbonate precipitation in the studied profiles was characterizing the entire Holocene.

The composition of the alkaline salts was also studied by XRF. The dominant minerals are those of thermonatrite ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), trona ($\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), thenardite (Na_2SO_4) and dolomite.

Based on the organic content, two major carbonate types could have been identified: peaty carbonates are characterized by significant organic matter content composed of humus, cellulose, fusite, lipids and pollen grains. Carbonate precipitation was mainly controlled by the carbon dioxide extraction of water plants. The mineral composition of this type of carbonate is calcite (Ásotthalom type). The peat-free carbonates have a low organic content composed of mainly lipids. Precipitation is controlled by evaporation leading to the formation of dolomite (Ródliszék type). Inorganic carbon is clearly exceeding the amount of organic carbon in this latter profile, which again refers to an inorganic origin of carbonates (dolomite).

14. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Molnár Béla professzor úrnak, témavezetőmnek a szakmai segítségét, iránymutatását.

Köszönöm Dr. Sümegi Pál tanszékvezető egyetemi docensnek (SzTE, Földtani és Őslénytani Tanszék), hogy a tanszékén helyet és lehetőséget biztosított számomra, és esélyt adott arra, hogy a dolgozat elkészülhessen.

Megköszönöm Dr. Kovács Ferencnek (SzTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék) a topográfiai térképek és a terepmodell elkészítésében nyújtott segítségét.

Köszönöm a MÁFI Agrogeológiai Osztály munkatársainak a talajvízmegfigyelő kutak kialakításában nyújtott segítségét.

Köszönettel tartozom a Kieli Christian-Albrecht Egyetem Földtani és Őslénytani Intézet munkatársainak, Dr. Reiner Botz docensnek, Dr. Mark Smidt docensnek, az egyetem Hidrogeológiai Laboratórium vezetőjének, Dr. Eckhart Bedbur docensnek és valamennyi munkatársának, akik jelentős segítséget nyújtottak a begyűjtött vízminták vizsgálatában, valamint a Hannoverhez közeli Sehnde-ben működő GCA Geokémiai Analitikai Kutató Vállalat vezetőjének, Manfred Smittnek és munkatársainak, akik szintén a vízkémiai mérésekben voltak segítségemre.

Köszönöm az SzTE Földtani és Őslénytani Tanszék valamennyi munkatársának, továbbá mindazoknak, akik a kutatásomat, és a dolgozat elkészülését munkájukkal, szakmai tanácsaikkal segítették.

15. Felhasznált irodalom

- Atkins, P. W. 1992: Fizikai kémia I. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 266-267.
- Beudant, F. S. 1822: Voyage mineralogique et géologique en Hongrie, pendant l'année 1818. Paris
- Cserny T. – Hertelendi E. – Tarján S. 1999: Isotop-geochemical studies and their results in the geological investigations of Lake Balaton. Ann. Rep. Of the Geological Institute of Hungary, 1992-1993/II pp. 69-84.
- Deák J. 2006: A Duna-Tisza köze rétegvíz áramlási rendszerének izotóp-hidrológiai vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola
- Deák J. – Hertelendi E. – Süveges M. – Barkóczi Zs. 1992: Partiszűrészű kutak vizének eredete trícium koncentrációjuk és oxigén izotóparányai felhasználásával. Hidrológiai Közlöny, 72. 4. pp. 204-210.
- Fairbridge, R. W. 1967: Phases of Diagenesis and Authigenesis. – in Larsen, G. – Chilingar G. V. ed.: Diagenesis in Sediments. Elsevier. pp. 19-89.
- fejlődéstörténete. Földtani Közlöny, 107. 1. pp. 1-16.
- Herke S. 1934: Szeged-Kiskunhalas környéke belvizes és szikes területeinek talajviszonyai, A Magyar Szikesek, A M. Kir. Földművelésügyi Min. Kiadványa, Vízügyi Műszaki Csop. 2. sz., Budapest, pp. 35-97.
- Horváth F. 2001: A csengelei kunok ura és népe. Archaeolingua, Budapest, p.356.
- Juhász A. 1982: A réti mészkő kitermelése és felhasználása a Duna-Tisza köze déli részén, Közlemények a magyarországi ásványi nyersanyagok történetéből 1., Miskolc, pp. 145-166.
- Kriván P. 1953: Die Bildung der Karbonatsedimente im Zwischengebiet von Donau und Teiss. Acta Geol. Hung. 2. 1-2., Budapest, pp. 91-108.
- Kuti L. 1979 – 1991: Az Alföld földtani atlasza. MÁFI
- McCrea, J. M. 1950: The Isotopic Chemistry of Carbonates and a Paleotemperature Scale. – Journ. Chem. Physics. 18. pp. 849-857.
- Miháltz I. 1938: Különböző fajsúlyú ásványokból álló kőzetek iszapolásáról. Földtani Közlöny, 67., 10-12.
- Miháltz I. – M. Faragó M. 1946: A Duna-Tisza közti édesvízi mészkőképződmények. Az Alföldi Tud. Int. 1944-55. évi Évkönyve I. Szeged, pp. 371-384.

- Miháltz I. – Mucsi M. 1964: A kiskunhalasi Kunfehér tó hidrogeológiája. Hidrológiai Közlöny, 44. pp. 463-471.
- Molnár B. 1961: A Duna–Tisza közti eolikus rétegek felszíni és felszín alatti kiterjedése. Földtani Közlöny, 91. 3. pp. 303-315.
- Molnár B. 1964: A magyarországi folyók homoküledékeinek nehézasvány-összetétel vizsgálata. Hidrológiai Közlöny, 8. pp. 347-355.
- Molnár B. 1977: A Duna–Tisza köz felsőpleiocén (levantei) és pleisztocén földtani fejlődéstörténete. Földtani Közlöny, 107. 1. pp. 1-16.
- Molnár B. 1980: Hiperszalin dolomitképződés a Duna-Tisza közén. Földtani Közlöny, 110. 1. pp. 45-64.
- Molnár B. 2000: A Duna–Tisza köz délnyugati részének negyedidőszak végi földtani fejlődéstörténete.–in Fábián Sz.–Tóth J. szerk. Geokronológia és domborzati fejlődés– Pécsi Tud. Egyetem Ter. Tud. Kar Földrajzi Int. Kiadványa, Pécs pp. 101-121.
- Molnár B. – Szónoky M. 1974: On the Origin and Geohistorical Evolution the Natron Lakes of the Bugac Region. – Móra F. Múzeum Évkönyv 1. Szeged pp. 257-270.
- Molnár B. – Murvai I. 1976: A Kiskunsági Nemzeti Park fülöpházi szikes tavainak kialakulása és földtani története. Hidrológiai Közlöny, 56. 2. pp. 67-77.
- Molnár B. – Kuti L. 1978a: A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén található Kistréti-, Zabszék- és Kelemenszék-tavak keletkezése és limnológiai története. Hidrológiai Közlöny, 58. 5. pp. 216-228.
- Molnár B. – Kuti L. 1978b: A Kiskunsági Nemzeti Park területén található Kistréti-, Zabszék- és Kelemenszék-tavak környékének talajvízföldtani viszonyai. Hidrológiai Közlöny, 58. 8. pp. 347-355.
- Molnár B. – Kuti L. 1983a: Az ágasegyházi és orgoványi tavak kialakulása és limnogeológiai fejlődése. Hidrológiai Közlöny, 63. 2. pp. 225-238.
- Molnár B. – Kuti L. 1983b: A Kiskunsági Nemzeti Park miklapusztai területének földtani és vízföldtani viszonyai. Hidrológiai Közlöny, 81. 1. pp. 14-20.
- Molnár B. – Kuti L. 1987: Geological Aspects of Nature Conservation in the Kiskunság National Park in Holocene Environment in Hungary, Contribution of the INQUA Hungarian National Committee to the XII-th INQUA Congress Budapest pp. 83-99.
- Molnár B. – Botz, R. 1996: Geochemistry and stable isotope ratio of modern carbonates in natron lakes of the Danube-Tisza Interfluve, Hungary. Acta Geologica Hungarica, 39. 2. pp. 153-174.

- Molnár B. – Jenei M. 2005: A Duna-Tisza közti hátság talaj- és felszíni vizek éves hidrodinamikai és hidrokémiai változásai I. Hidrológiai Közlöny, 2005. 85. 3. pp.51-59.
- Molnár B. – Iványosi Szabó A.–Fényes J. 1979: A Kolon tó kialakulása és limnogeológiai fejlődése. Hidrológiai Közlöny, 52. 12. pp. 549-560.
- Molnár B. – Szónoky M. – Kovács S. 1981: Recens hipersalin dolomitok diagenetikus és litifikációs folyamatai a Duna-Tisza közén. Föld. Közl. 111. pp. 119-144.
- Molnár B. – Botz, R. – Dinka M. 2002: A Fertő tó Karbonátjainak röntgen és stabil izotóp vizsgálata. Hidrológiai Közlöny. 82. 6. pp. 359-362.
- Morrow, G. W. 1982: Diagenesis 1. Dolomite Part 1. The Chemistry of Dolomitization and Dolomite Precipitation. Geoscience Canada. V. 1. pp. 5-130.
- Müller, G. – Irion, G – Förstner, U. 1972: Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment – Naturwissenschaften, 59. 4. pp.158-164.
- Pálfai I. 1996: A Duna-Tisza közti Hátság vízgazdálkodási problémái és megoldásuk lehetséges útjai. Vízügyi Közlemények, 77. 1. pp. 145-163.
- Pálfai I. 2003a: A vízháztartás helyzete és a vízgazdálkodás fejlesztési lehetőségei a Duna-Tisza közti Hátságon. Hidrológiai Közlöny, 83. 4. pp. 251-253.
- Pálfai I. 2003b: Vízháztartási változások a Duna-Tisza közti Hátságon in.: Pálfai I. 2004. Belvizek és aszályok Magyarországon, Hidrológiai Tanulmányok, pp. 450-461.
- Pálfai I. 2004: Belvizek és aszályok Magyarországon. Közlekedési Dokumentációs Kft. Budapest, p. 492.
- Pálfai I. 2005: A Duna-Tisza közti Hátság vízháztartási viszonyai 1936 – 1971 és 1971 – 2005 között. Két Víz Köze Időszaki Kiadvány, pp. 15-16.
- Rankama, K. 1963: Progress in Isotope Geology Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York – London 1963.
- Rónai A. 1956: A magyar medencék talajvize, MÁFI Évkönyv 46. 1.
- Smaroglay F. 1939: Bugac szikes tavai. Stephaneum Nyomda, Budapest, p. 34.
- Szépfolusi J. 1970: A délföldi szikes tavak kémiai vizsgálata, Hidrológiai Tájékoztató, 10. pp. 132-134.
- Szépfolusi J. 1976: A szikes tavak tipizálása kémiai vizsgálatok alapján, előadta a Magyar Hidrológiai Társaság Szegedi Területi Szervezete 1976. évi november 16-i ülésén, (kézirat).
- Szépfolusi J. 1977: Vízkémiai vizsgálatok a KNP III. sz. területe szikes tavain, jelentés a Szegedi Akadémiai Bizottsághoz, Szeged, (kézirat).

Tóth Á. – Molnár B. 1987: A Paleoecological Study of the Lacustrine Deposits of the Kiskunság National Park. – in Holocene Environment in Hungary, Contribution of the 3 INQUA Hungarian National Committee to the XII-th INQUA Congress, Budapest. Pp. 113-128.

Felhasznált térképek: 1:10 000 topográfiai szelvények: 26 – 223, -241; 35 – 221, -212; 36 – 124, -213; 45 – 443, -434 ; 46 – 311, -312, -313, -314, SzTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

Zentai László: Kárrpát-medence domborzata, www.mek.oszk.hu