



**MAGYAR GEOLÓGIAI
SZOLGÁLAT**

Magyar Állami Földtani Intézet

JELENTÉS

A Szigetközi Földtani Monitoring eredményei

1995-2004


Készítették:


Dr. Schárek Péter
témafelelős


Don György


Horváth István

Ellenőrizte:


Jocháné Edélényi Emőke
főosztályvezető

Jóváhagyta:


Dr. Brezsnaynszky Károly
igazgató

2005. június 30.

TARTALOM

| | |
|---|-----------|
| A FÖLDTANI MONITORING RENDSZER KIALAKÍTÁSA, A KUTATÁS MÓDSZERE..... | 3 |
| A VÍZKÉMIAI VIZSGÁLAT MÓDSZERE ÉS TARTALMA: | 4 |
| AKTUÁLGEOLÓGIAI VIZSGÁLATOK | 5 |
| A MEDERFEJLŐDÉS FŐ IRÁNYAI AZ AKTUÁLGEOLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK ALAPJÁN | 5 |
| A VÍZMINŐSÉG VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI | 7 |
| <i>A mélyfúrású kutak vízminősége.....</i> | <i>7</i> |
| <i>A szondázások vízminőségi eredményei</i> | <i>12</i> |
| <i>A vízkémiai vizsgálatok tapasztalatai.....</i> | <i>17</i> |
| JELENTÉSEK, ÖSSZEFOGLALÓK, PUBLIKÁCIÓK, TÉRKÉPEK A FÖLDTANI MONITORING EREDMÉNYEIRŐL | 18 |
| A FÖLDTANI MONITORINGOT MEGALAPOZÓ ÉS ÉRTÉKELŐ MUNKÁK:..... | 18 |
| A FÖLDTANI MONITORING KIALAKÍTÁSA ÉS MŰKÖDTETÉSE: | 19 |
| A FÖLDTANI MONITORING KERETÉBEN KÉSZÜLT DIGITÁLIS TÉRKÉPEK:..... | 20 |
| SETTING UP THE GEOLOGICAL MONITORING SYSTEM, METHODOLOGY OF INVESTIGATION..... | 22 |
| METHODOLOGY AND ITEMS OF HYDROCHEMICAL ANALYSES: | 23 |
| ACTUAL GEOLOGICAL INVESTIGATIONS..... | 24 |
| MAIN TRENDS OF CHANNEL DEVELOPMENT ON THE BASIS OF ACTUAL GEOLOGICAL OBSERVATIONS..... | 24 |
| RESULTS OF WATER QUALITY ANALYSES | 26 |
| <i>Water quality in deep wells</i> | <i>27</i> |
| <i>Water quality in soundings.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Conclusions of water quality analyses</i> | <i>36</i> |
| REPORTS, SUMMARIES, PUBLICATIONS AND MAPS RESULTING DURING THE GEOLOGICAL MONITORING | 37 |
| ITEMS ESTABLISHING AND EVALUATING THE GEOLOGICAL MONITORING | 37 |
| SETTING UP AND OPERATING THE GEOLOGICAL MONITORING..... | 38 |
| DIGITAL MAPS COMPILED WITHIN THE FRAMEWORK OF THE GEOLOGICAL MONITORING | 39 |
| MELLÉKLET (csak a CD-n) | |
| 1. Táblázat A szigetközi monitorozás észlelési helyei | |
| 2. Táblázat A szigetközi monitorozás vízmintáinak terepi mérései | |
| 3. Táblázat A szigetközi monitorozás vízmintáinak rutin vizsgálati eredményei (MÁFI) | |
| 4. Táblázat A szigetközi monitorozás vízmintáinak nyomelemei (ICP–AES, MÁFI) | |
| 5. Táblázat A szigetközi monitorozás vízmintáinak nyomelemei (ICP–MS, MÁFI) | |
| APPENDIX (only on the CD) | |
| Table 1 Observation points of the Geological Monitoring | |
| Table 2 Field measuring | |
| Table 3 Results of the routine laboratory tests (MÁFI) | |
| Table 4 Trace elements (ICP–AES, MÁFI) | |
| Table 5 Trace elements (ICP–MS, MÁFI) | |

A Szigetközi Földtani Monitoring eredményei

1995-2004

Scharek Péter – Don György – Horváth István

Magyar Állami Földtani Intézet

Összefoglalás

A Duna magyarországi felső szakaszán végzett beavatkozások megváltoztatták és megváltoztatják a felszíni vizek áramlási sebességét, vízminőségét, a medrek állapotát. Azokon a helyeken, ahol e vizek jelentik a felszín alatti vizek utánpótlódását, a változásokat a ható mederszakaszokhoz lehető legközelebb telepített kutakkal, szondákkal lehet nyomon követni. A Magyar Állami Földtani Intézet 1995 óta rendszeres földtani monitoringot végez a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízásából a Duna Rajka-Nagybajcs közötti szakaszán. A kutatások célja a beavatkozással érintett folyamszakasz mentén a felszíni víz-felszínalatti víz kapcsolatának dokumentálása és viszonyuk meghatározása a földtani képződményekkel. A rendszeres (évszakonkénti) mintavétel eredményei alapján adatokat kapunk a legfontosabb változások idő- és térbeli elhelyezkedéséről és ezeket évente a döntéshozók és a többi tudományág képviselőinek rendelkezésére bocsátjuk. A Szigetközi Földtani Monitoring eredményeit rendszeresen értékeljük és az értékelést publikációkban, valamint a Magyar Állami Földtani Intézet honlapján közzéteszük. (<http://www.mafi.hu/microsites/szigetk/monitor.htm>)

Kulcsszavak: Duna, Szigetköz, aktuálgeológia, monitoring, hidrogeológia

A Földtani Monitoring Rendszer kialakítása, a kutatás módszere

A Kisalföld komplex földtani térképezése kapcsán kezdődött meg 1982-ben a Szigetköz 1:100 000 méretarányú kutatása. A földtani alaptérképek 1:25 000 méretarányban készültek, az összeszerkesztett változatok 1:100 000 és 1:200 000 méretarányban kerültek kinyomtatásra 1991-ben (Mosonmagyaróvár és Győr-Észak jelű atlaszok) 1982 és 1987 között 364 sekélyfúrást (max. 10 m mély) mélyítettünk le átlag 1000-1500 méteres hálózatban. Ezt kiegészítettük 24 helyen mélyült un. kismélységű fúrással (max. 50 m mélységig) és egy helyen egy un. közép mélységű fúrással (400 m mély). A kismélységű fúrások egy részét talajvízszint észlelő kúttá képeztük ki s ezzel megalapoztuk a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) szigetközi vízszintészlelő rendszerét. Ugyancsak talajvíz- és rétegvíz figyelő kúttá képeztük ki a Halászi A-1 jelű közép mélységű fúrásunkat.

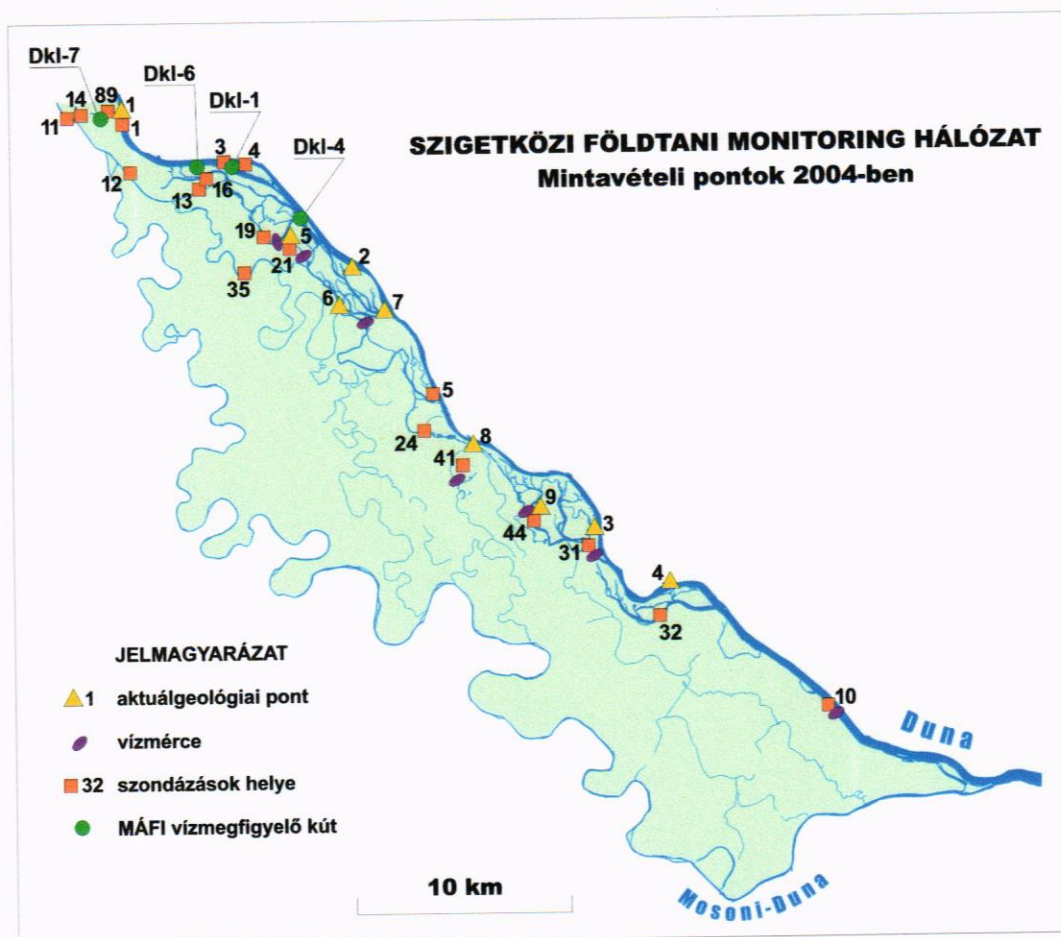
A kutatások befejező szakaszában már megkezdődött a földtani adatok térinformatikai összesítése (Scharek P. et al 1991), a folyómedrek üledékképződésének aktuálgeológiai vizsgálata (Molnár P. 1991) Az aktuálgeológiai vizsgálatok fő célja a főmeder és a hullámtéri mellékágak szedimentációs-eróziós folyamatainak feltérképezése volt.

A Duna 1992. októberi elterelése után a Környezetvédelmi és Településfejlesztési Minisztérium megbízásából újabb lendületet vett a Szigetköz földtani kutatása. A felszíni és medenceüledékek ismertetése angol nyelven is megjelent (Scharek P. ed., 1993) segítve a behívott EK szakértők munkáját. A szakértői vizsgálatok eredményeképpen kaptunk megbízást a további hidrogeológiai, aktuálgeológiai és térinformatikai (Molnár P. 1994, Scharek P. et al 1994, 1994a) munkákra.

1995. évben alakítottuk ki a Szigetközi Földtani Monitoring észlelőhálózatát és azt azóta folyamatosan működtetjük. Munkánkról éves jelentésekben számoltunk be a szűken vett monitoring mellett végzett tematikus földtani vizsgálatokkal együtt.

A Földtani Monitoring keretében kezdetben 29 ponton, majd a pénzügyi megszigorítások miatt 1998-tól csak 16 ponton mintáztuk meg a felszíni vízfolyásokat és ugyanazon a ponton (a szondával feltárt) talajvizet. Ugyancsak vízmintát vettünk az észlelt természetes

vízfakadásokból és az 1995. év során telepített új észlelő kutakból az akkor létesített fenékküszöb hatásának nyomon követésére. (1. ábra)



1. ábra. A Szigetközi Földtani Monitoring észlelési pontjai

A vízkémiai vizsgálat módszere és tartalma:

A terepi mintavétel alkalmából elvégzett vizsgálatok:

Nyugalmi vízszint mérése, hőmérsékletmérés (víz és levegő), lúgosság meghatározás, pH mérés, elektromos vezetőképesség meghatározás, oldott oxigén tartalom.

A helyszínen konzervált mintákból a laboratóriumban elvégzett vizsgálatok:

Rutin- és ICP MS vizsgálatok az alábbi alkotókra ill. elemekre:

Fő komponensek:

pH, lúgosság, fajlagos vezetőképesség, hőmérséklet, összes keménység, karbonát keménység

Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Mn^{++} , NH_4^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^- , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^- , H_2SiO_3 , tartalom meghatározás

Nyomelemek:

Li, Be, B, Al, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, As_H, Rb, Sr, Mn, Ag, Cd, Sb, Cs, Ba, La, Tl, Pb, Bi, Th, U mennyisége

1997-ben és 1998-ban az Észak-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség Mérőállomás szakembereinek közreműködésével kémiai és mikrobiológiai vizsgálatok részére további 10 db mintát vettünk egyszeri alkalommal. Ezeket a Mérőállomás laboratóriuma és az

ÁNTSZ Győr-Moson-Sopron megyei Intézete vizsgálta. A vizsgálatok a magyar-szlovák határvízi egyezményben rögzített alkotókra készültek, így az azonos labor vizsgálatai összehasonlíthatók voltak a határvízi vizsgálatok adataival, ill. az azonos helyről és időben vett, a MÁFI laboratóriumában megvizsgált minták alapján az egyes laborok adatai közötti kapcsolat is meghatározható volt.

2002-ben a Monitoring mintavételi pontjain sekélyfúrásokat készítettünk és ezekben rétegenként mértük ugyanazon nyomelemek eloszlását, dokumentálva az esetleges talajvíz-vízartó réteg szennyezettség közötti kapcsolatot. Ugyanebben az évben részletes statisztikai vizsgálattal értékeltük a monitoring során szerzett adatok megbízhatóságát.

A korábbi fúrási adatok felhasználásával elkészítettük a terület 3D hidrogeológiai modelljét, létrehoztunk egy digitális térképsorozatot. Ezek felsorolását az összefoglaló végén adjuk meg.

A szondázásos vízmintavétellel párhuzamosan aktuálgeológiai észlelőpontokon rendszeresen vizsgáltuk az egyes mederszakaszokban az üledékképződés vagy kimosódás jellegét, mintákat vettünk és azokat üledékföldtani szempontból vizsgáltuk.

Aktuálgeológiai vizsgálatok

A következő pontokon végeztünk aktuálgeológiai vizsgálatokat:

Főmeder

1. 1850,0 fkm, Rajka
2. 1834,7 fkm, Cikolasziget
3. 1817,3 fkm, Ásványráró
4. 1812,3 fkm, Bagomér

Hullámtéri vízpótló rendszer

5. Kormosi-Duna, a Doborgazi-átvágás kiágazásánál
6. Görbe-Duna, a Z3 zárás fölött 600 m-rel
7. Denkpáli torkolat
8. Mosó-Duna a B8 bukó alatt 100 m-rel
9. Halrekesztő-Duna, a B11 bukó alatt

A mederfejlődés fő irányai az aktuálgeológiai megfigyelések alapján

A felszíni vízjárás viszonyokat a mesterségesen létrehozott áramlási viszonyok határozták meg. 2004-ben először valósult meg, hogy a szlovák fél egy előzetesen egyeztetett időpontban mesterséges árvízzel szimulálta a korábbi természetes nyári elöntést. Földtani szempontból ez azt eredményezte, hogy a korábban kolmatálódott mederszakaszokon esély volt a beszívargás feltételeinek javulására.

A **főmeder fenékküszöb fölötti szakaszán (1851–1843 fkm)** a vízszintet a dunakiliti duzzasztóművel szabályozzák elsősorban. A főmeder e szakaszán az áramlási sebesség 0,1–0,2 m/s. A Helena zárás alatti szakaszon a finomszemű üledék is megjelent. A meder feliszapolódásának jele, hogy a 3. szondázási pontunkban rendszeresen igen mélyen van a talajvízszint, a 140 cm-es szondánkkal gyakran el sem értük.

A **főmeder fenékküszöb alatti, 1843–1841 fkm** közötti szakaszán stabil áramlási viszonyokat tapasztalunk. A fenékküszöb alvízénél korábban kialakult keresztirányú mederzátony-sor mellett a meder hossztengegyében is kialakult egy zátony-sor, amely már csaknem elérte a 4. szondázási pontunkat, de növényzet még nem telepedett meg rajta. A parton vastag áradmányos homok és iszapréteg alakult ki, amelyen áttörnek a fakadó vizek. A

talajvíz szintje ezen a szakaszon +10 és +16 cm között változott (a felszíni víz szintjéhez viszonyítva). A felszíni iszaprétegen gyakran tapasztaltunk algásodást.

A főmeder 1841–1825 fkm közötti középső szakaszán a vízszint alakulására még nincs olyan erős hatással a bósi erőmű alvízcsatornájának visszaduzzasztó hatása, mint az alsó szakaszon, itt a vízszint alakulása elsősorban a Dunacsúnnál átadott vízmennyiségtől függ. 2003. évben azt tapasztaltuk, hogy a partmenti szegélyzátonyok növényzete által megfogott iszapréteg a meder szélén lévő kavicsot kezdi befedni. Ez 2004-re állandósult és már vastag áradmányos homok és iszapréteg fedi a zátonyok kavics-aljzatát és a partközeli mederfenéken is 1-2 cm vastag iszaplerakódás mutatkozott.

A főmeder 1825–1820 fkm közötti szakaszán a kora tavaszi és későőszi időszakokban kiegyenlítettebb a vízjárás, a dunaremetei vízmércénél ebben az időszakban a havi vízszintváltozás mértéke pár cm. A kiegyenlített vízjárás kedvez a finom üledék lerakódásának. A 2003-as és 2004-es elöntés kedvező hatása ezen a mederszakaszon is megfigyelhető volt.

A főmeder 1820–1811 fkm közötti szakaszának vízjárására teljes mértékben a bósi erőmű alvízcsatornájának visszaduzzasztó hatása jellemző, a folyásirányban lefelé csökkenő áramlási sebességekkel. Jellemző a partmente feliszapolódása, egyes szakaszokon kiterjedt szegélyzátony- és mederzátony rendszer fejlődött ki, illetve a már meglévő zátonyokon jelentősen megnőtt a növényzet. Az évenkénti áradások során a növényzet jelentős – 20 cm-t meghaladó – vastagságú finom üledéket tart vissza, ezzel a felszíni beszivárgás gyakorlatilag megszűnt.



A



B

1. fénykép. A B11 bukó környezete az 1993. évi (A - infravörös) és 2000. évi (B – FÖMI ortofoto) légifelvételken

A hullámtéri mellékágrendszer vízszintjei teljes egészében a mesterséges vízkormányzás hatásait mutatják. Az éves legkisebb és legnagyobb vízszint különbsége rendszerint nem haladja meg az 1,0 – 1,2 m-t. A vízjárás leginkább hosszú stabil vízszintű időszakokkal és időnkénti hirtelen vízszintváltozásokkal jellemezhető.

A vízpótlásban résztvevő medrek állapota folyamatosan romlik. A bukók alatt medererózió, a durva törmelék folyamatos mozgatása a jellemző. A B11 bukó alatti mederrész látványosan

átrendeződött 1993 óta (**1. fénykép**). A többi mederrészben a feliszapolódás a jellemző, ezt a folyamatot a mesterséges elárasztás lassítja.

A hullámtéri mellékágrendszer vízpótlásba be nem kapcsolt alsó szakasza, azaz az Ásványi-Duna és a Bagoméri-ágrendszer, szintén a bősi alvízcsatorna által visszaduzzasztott szakaszba esnek. Vízjárasi jellegük, áramlási viszonyaik megegyeznek a főmeder 1820 – 1811 fkm közötti szakaszával.

A mentett oldali vízpótló rendszer medreinek vízszintingadozása is szinte mindenütt 0,5 m alatt maradt. A rendszerbe jutó vízmennyiséget a rajkai 5. zsilip duzzasztási szintjével befolyásolják, de a vízpótló rendszer szűk átérésztő képességű zsilipjei nem teszik lehetővé 5 m³/s-nál nagyobb vízhozam bevezetését. Az egyes mederszakaszok mérete rendkívül változó, de itt is a lassú áramlású, vagy pangó, duzzasztott vizek vannak túlsúlyban. Élénkebb vízáramlás csak a zsilipek és a bukók alatti rövid szakaszokon tapasztalható.

A Mosoni-Duna felső, Mosonmagyaróvárig terjedő szakaszának vízjárása teljes egészében mesterségesen szabályozott. A rajkai 6. zsilipen keresztül a Mosoni-Dunába eresztett vízhozam alapvetően az 1. zsilipen keresztül Szlovákiából érkező vízmennyiség és a hullámtéri ágak vízellátására a szivárgó csatornából kivett vízmennyiség különbségeként adódik. A 2. zsilipen érkező, illetve a mentett oldal vízpótlására elvezetett vízhozam nem számottevő.

A Mosoni-Duna felső szakaszán folyamatosan élénk a vízáramlás. Az elterelés előtti állapothoz képest megszűntek a hosszú kisvizes és száraz időszakok, de elmaradtak a dunai eredetű árhullámok is. A vízszint kevéssel a korábbi középvizek szintje fölötti tartományban stabilizálódott.

A vízminőség vizsgálatok eredményei

A szigetközi földtani monitoring eredményeiről készített éves beszámolóinkban az értékelések során rendszeresen áttekintettük azokat a fontosabb jelenségeket, amelyek a speciális meder menti szondázások segítségével vizsgálhatók, és a felszíni vizek és a talajvíz vízminőségi kapcsolatát jellemzik. A meder menti szondázás elsősorban a mederből a talajvíz felé történő beszivárgás folyamatában rövid távon (1–2 m) és rövid idő alatt (néhány nap) bekövetkező vízminőség-változások vizsgálatára alkalmas. Egyben jelezheti az áramlási irányba eső, később megjelenő vízminőség-változásokat a távolabbi és mélyebb víztározó képződményekben. Másodsorban pedig, ahol a meder felé történik a talajvíz áramlása (megcsapolás), ott a már hosszabb utat megjárt vizek minőségi állapotát mutathatja meg.

Mintavételi helyeink az alábbi csoportokba oszthatók:

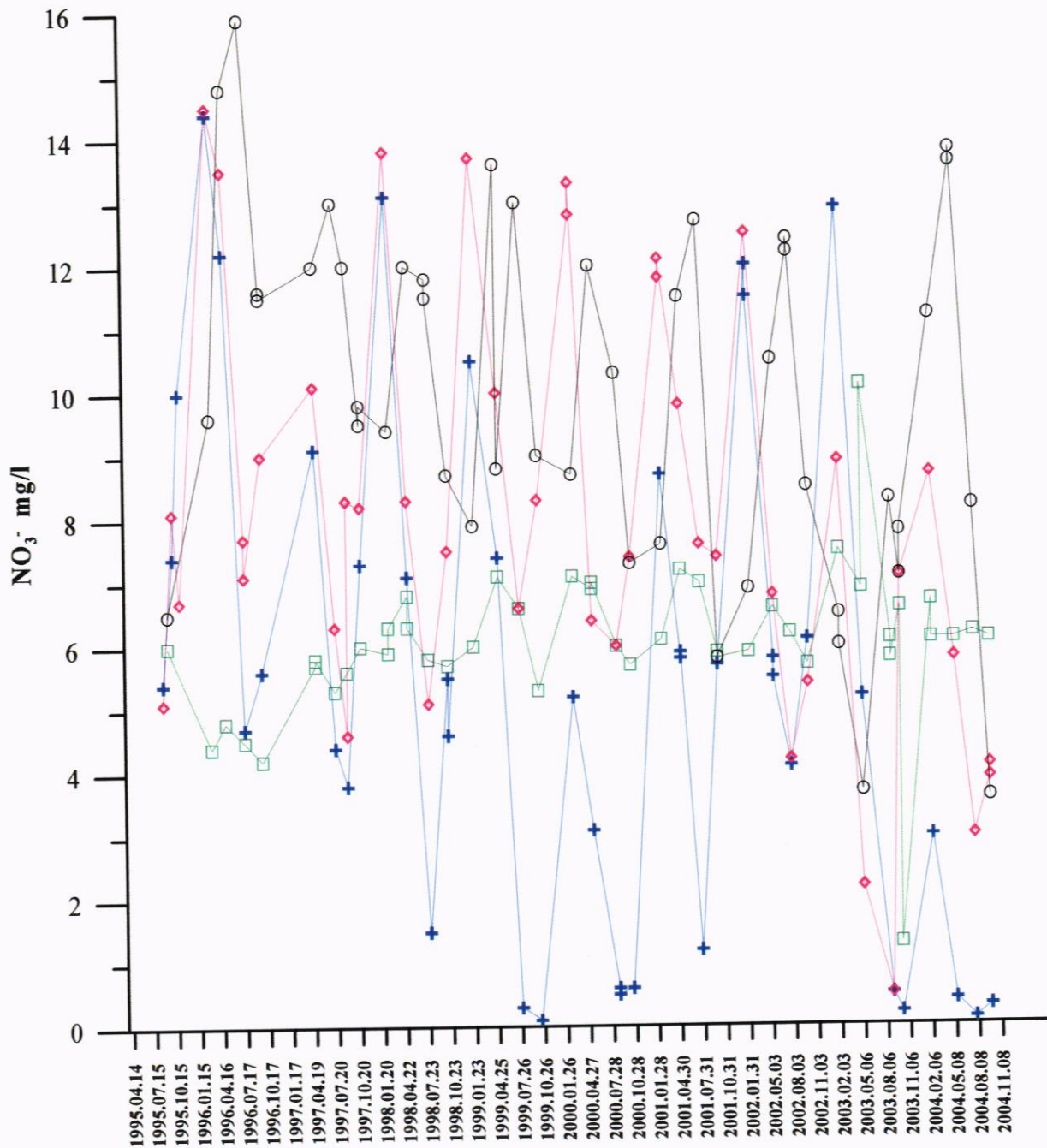
- a négy vízmegfigyelő mélyfúrású kút Dkl-1 (51), Dkl-4 (54), Dkl-6 (56), Dkl-7 (57) (szűrőzési mélységük rendre 10-14, 10-14, 44-48, 44-48 m között);
- a Duna főmedre menti szondázások (1, 3, 4, 5, 10 szondázási helyek);
- a mellékágak melletti szondázások (12, 13, 14, 16, 21 valamint 24, 31, 41, 44 szondázási helyek).
- természetes fakadási helyek (86. pont)

A mélyfúrású kutak vízminősége.

Az 1995-ben létesített kutakból immár 8,5 év vizsgálati adataira támaszkodva a változásoknak bizonyos trendjei kijelölhetők:

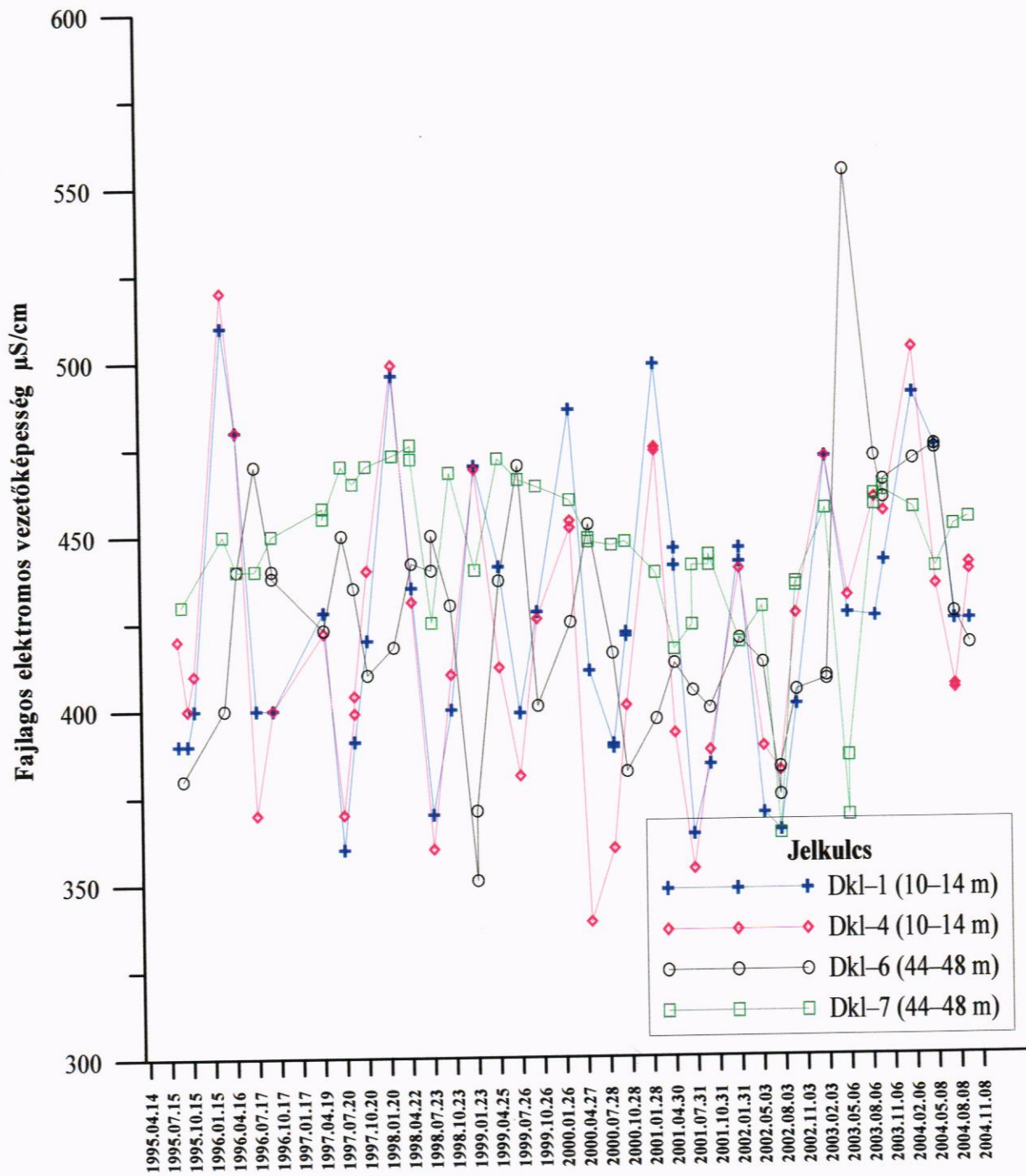
A mintázaskori víz hőmérséklet adatok mutatják a kapcsolat szorosságát a felszíni, beszivárgó vízzel. Ezek alapján a felszín alatti vizek áramlásánál (a Szigetközben), a beszivárgást követően, mintegy három év kell az eredeti beszivárgási hőmérsékletek elsimulásához, a mélységnek megfelelő átlaghőmérséklet kialakulásához.

A nitrát-tartalom változása (2. ábra) a legérzékenyebb jelzője a beszivárgási (átszivárgási) viszonyoknak. A meder állapotában bekövetkező legkisebb változásokra (pl. kontaminációra) is reagál. A reduktív viszonyok kialakulását, a denitrifikáció intenzitását a nitrát-tartalom csökkenése jelzi. A vizsgált időintervallumban a Duna víz nitrát-tartalma kb. 1 mg/l-rel csökkent. A Dkl-1 kútban a nitrát mennyisége a monitorozás megkezdésekor megegyezett a Dunában észlelten. Ezt követően folyamatosan csökkent a mennyisége, a Duna vízénél erőteljesebben csökkenő jelleget mutatva, az idei évben azonban újra a Duna vízéhez áll közel. Azaz a meder korábban növekvő kontaminációja az utóbbi két évben mintha megszűnt volna (a többszöri erőteljes áradás hatására?). A Dkl-4 kútban a nitrát-tartalom folyamatosan magas, alig kisebb a Duna víznél, ez a beszivárgási feltételek jó állapotát jelzik, a reduktív folyamatok kis mértékűek vagy nincsenek, bár az utolsó két évben a minimum értékek arra utalnak, hogy a kút körüli beszivárgás feltételei romlanak. Különös jelenséget mutat a Dkl-6 kútban a nitrát tartalom változása, az évszakos amplitúdó változás csökkenő trendű és a Dunáénál kisebb. Az amplitúdó változást valószínűleg nitrátos vízzel keveredés okozhatja., denitrifikálódásra utaló jel nincs. A Dkl-7 kútban emelkedő volt a nitrát-tartalom trendje, de abszolút értékben a Duna víze alatt marad, a trendszerű emelkedés az utóbbi két évben megszakadt és stagnálónak vált.



2. ábra. A Dkl-1, Dkl-4, Dkl-6 és Dkl-7 kutak vizének nitrát-tartalma (A jelmagyarázatot ld. A 3. ábránál)

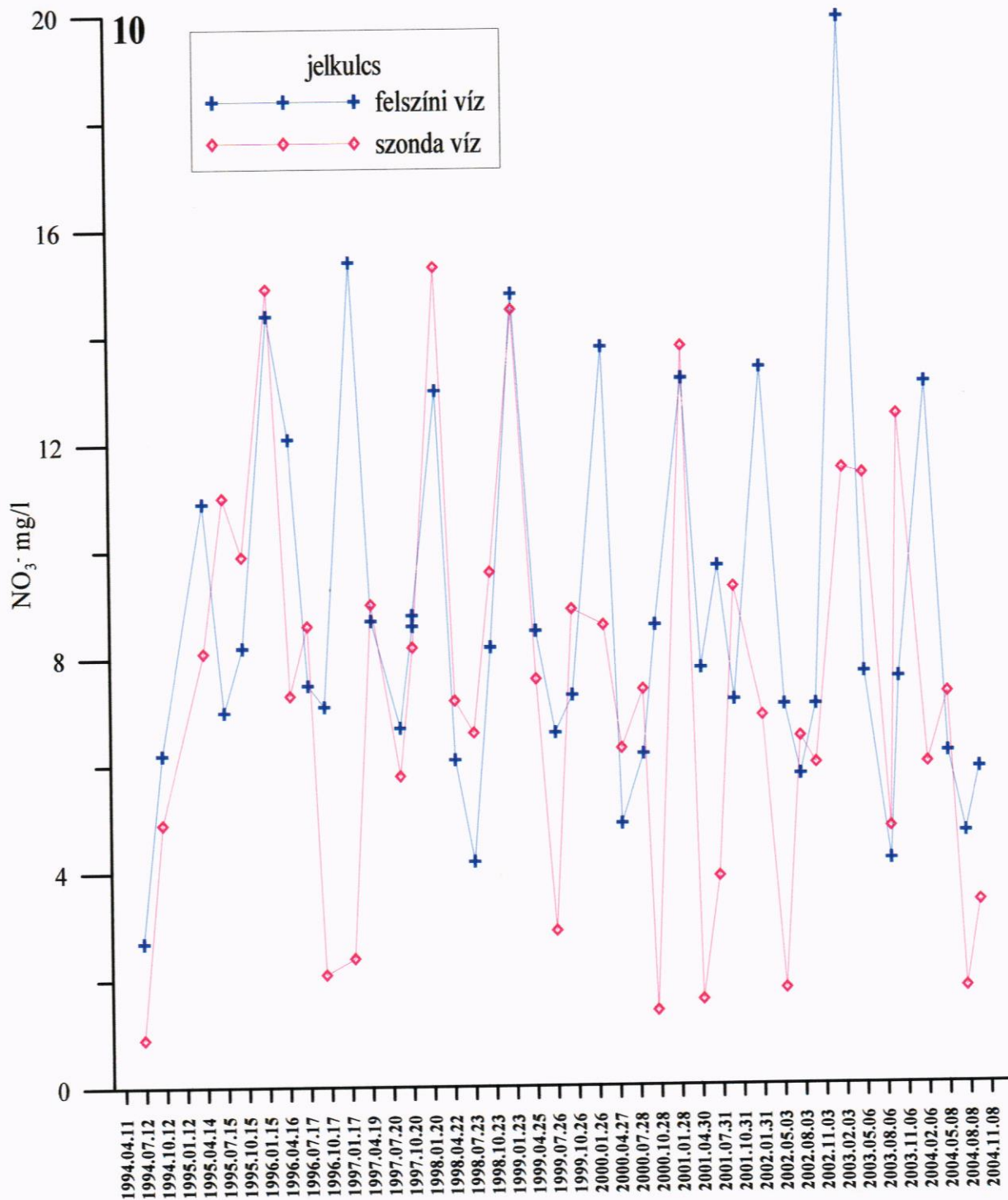
A fajlagos elektromos vezetőképesség mérések (3. ábra) jól korrelálnak az oldott ionos alkotók mennyiségével, az összesség-tartalommal. Jelzik a beszivárgó vizek oldott anyagának mennyiségét, a beszivárgás során lejátszódó folyamatok redukció, beoldódás stb. okozta oldott anyag változások következményeit. A Duna vizéhez hasonló évszakos ingadozást mutat, nyári – minimum, téli – maximum. Valamennyi kútban gyengén csökkenő tendenciát észleltünk. A csökkenés mértéke a vizsgált időszakban, a mélyebb kutakban mintegy 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a sekély kutakban kb. 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ez utóbbiakban nagyobb a változékonyság (340–520 $\mu\text{S}/\text{cm}$). A Dkl-6-os (44-48 m között szűrőzött) kútban 20-30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -rel magasabb a fajlagos vezetőképesség, mint a felszíni vízé, de itt megfigyelhetjük a folyamatos csökkenését. A változások amplitúdója csillapított és a csúcsok megjelenése, bizonytalanul ugyan, de egy fél év körüli késést mutat. Az idej egy mérésre korlátozódó kiugró mérési eredményre nincs magyarázatunk. Valamennyi ábrán megfigyelhető, hogy egy-egy kútnál időnként egy időben két mérési adat jelenik meg, ez az ellenőrző vizsgálat eredményét mutatja. A Dkl-7-es kút vízének fajlagos vezetőképessége mintegy 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -rel magasabb, mint a dunavízé. A trendje csökkenő, de az időbeli lefutás jellegzetesen eltér a többi kútétól, az évszakos változás nem mutatkozik, az adott időszakban, kezdetekben emelkedő, majd csökkenő értékekkel jellemezhető ívet mutat. Ez arra utal, hogy távoli beszivárgási területről kapja a vizét, netán a szlovákiai tározótérből.



3. ábra. A Dkl-1, Dkl-4, Dkl-6 és Dkl-7 kutak vízének fajlagos elektromos vezetőképessége

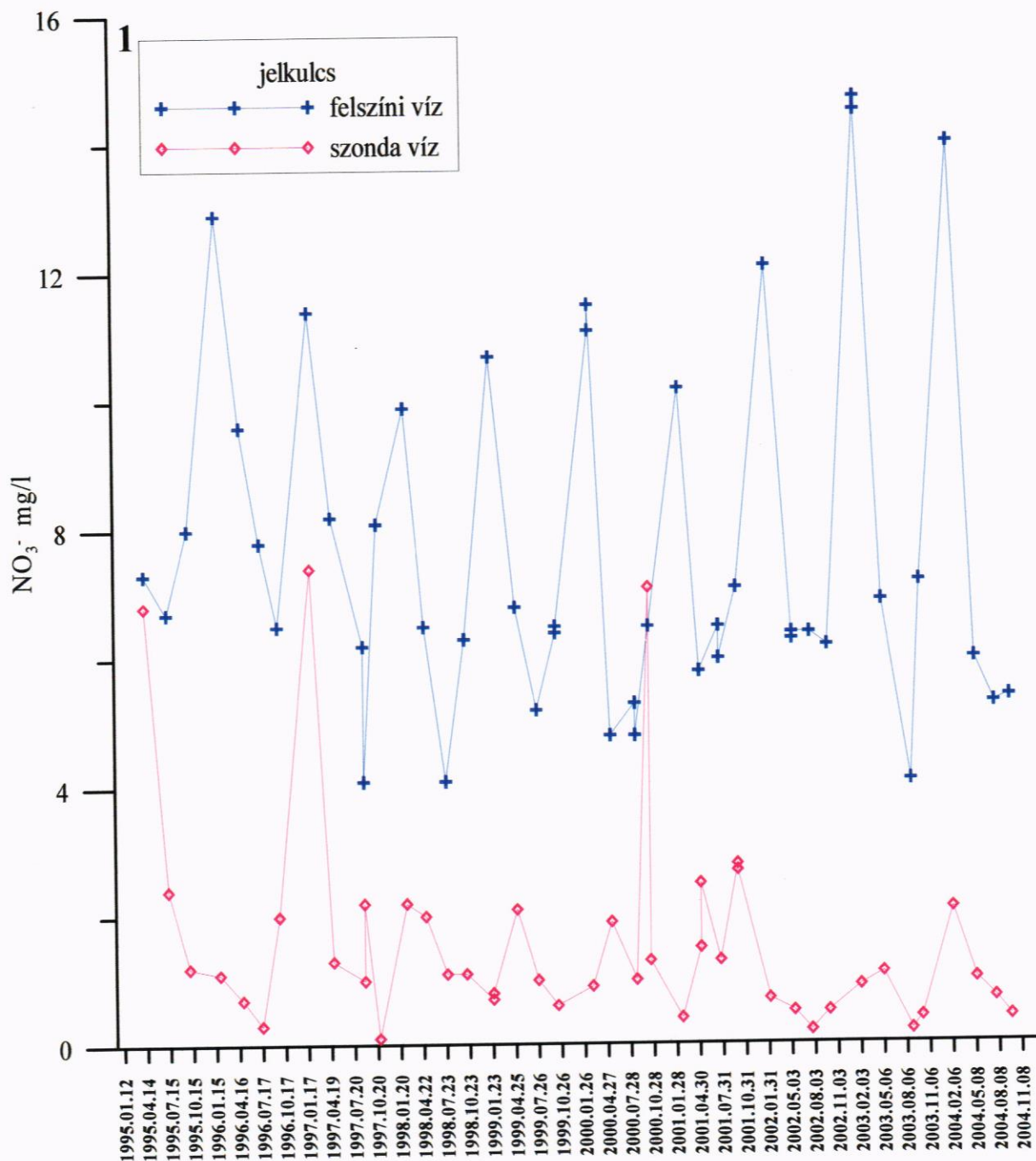
A szondázások vízminőségi eredményei

A Duna menti szondázási helyeken a szondából és a felszíni vízből 1994-95 óta rendszeresen gyűjtött mintapárok a tartós tendenciák megítélését is lehetővé teszik. Ennek szemléltetésére a lehető legegyszerűbb eljárást, az idősorok lineáris közelítését, a közelítő egyenes lefutását használjuk, ekkora mintaszám mellett, ilyen hosszú időszakra már az esetek többségében elég megbízható a kijelölhető trend. A korábban írtaknak megfelelően a fajlagos vezetőképesség és a nitráttartalom segítségével kíséreljük meg a mintázási helyek állapotának minősítését. Természetes, tehát az eltereléstől nem befolyásolt kvázi etalonként használható, a főmeder mellett, Nagybajcsnál telepített 10. szondázási ponton gyűjtött minta sorozat (**4. ábra**). Ezt azonban csak némi megszorítással tehetjük meg, mivel itt a felszíni víz nitráttartalom változásának trendje nem csökkenő, hanem kissé emelkedő-stagnáló. A szondavíz nitráttartalma alig változik, kissé csökken-stagnál. A két trend közötti különbség mára kb. 1 mg/l-rel nagyobb, mint a megfigyelések kezdetén.



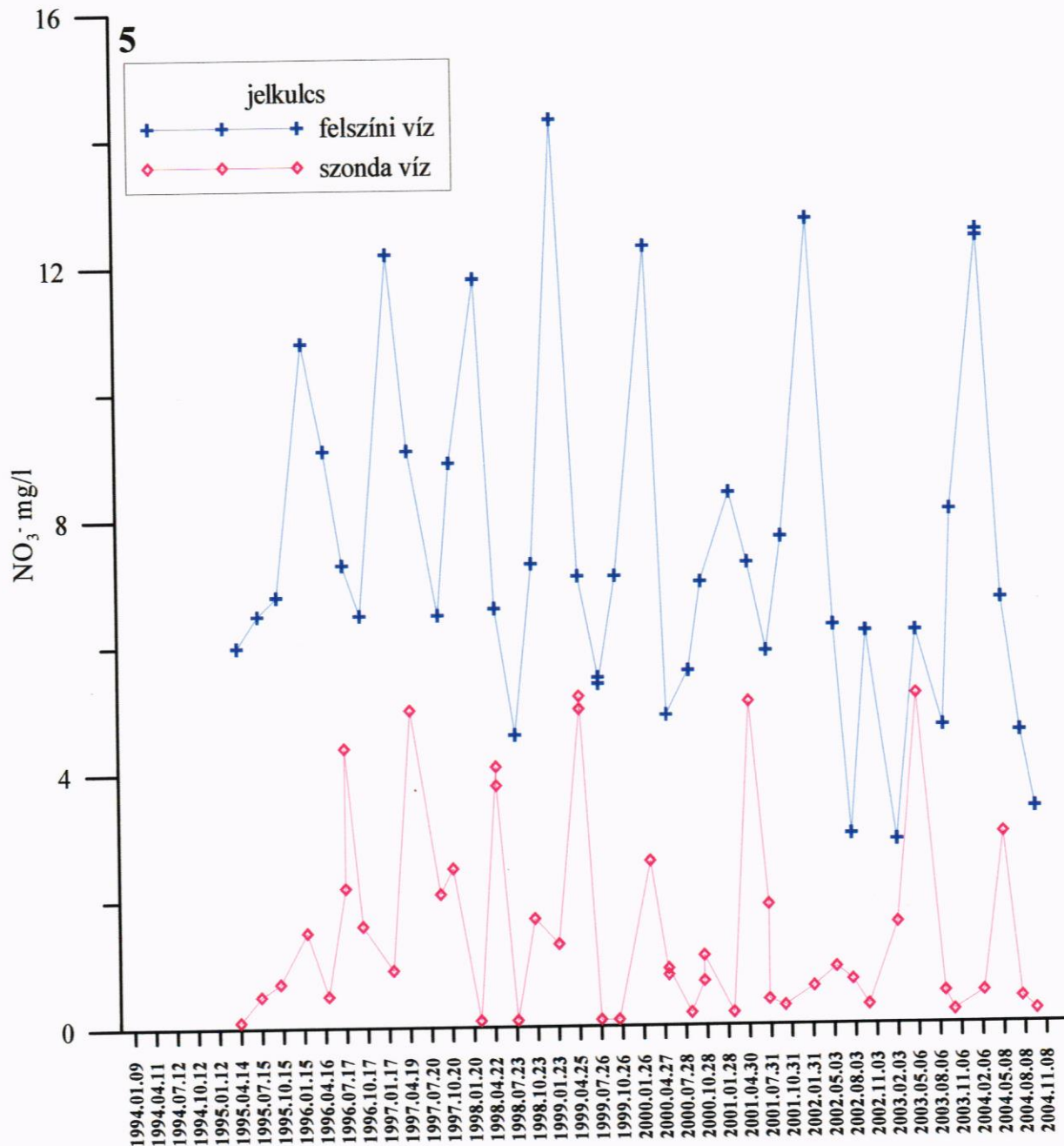
4. ábra. A 10. észlelési helyen (Nagybajcs) mért nitrát-tartalmak

A Szigetközben a főmeder mellett telepített szondázási helyeken (1. és 5. észlelési helyek) a nitrát-tartalom változását az **5. 6. ábrák** szemléltetik. (A többi pont görbéit területi okokból itt nem mutatjuk be, azok a 2004. évi jelentésünkben megtalálhatók) Az 1. ponton érdemi változás nincs, az átszivárgás során a nitráttartalom kb. 75%-a redukálódik, a denitrifikáció mértéke folyamatosan kedvezőtlen.



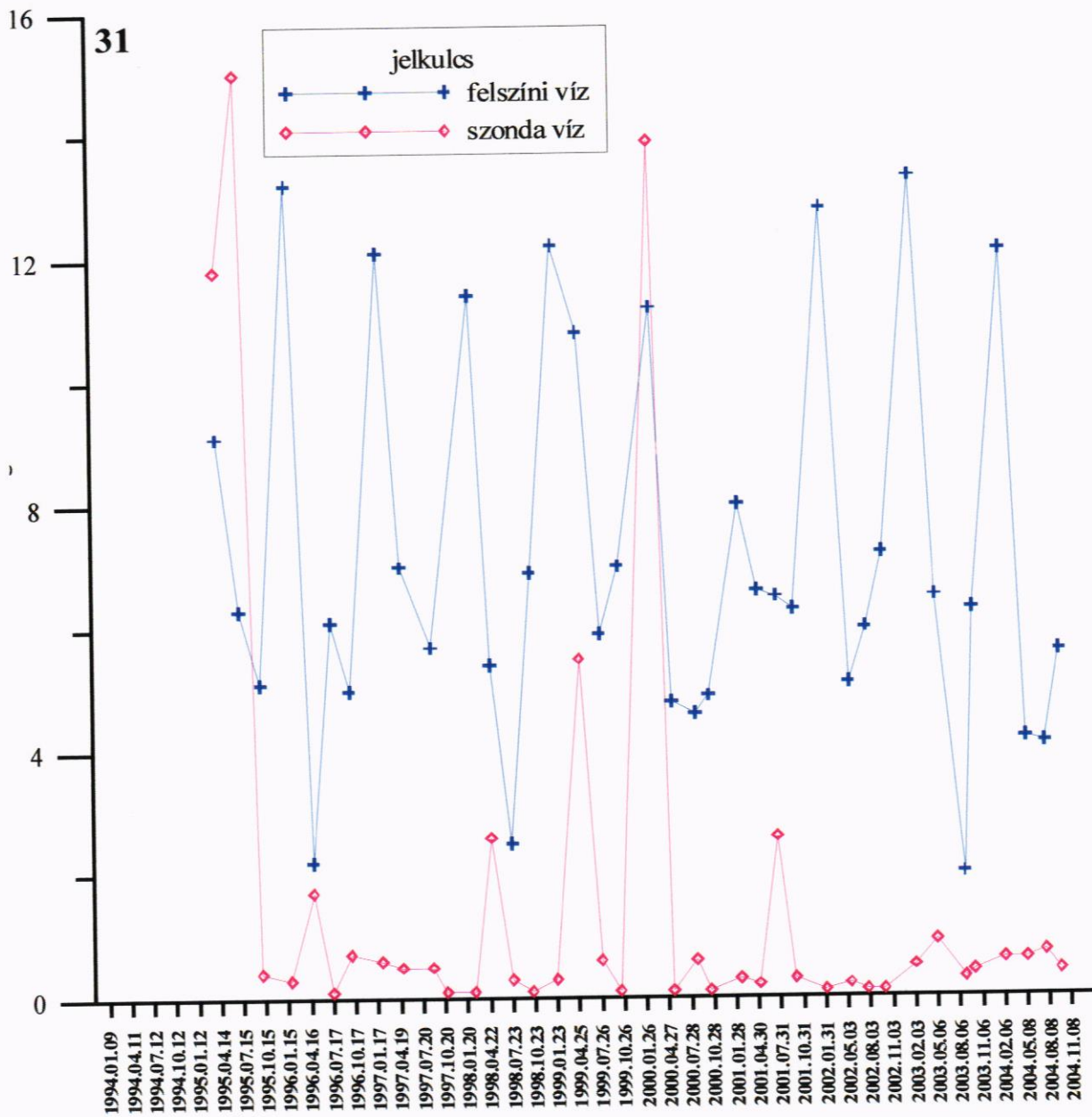
5. ábra. Az 1. észlelési helyen mért nitrát-tartalmak

Az 5. ponton a szondavíz nitrát-tartalma folyamatosan alacsony, de többé-kevésbé követi a dunavíz nitrát járását de ennek ellenére, a redukció mértéke eléri a 60-80%-ot.



6. ábra. A 5. észlelési helyen mért nitrát-tartalmak

A mellékág rendszerben Püski vonalától DK-re eső szondázási pontok (24, 31, 41, 44) közül a 31-es kirí (7. ábra), mivel a vizsgált helyek közül az egyetlen, ahol a talajvíz a Dunát tartósan táplálja. Ebben a régióban éri el a Dunát az ásványrári kommunálisan szennyezett talajvíz csóvjája. Az erre a helyre vonatkozó adatok kívül állnak a vizsgált jelenségkörön, hiszen az itteni víz minősége az elterelés okozta változásoktól bizonyos mértékben független. A nitráttartalom tartósan alacsony (reduktív jellegű a talajvíz), egy-egy kiugró érték közeli szennyeződésre utal. Ez azt jelenti, hogy a mintegy 3 km-es hosszúságú áramlási pálya végpontjára az eredetileg magas nitrát-tartalmat a denitrifikáció erősen lecsökkenti.



7. ábra. A 31. észlelési helyen mért nitrát-tartalmak

Az elvégzett további vízkémiai vizsgálatok részletes újraértékelésére területi okokból itt nincs lehetőség. Azok a 2004. évi jelentésünkben megtalálhatók, az interneten is. (<http://www.szigetkoz.com>) Digitális változatban azonban mellékeljük az adattáblákat Excel formátumban (1-5. táblázatok)

A vízkémiai vizsgálatok tapasztalatai

A vízminőség változása a tárgyalt adattípus szerint a vizsgált intervallumon belül a korán kialakult trendeknek részben megfelelően alakult, részben az utolsó másfél évben helyenként megtörni látszik. Nem történt a meder állapotokban jelentős változás. A felszíni víz minőségének javulása jelentkezett a szondákból nyert vizek minőségében is. A vízminőségi adatok, a romló és javuló feltételek közötti beszivárgás mennyiségére nem adnak információt.

Az elvégzett vizsgálatok a felszín alatti vízzé válás első lépcsőjét tanulmányozzák. Az évek során több oldalról vizsgáltuk az adatokat. Megállapítottuk, hogy a Szigetközben lényegesen redukáltabb víz alakul ki ebben a szakaszban, mint az elterelést megelőzően. Nem tudjuk megmondani, hogy ez a változás a mélység felé történő tovább áramlás során mennyiben módosítja a korábbi víz-kőzet kölcsönhatási folyamatokat, azaz nehezen jelezhető előre milyen is lesz az ebből kialakuló rétegvíz minősége. Immár a 10 éves jubileumot meghaladva a működési jelentés típusú összefoglalókat meghaladó átfogó értékelésre lenne szükség.

Az eddigi vizsgálati eredményekből azonban megállapítható, hogy:

1. A parti szűrést biztosító mederszakaszok *in situ* vizsgálata a célszerűen telepített szondákkal, sekélyfúrásokkal megoldható.
2. A szigetközi térség felszín alatti vizeinek változását nyomon követő monitoring rendszerben e szondázásos és főleg sekélykutas észleléseknek továbbra is kulcsszerepet kell biztosítani.
3. A meder körüli zónában a víz-kőzet-élővilág kölcsönhatási folyamatok együttesen határozzák meg a zónán keresztül szivárgó víz minőségi viszonyait.

Jelentések, összefoglalók, publikációk, térképek a Földtani Monitoring eredményeiről

A Földtani Monitoringot megalapozó és értékelő munkák:

- Scharek P. (szerk.) 1990: Magyarázó a Győr-Dél jelű térképlaphoz -- A Kisalföld földtani térképsorozata 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest p.30
- Scharek P. et al 1991: A Szigetköz és a kapcsolódó térség földtani viszonyai - Kézirat, MÁFI Adattár, Budapest 132+ supplements.
- Scharek P. (szerk.) 1991: Magyarázó a Győr-Észak jelű térképlaphoz -- A Kisalföld földtani térképsorozata 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest p.31
- Scharek P. (szerk.) 1991: Magyarázó a Mosonmagyaróvár jelű térképlaphoz -- A Kisalföld földtani térképsorozata 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest p.35
- Scharek P. - Zsámbok I., 1992: A kisalföldi földtani térképezés hidrogeológiai eredményei a Szigetközben Magyar Hidrológiai Társaság X. Országos Vándorgyűlése IV. kötet pp. 79-88.
- Don, Gy.- Kaiser, M.-Marsi, I.- Scharek, P.- Síkhegyi, F.- Szeiler, R.- Tullner, T.- Zsámbok, I., 1993: Geological Setting of the Szigetköz - p. 63.+ 14 melléklet - MÁFI Könyvtár.
- Hajósy A. - Scharek P., Tóth L., Tóth Gy., 1993: A Szigetköz földtani kutatásai - Magyar Geofizika, 34. 2. pp. 86-93.
- Scharek P. (szerk.), 1993: A Kisalföld Földtani Térképsorozata, Kapuvár - MÁFI Kiadás, p. 39. - MÁFI Térképtári száma: 4990
- Scharek P. (szerk.) 1993: A Kisalföld Földtani Térképsorozata Sopron-Kőszeg - Kézirat és GIS feldolgozás
- Moyzes A. (szerk.), 1993: Felső Duna környezeti állapotváltozások 1986 január és 1992 decse,ber között – Kézirat, Környezetgazdálkodási Intézet
- Császár, G. - Scharek P. (szerk.) 1994: The Status of Geological Research of the DANREG Area - Magyar Köztársaság Külügyminisztériuma, Hágai dokumentáció
- Scharek P. (szerk.) 1994: Az Európai Közösség szakértői ajánlásaiban megfogalmazott hidrogeológiai feladatok elvégzéséhez alapadatok összeállítása és értékelése - MGSz Adattár: T 16 206
- Scharek P. (szerk.) 1994: A Szigetköz hidrogeológiai és aktuálgeológiai állapotfelmérése, az adatok térinformatikai feldolgozása - MGSz Adattár: T 16693
- Scharek P. (szerk.) 1994: A Szigetköz távlati vízbázis védelme - Földtani alapadatok - VITUKI Adattár
- Scharek P. - Tóth Gy., 1995: A természetvédelmi területek földtani és hidrogeológiai értékelése - Vizsgálatok a Szigetköz környezeti állapotáról a Duna elterelését követő időszakról - KTM-MTA kiadvány
- Bodrogi M. - Gulyás Á. - Kiss J. - Vértesy L.1995: Űrfelvételek digitális lineamentumvizsgálata: Kisalföld, Kézirat, MÁFI Régiógeológiai Osztály Adattára
- Scharek, P. - Tóth, Gy. 1997: Geological and Hydrogeological assessment of nature conservation areas-In Láng, I. (ed.) Studies on the Environmental State of the Szigetköz after the Diversion of the Danube, pp. 9-12
- Scharek, P.-Zsámbok, I., 1997: Hydrogeological Investigation as a Key Aspect in the Geological Study of Alluvial Plains - Second Congress on Regional Geological Cartography and Information Systems, Barcelona 1997. június 16-20, pp. 143-148.
- Kaiser M. - Krolopp E. - Scharek P., 1998: Adatok a Duna-hordalékkúp és teraszok kapcsolatához Győr környékén - Földtani Közlöny, 128. 2-3 pp. 519-531.

- Don Gy. - Horváth I. - Scharek P. - Tóth Gy. 1999: Földtani monitoring a Szigetközben. A Duna elterelésének hatása az üledékképződésre és a felszín alatti vizekre a Magyar Állami Földtani Intézet kutatásai alapján (Internetes publikáció: <http://www.mafi.hu/microsites/szigetk/monitor.htm>)
- Scharek, P. –Don, Gy. –Horváth, I. –Tóth, Gy. 2000: Results of the modern depositional process and hydrogeological investigations in Szigetköz, Hungary - Acta Geologica Hungarica Vol. 43. 1. pp. 85-106,
- Császár G. (ed.), Pistotnik, J., Pristaš, J. Elečko, M., Konečný, V., Vass, D., Vozár, J. 2000: Surface Geological Map – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1999-2000 Band 142/4 pp. 422-445
- Scharek P. (ed.), Herrmann, P., Kaiser, M., Pristaš, J. 2000: Map of Genetic Types and Thickness of Quaternary Sediments – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1999-2000 Band 142/4 pp. 447-456
- Scharek P. (ed.), Molnár P., Pristaš, J., Schäffer, G. 2000: Neotectonic Map – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1999-2000 Band 142/4 pp.483-492

A Földtani Monitoring kialakítása és működtetése:

- Don Gy. -. Kaiser M. - Molnár P. - Nagy P. - Pentelényi A. - Rotárné Szalkai Á.- Scharek P. - Zsámbok I. 1995: Hullámtéri észlelőrendszer bővítése és a felszínközeli képződmények szerkezeti elemzése a Szigetközben – Kézirat, MGSZ Adattár, T 17031
- Horváth I. - Molnár P. - Scharek P. 1995: Előzetes jelentés a Földtani monitoring hálózat fejlesztése és működtetése a Szigetközben c. szerződés teljesítéséről - Kézirat, MGSZ Adattár, T 16967
- Horváth I. -Molnár P. - Scharek P. 1995: Földtani monitoring hálózat fejlesztése és működtetése a Szigetközben - Kézirat, MGSZ Adattár, T 17032
- Don Gy.- Horváth I.- Kaiser M.- Molnár P.- Nagy P.- Pentelényi A.- Rotárné Szalkai Á.- Scharek P.-Tóth Gy.- Zsámbok I., 1996: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, MGSZ Adattár p 166+5 Melléklet
- Horváth I. - Molnár P. - Scharek P. - Tóth Gy., 1997: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, p. 69 + Mellékletek + Függelék, MGSZ Adattár, T 18763
- Don Gy. - Horváth I. - Scharek P. - Tóth Gy. 1998: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, MGSZ Adattár, p. 62 + Mellékletek és Függelék, MGSZ Adattár, T 19066
- Don Gy. - Horváth I. - Scharek P. - Tóth Gy. 1999: Földtani monitoring a Szigetközben In. Láng I (ed.) A Szigetköz környezeti állapotáról - MTA Szigetközi Munkacsoport, Budapest, pp. 17-34
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P. 1999: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, MGSZ Adattár, p. 243 + Függelék, MGSZ Adattár, T.19695
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., Tóth Gy. 2000: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, MGSZ Adattár, p. 257 + Függelék, MGSZ Adattár, T.19581
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., Solt P., Tóth Gy. 2001: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, p. 348 + Függelék, MGSZ Adattár: T. 20 314
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P. - Tóth Gy. - Unger Z. 2002: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, I. p. 197 + Függelék, II. p. 144 , MGSZ Adattár: T. 20 702

- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., Solt P.. 2003: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, I. p. 233 + Melléklet, II. p. 157, MGSZ Adattár: T 20 925
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., 2004: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Kézirat, I. p. 176 + Melléklet, II. p. 169, MGSZ Adattár: T 21 175

A Földtani Monitoring keretében készült digitális térképek:

1994-ig

A Szigetközi Adatbázis digitális térképanyaga

- Felszíni képződmények földtani térképe (M=1:100 000)
- Negyedidőszaki képződmények vastagsága (M=1:100 000)
- A felszín alatt 2 m-ben található képződmények (M=1:100 000)
- A felszín alatt 5 m-ben található képződmények (M=1:100 000)
- A felszín alatt 10 m-ben található képződmények (M=1:100 000)
- Építésföldtani térkép (M=1:100 000)
- A talajvíztükör helyzete a felszín alatt (M=1:100 000)
- Mélységi és felszínközeli vízadók térképe (M=1:100 000)
- Építésalkalmassági térkép (M=1:100 000)

1994

- A szigetközi Duna szakasz aktuálgeológiai felmérése (M=1:25 000)
- A Duna hullámterében történt változások kiértékelése az 1990. októberi és az 1993. szeptemberi légifotók értelmezése alapján (M=1:25 000)

1995

- A Dunakiliti térségében telepített új észlelőkutak helyszínrajza (M=1:100 000)
- A Szigetköz Földtani Térképsorozata, Geomorfológiai térkép (M=1:75 000)
- A Szigetköz Földtani Térképsorozata, Neotektonikai vázlat (M=1:100 000)
- A Szigetköz Földtani Térképsorozata, A holocén fedőréteg vastagsága (M=1:100 000)

1996

- Földtani Monitoring Rendszer a Szigetközben
1:50 000 méretarányú topográfiai térképek
 - Bratislava
 - Dunajska Streda
 - Hegyeshalom
 - Mosonmagyaróvár
 - Győr Észak
- A talajvíz áramlási változásának értékelése a dunakiliti fenékküszöb üzembe helyezése után (M=1:100 000, 6 térkép)

1997

- A Szigetköz hullámtéri medreinek beszivárgási-megcsapolási viszonyai (M=1:25 000)

1998

- A negyedidőszaki képződmények vízáteresztő képessége a Szigetközben (M=1:250 000)

2000

A DANREG Project területének földtani és környezetföldtani térképei (M=1:100 000 és M=1:200 000 magyarázóval, angolul) <http://213.16.96.209/danreg/eng/default.asp>

2001

A Szigetköz Környezetföldtani Térképei, (M=1:100 000 3 változat)

A Szigetköz hidrogeológiai szelvényei (M=1:100 000 2 lapon)

2002

A Szigetköz hidrogeológiai szelvényei (M=1:100 000 3 lapon)

2003

A Szigetköz környezetállapot térképe (M=1:50 000)

Results of the Geological Monitoring of Szigetköz 1995-2004

Péter SCHAREK – György DON – István HORVÁTH

Geological Institute of Hungary

Summary

Human intervention into the Hungarian upper reach of Danube modified and still modifies the flow velocity and quality of surface water as well as the state of channels. In reaches where surface water recharges groundwater these changes can be traced in wells and soundings placed as near to the active riverbed as possible. Contracted by the Ministry of Environmental Protection and Water, the Geological Institute of Hungary has been performing regular geological monitoring since 1995 in the reach of the Danube between Rajka and Nagybajcs. It is aimed at documenting the relationship between the surface- and groundwater along the affected reach, as well as determining their connection with geological formations. The results of regular (seasonal) sampling provided us with data on temporal and spatial distribution of the most important changes. These results have been made available for decision makers and representatives of other scientific disciplines. The results of the Geological Monitoring of Szigetköz are systematically evaluated and published in papers and in the home page of the Geological Institute of Hungary. (<http://www.mafi.hu/microsites/szigetk/monitor.htm>).

Keywords: Danube, Szigetköz, actual geology, monitoring, hydrogeology

Setting up the Geological Monitoring System, methodology of investigation

The 1:100.000-scale investigation of Szigetköz started in 1982 within the framework of the complex geological mapping of the Little Hungarian Plain (Kisalföld). Geological source maps were compiled in 1:25.000, whereas final, summarised versions were printed in 1:100.000 and 1:200.000 in 1991 (map sheets Mosonmagyaróvár and Győr-Észak). Between 1982 and 1987, 364 shallow, at most 10-m-deep boreholes were completed in a network with average spacing of 1000-1500 m. They were supplemented by 24 boreholes of minor depth (≤ 50 m) and one borehole of intermediate depth (400 m). One part of the mentioned 24 boreholes was completed to groundwater observation wells serving as the basis for the water level observation network of the Geological Institute of Hungary (MÁFI) established in Szigetköz. The Halászi A-1 intermediately deep borehole was also transformed to ground- and confined water observation well.

GIS processing and summary of geological data (Scharek P. et al) together with actual geological study of sedimentation in river channels (Molnár P. 1991) started already during the final stage of investigation. The main objective of actual geological investigation was the mapping of sedimentary and erosion processes occurring in the main channel and side-branches.

As a result of a contract from the Ministry for Environment and Regional Policy following diversion of the Danube in 1992 the geological investigation of Szigetköz gained new impetus. Description of surface and basin sediments were published in English as well (Scharek P. ed. 1993) providing thus help to invited EU experts. As a result of professional reports we were contracted to carry out further hydrogeological, and actual geological investigations and to summarise the results in GIS (Molnár P. 1994, Scharek P. et al 1994, 1994a).

In 1995 we completed the observation network of the Geological Monitoring system in Szigetköz that we still operate. Our work has been published in annual reports including the results of monitoring together with related geological thematic investigations.

Within the framework of Geological Monitoring samples were taken at first on 29, then following financial restrictions in 1998 on 16 sites from surface- and groundwater (recovered in soundings) in pairs. Additional samples were collected from observed natural springs and new observation wells established in 1995 for tracing the effect of the underwater weir constructed in the same year (**Figure 1**).

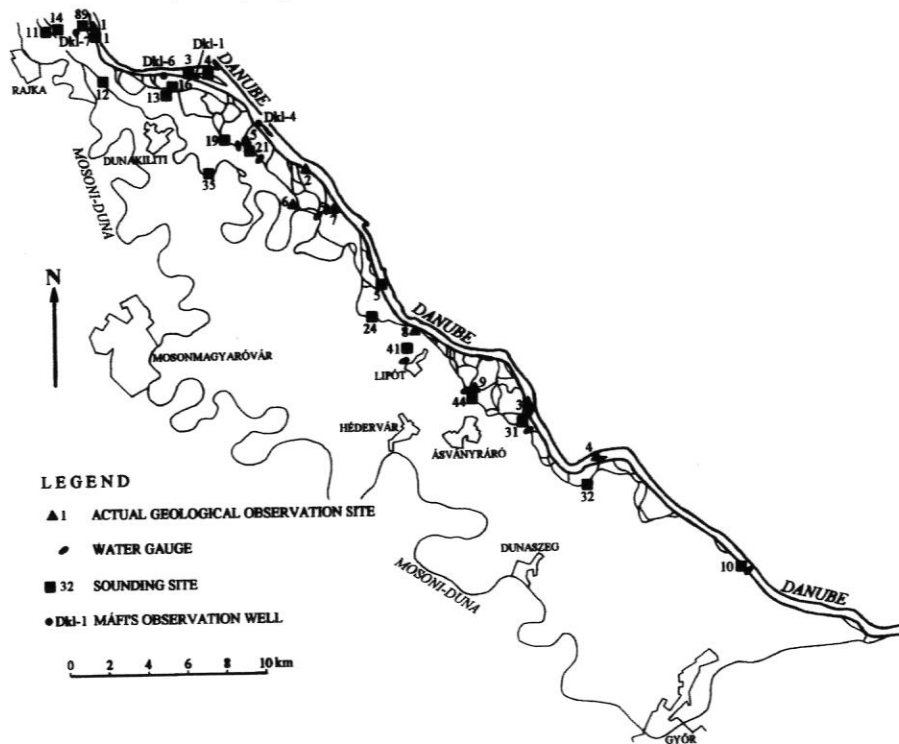


Figure 1. Observation points of the Geological Monitoring

Methodology and items of hydrochemical analyses:

In-situ field analyses:

Measurement of hydrostatic groundwater level, water and air temperature, alkalinity, pH, electric conductivity and dissolved oxygen content.

Laboratory analyses of the in-situ conserved samples:

Routine and ICP MS measurements were performed for the next components and elements:

Main components:

pH, alkalinity, specific conductivity, temperature, total hardness, carbonate hardness
 Determination of Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Fe⁺⁺, Mn⁺⁺, NH⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄⁻⁻, NO₃⁻,
 NO₂⁻, PO₄⁻⁻ and H₂SiO₃ content

Trace elements:

Li, Be, B, Al, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, As_H, Rb, Sr, Mn, Ag, Cd, Sb, Cs, Ba, La, Tl, Pb, Bi, Th, U content

In 1997 and 1998 in co-operation with the experts of the **Northern-Transdanubian**

Environmental Inspectorate's Measuring Station we collected further 10 single samples for chemical and microbiological studies. They were analysed in the Measuring Station's laboratory and in the **Győr-Moson-Sopron county branch of the National Public Health Care and Medical Officer Services (ÁNTSZ)**. The measurements concerned components agreed in the Hungarian-Slovak cross-border river agreement. It provided an opportunity to compare the analyses of the same laboratory with the cross-border river data. Furthermore, the relationship between data of the specific laboratories could also be determined on the basis of samples taken from the same site, in the same time and analysed in MÁFI's laboratory.

In 2002 shallow boreholes were completed in the Monitoring's sampling sites for recording the distribution of the same trace elements by layers and reporting the occasional relationship between the pollution of the groundwater and its geological strata. In the same year the reliability of data acquired during the monitoring was evaluated by detailed statistic analysis.

By means of available borehole data the 3D hydrogeological model of the area has been set up and a digital map series was processed. They are listed in the end of the report.

Simultaneously with collecting water samples in sounding sites regular observations of the character of sedimentation versus erosion in specific channel reaches of actual geological observation sites also took place together with collecting samples and analysing their sedimentary features.

Actual geological investigations

Actual geological investigations have been carried out in the following sites:

Main channel

1. 1850,0 RiverKM, Rajka
2. 1834,7 RiverKM, Cikolasziget
3. 1817,3 RiverKM, Ásványráró
4. 1812,3 RiverKM, Bagomér

Water recharge system of the active floodplain

5. Kormosi-Danube at the branching of the Doborgaz-cutoff
6. Görbe-Danube, 600 m upstream the Z3 lock
7. Denkpál mouth
8. Mosó-Danube, 100 m downstream the B8 cross-dyke
9. Halrekesztő-Danube, downstream the B11 cross-dyke

Main trends of channel development on the basis of actual geological observations

Surface water regime was determined by artificially generated flow conditions. It was not before 2004 that the Slovak party simulated the earlier natural summer inundation by provoking an artificial flood in an agreed date. Geologically, it gave a chance for ameliorating the conditions of infiltration along the earlier clogged channel reaches.

In the reach of the main channel upstream the underwater weir (1851-1843 RiverKM) water level is regulated basically by the Dunakiliti barrage. Along this reach flow velocity in the main channel varies between 0,1 and 0,2 m/s. Downstream the Helena cutoff fine-grained sediments appear. The silting of the channel is proven by often deep groundwater level recorded in sounding site 3 where the 140 cm long probe occasionally could not reach it.

In the reach of the main channel downstream the underwater weir (1843-1841 RiverKM) stable flow pattern can be observed. Apart from the earlier developed cross channel bar series another, lengthwise one still barren formed as well, nearly reaching our sounding site 4. Along the riverbank thick flood-laid sand and silt were deposited broken through by natural springs. Along this reach groundwater level varied between +10 and +16 cm (as compared to surface water level). On the surface of the silt bed algal booms were frequently observed.

In the middle reach of the main channel between 1841 and 1825 RiverKM the backwater effect of the Bős power plant's tailrace canal is not yet as strong on water level as in the lower reach. It is thus controlled basically by the water volume transmitted at Dunacsún. In 2003 we observed that the gravel along the edge of the channel is being slowly buried under the silt captured by the vegetation of fringing bars along the riverbank. This process became constant by 2004. As a result the gravel basement of the bars is covered by thick flood-laid sand and silt. Moreover, 1-2 cm thick silt sedimentation occurs on the channel bottom near the bank as well.

In the reach of the main channel between 1825 and 1820 RiverKM water regime is comparatively stable during early spring and late autumn with monthly fluctuation not exceeding some cm at the Dunaremete water gauge. The stable water regime promotes the deposition of fine-grained sediments. The beneficial effect of the 2003 and 2004 floods can be observed along this reach as well.



A



B

Picture 1. Air photos of cross-dyke B11 in 1993 (A - infrared) and in 2000 (B – ortophoto by FÖMI)

The water regime of **the main channel between 1820 and 1811 RiverKM** is fully controlled by the backwater effect of the Bős power plant's tailrace canal. Flow velocity diminishes progressively downstream. Silting along the riverbank is prominent, extensive fringing and channel bar systems formed along some reaches, whereas vegetation grew substantially on existing bars. During annual floods vegetation retains more than 20 cm thick fine sediments. As a result infiltration of surface water practically ceased.

Water level of **the side-branch system in the active floodplain** is entirely controlled by artificial water regulation. The annual difference between the highest and lowest values does

not exceed 1,0-1,2 m. Water regime can essentially be described by longer periods of stable conditions, occasionally interrupted by sudden, more important fluctuations.

The state of channels involved in water recharge continually deteriorates. Downstream the cross-dykes channel erosion and the constant movement of coarse debris are prominent. The channel reach downstream the cross-dyke B11 has spectacularly been rearranged since 1993 (**Picture 1**). Silting is predominant along other reaches slowed down by artificial inundation.

The lower reach of the side-branch system in the active floodplain not involved in water recharge, namely the Ásványi-Danube and the Bagoméri-branch-system can also be attributed to the reach influenced by the backwater effect of the Bős tailrace canal. Their water regime and flow pattern are identical with the reach of the main channel between 1820 and 1811 RiverKM.

Water level fluctuation in channels of **the recharge system in the protected side** remains essentially below 0,5 m. The water volume flowing into this system is influenced by the backwater level of the Rajka 5 sluice, but the low transmission capacity of the sluices of the recharge system does not facilitate the introduction of water yield more than 5 m³/s. The size of specific channel reaches varies in wide ranges. All the same, slowly flowing water or stagnant, backwater tables prevail. Faster water flow can only be experienced in short segments directly downstream the sluices and cross-dykes.

The water regime of **the upper reach of Mosoni-Danube extending up to Mosonmagyaróvár** is fully under artificial control. The water yield flowing through the Rajka 6 sluice into Mosoni-Danube can be regarded essentially as the difference between the water transmitted from Slovakia and the one taken from the infiltration canal for supplying the branches in the active floodplain. The water volume flowing from sluice 2 or diverted for the recharge of the protected side are not important.

In the upper reach of Mosoni-Danube flow velocity is invariably high. As compared to the situation before diversion long, low-water-level- and dry periods ceased but Danubian floods also vanished. Water level stabilised in an interval slightly above earlier average level.

Results of water quality analyses

In our annual reports on the results of the Geological Monitoring in Szigetköz we regularly made an overview on the significant phenomena that can be studied by special sounding along the channels and characterise the relationship between the quality of surface and groundwater. This sounding method along the channel allows us essentially to study short-distance (1-2 m) and short-term (some days) changes in water quality. Simultaneously, it can indicate some later occurring changes in water quality along flow direction taking place in more remote and deeper aquifers. Additionally, in channel reaches draining groundwater it reveals the quality of water coming from longer distances.

The related sampling sites can be assigned to one of the following groups:

- the four deep, water observation wells Dkl-1 (51), Dkl-4 (54), Dkl-6 (56), Dkl-7 (57) (with screening intervals systematically between 10-14, 10-14, 44-48, 44-48 m);
- sounding sites along the main channel of the Danube (sounding sites 1, 3, 4, 5, 10);
- sounding sites along the side-branches (sounding sites 12, 13, 14, 16, 21 as well as 24, 31, 41, 44).
- natural springs (site 86)

Water quality in deep wells

Supported by the results of 8,5 year long investigations in wells implemented in 1995 some trends of changes can be formulated as follows:

In-situ recorded water temperature indicates the strength of relationship with infiltrating surface water. Accordingly, with regard to subsurface water flow (in Szigetköz), some three years should pass after infiltration for smoothing the original infiltration temperatures in order to reach the average temperature in compliance with the given depth.

Changes in nitrate content (**Figure 2**) are the most sensitive indicator of infiltration (cross filtration) conditions. It reacts even to the tiniest changes in the state of the channel (e.g. contamination). Formation of reducing conditions as well as the intensity of denitrification is indicated by falling nitrate content. During the studied period nitrate content of Danube water decreased by some 1 mg/l. While launching the monitoring nitrate content in the well Dkl-1 was equal to that of in Danube. Afterwards it constantly decreased at a rate higher than in Danube water, whereas this year it approached the latter again. It suggests that formerly increasing contamination of the channel presumably ceased (as a result of multiple, intense floods?). In well Dkl-4 nitrate content is invariably high, nearly as high as in Danube. It manifests favourable infiltration conditions, reducing processes are weak or absent. However, minimum values recorded during the last two years suggest that infiltration conditions around the well deteriorate. Changes in nitrate content recorded in well Dkl-6 reflect a peculiar process. Seasonal change in amplitude shows diminishing trend and it is lower than that of the Danube. The change in amplitude can be the result of mixing with nitrate-bearing water. There is no sign of denitrification. Nitrate content had increasing trend in well Dkl-7, though its absolute value remained under Danube water. This increasing trend ceased during the last two years becoming stagnant.

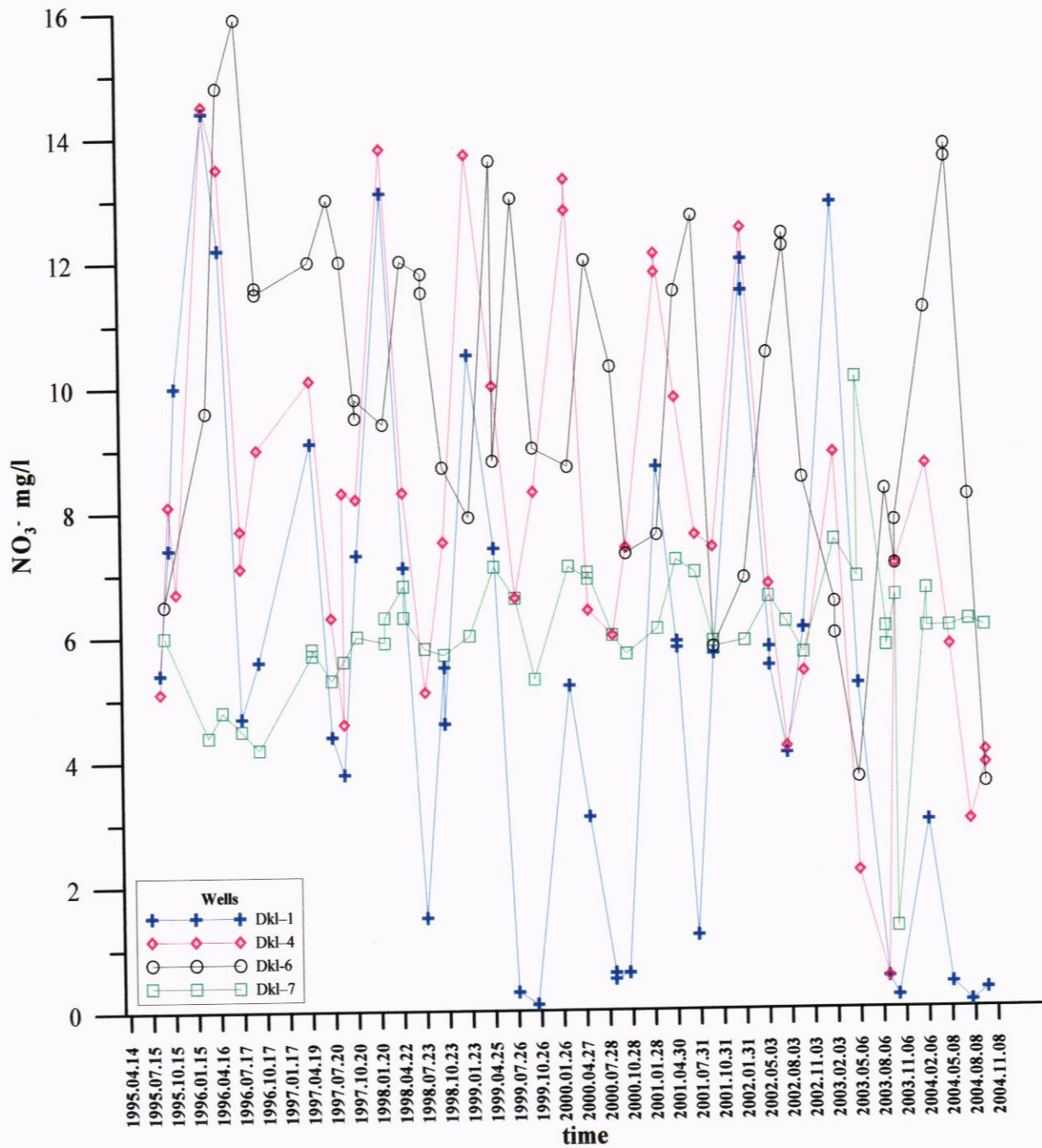


Figure 2. Nitrate content of the water in wells Dkl-1, Dkl-4, Dkl-6 and Dkl-7

Recordings of specific electric conductivity (**Figure 3**) correlate well with the amount of dissolved ionic components and with total solids content. They indicate the amount of dissolved matter in infiltrating water and the consequences of the change in dissolved matter as a result of processes taking place during infiltration e.g. reduction, dissolution, etc. Like Danube water it features seasonal fluctuation with summer minimum and winter maximum. In all wells a slightly decreasing tendency can be observed. During the observed period the rate of decrease in deeper and in shallow wells amounted to some 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectively with considerably stronger fluctuation in the latter ones (340-520 $\mu\text{S}/\text{cm}$). In well Dkl-6 screened between 44-48 m specific electric conductivity is by 20-30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ higher than in surface water but it decreases continually. The amplitude of fluctuation is attenuated and ambiguous picks appear with some half year delay. The anomaly recorded during the single measurement this year cannot be explained. In all figures there are some wells where occasionally two recordings appear showing the result of the control measurement. The specific electric conductivity of the water in well Dkl-7 is by 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ higher than that of the Danube water. It has a diminishing trend but its temporal trace is quite different from the other wells. Seasonal change cannot be distinguished and in the given period it displays an arc with initially rising and later falling tendency. It suggests that this water originates from a remote infiltration area, maybe from the Slovak reservoir.

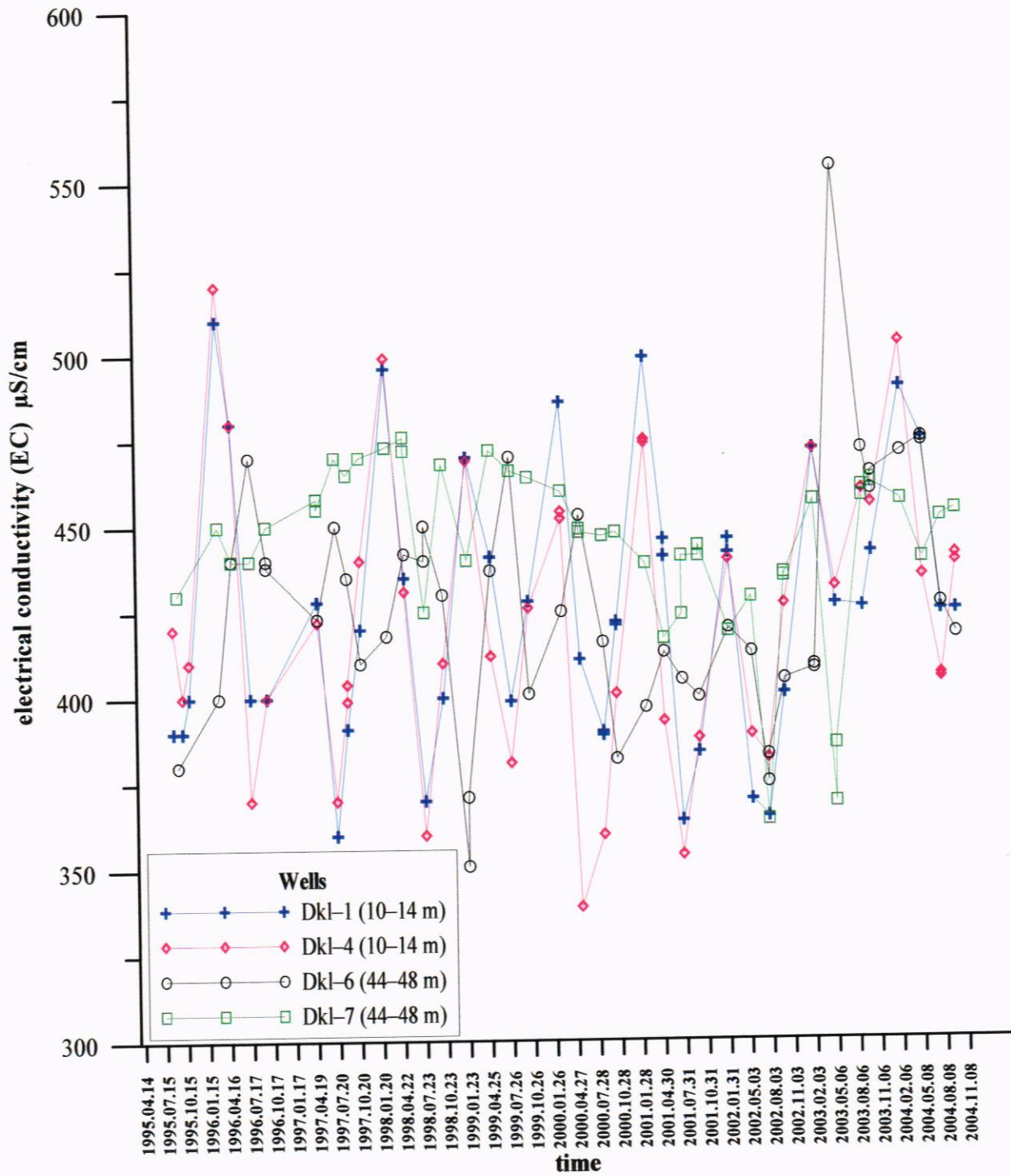


Figure 3. Specific electric conductivity of water in wells Dkl-1, Dkl-4, Dkl-6 and Dkl-7

Water quality in soundings

Sample pairs taken from the probe and surface water since 1994-95 in sounding sites along Danube river facilitate to reveal some long-term tendencies. For its representation we apply the simplest possible method, i.e. the linear approach of time series tracing the approximate line. The number of samples allows us to reveal a reliable trend in most cases for such a long period. As mentioned before the state of sampling sites is determined upon specific electric conductivity and nitrate content. The sample set taken in sounding site 10 in Nagybajcs along the main channel can be regarded as a natural quasi standard not affected by diversion (**Figure 4**). However, it is not completely reliable, since instead of diminishing, the trend of the change in nitrate content in surface water is slightly growing-stagnant there. The nitrate content of water from the probe hardly changes, it slightly diminishes or it is stagnant. The difference between the two trends is by 1 mg/l higher than at the start of the observations.

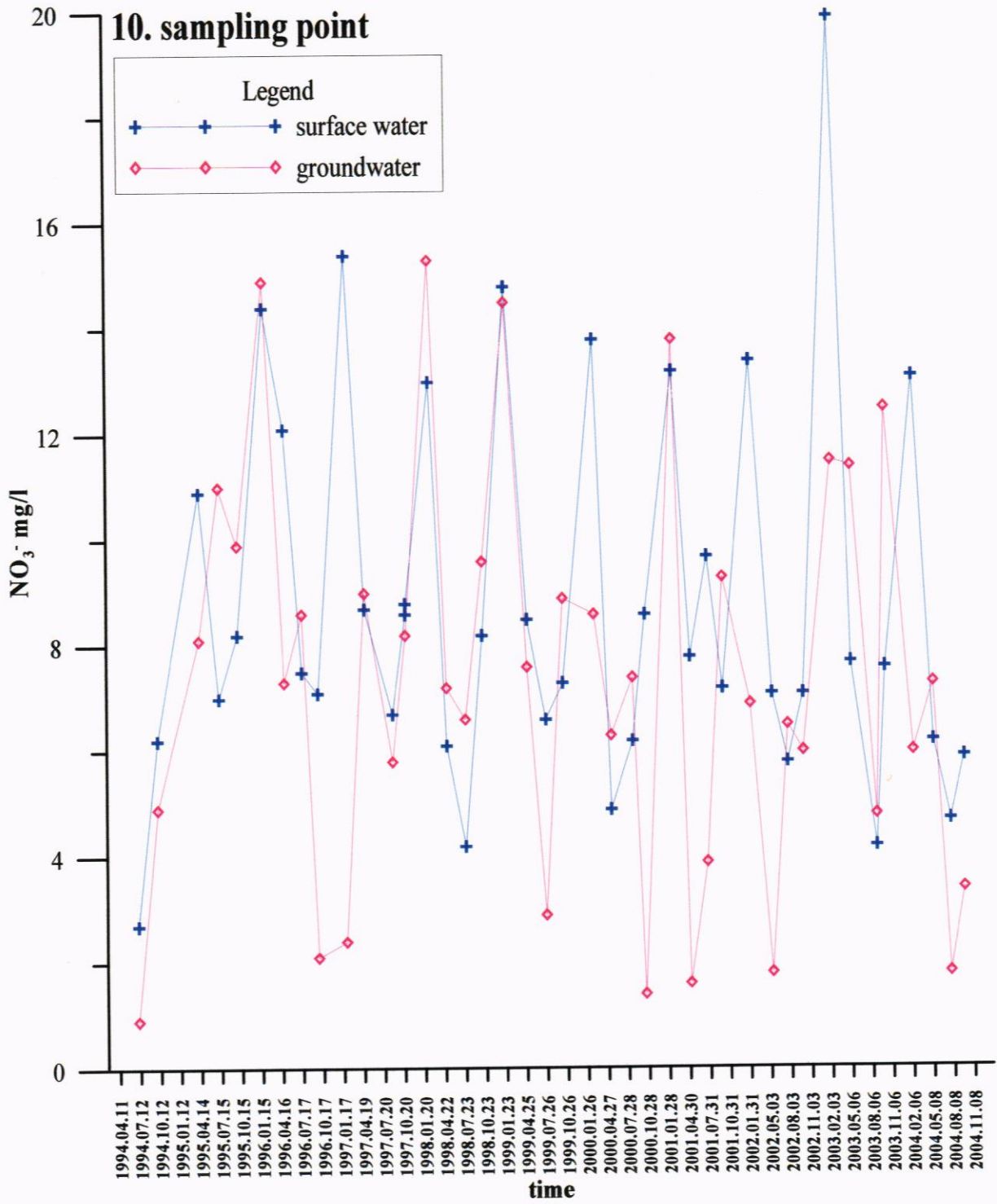


Figure 4. Nitrate contents recorded in observation site 10 (in Nagybajcs)

Figures 5 and 6 represent the change in nitrate content in sounding sites in Szigetköz along the main channel (observation sites 1 and 5). (Due to limited space we omitted the curves of the other sites, they are available in the 2004 report). There is not considerable change in site 1, some 75% of nitrate content is reduced during cross filtration, and the rate of denitrification is constantly unfavourable.

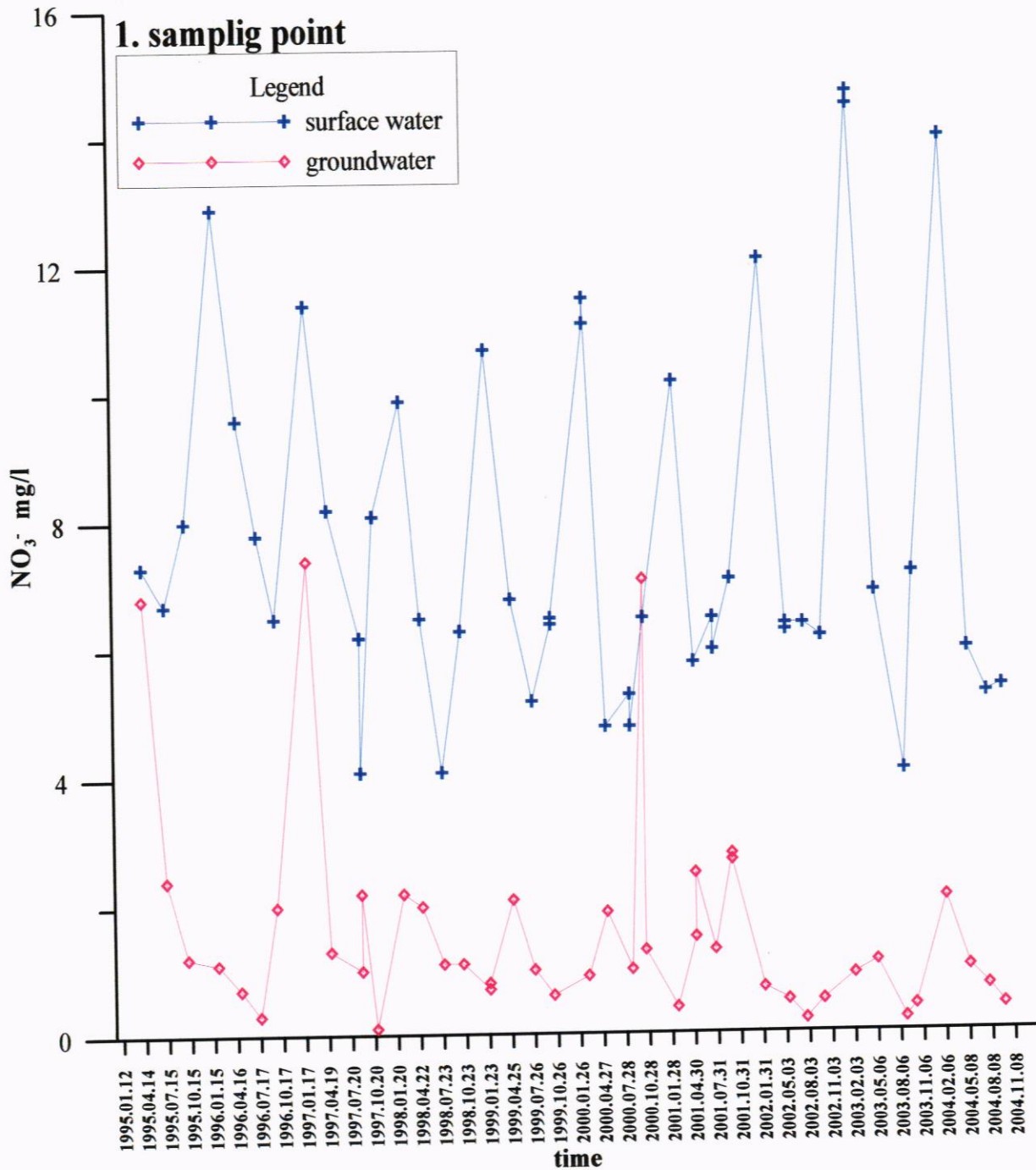


Figure 5. Nitrate contents in observation site 1

Nitrate content of probe water in site 5 is invariably low but it essentially follows the nitrate fluctuation of Danube. Nevertheless the rate of reduction attains 60-80%,

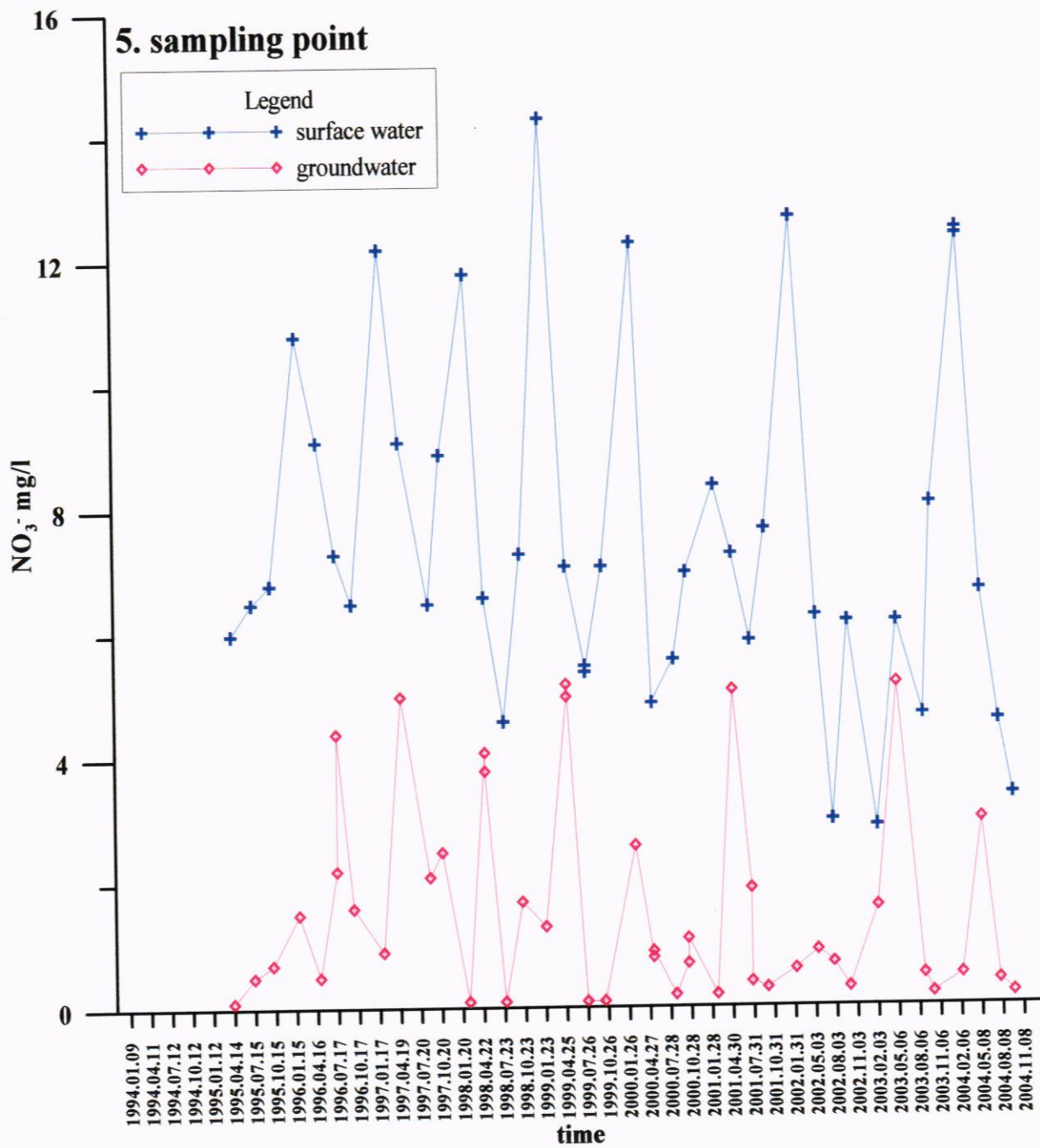


Figure 6. Nitrate contents in observation site 5

Of the sounding sites in the side-branch system SE of Püski (sites 24, 31, 41, and 44) site 31 shows anomalous values (**Figure 7**) since it is the only observation site where groundwater persistently recharges Danube. The plume of groundwater polluted by communal waste in Ásványráró reaches Danube in this region. The related data do not have to be considered while evaluating the investigated processes since the quality of this water is independent to a

certain extent of the changes generated by diversion. Nitrate content is persistently low (groundwater is of reducing characteristics), some anomalously high values refer to nearby pollution. It means that in the terminus of the approximately 3 km long flow track the initially high nitrate content is strongly reduced by denitrification.

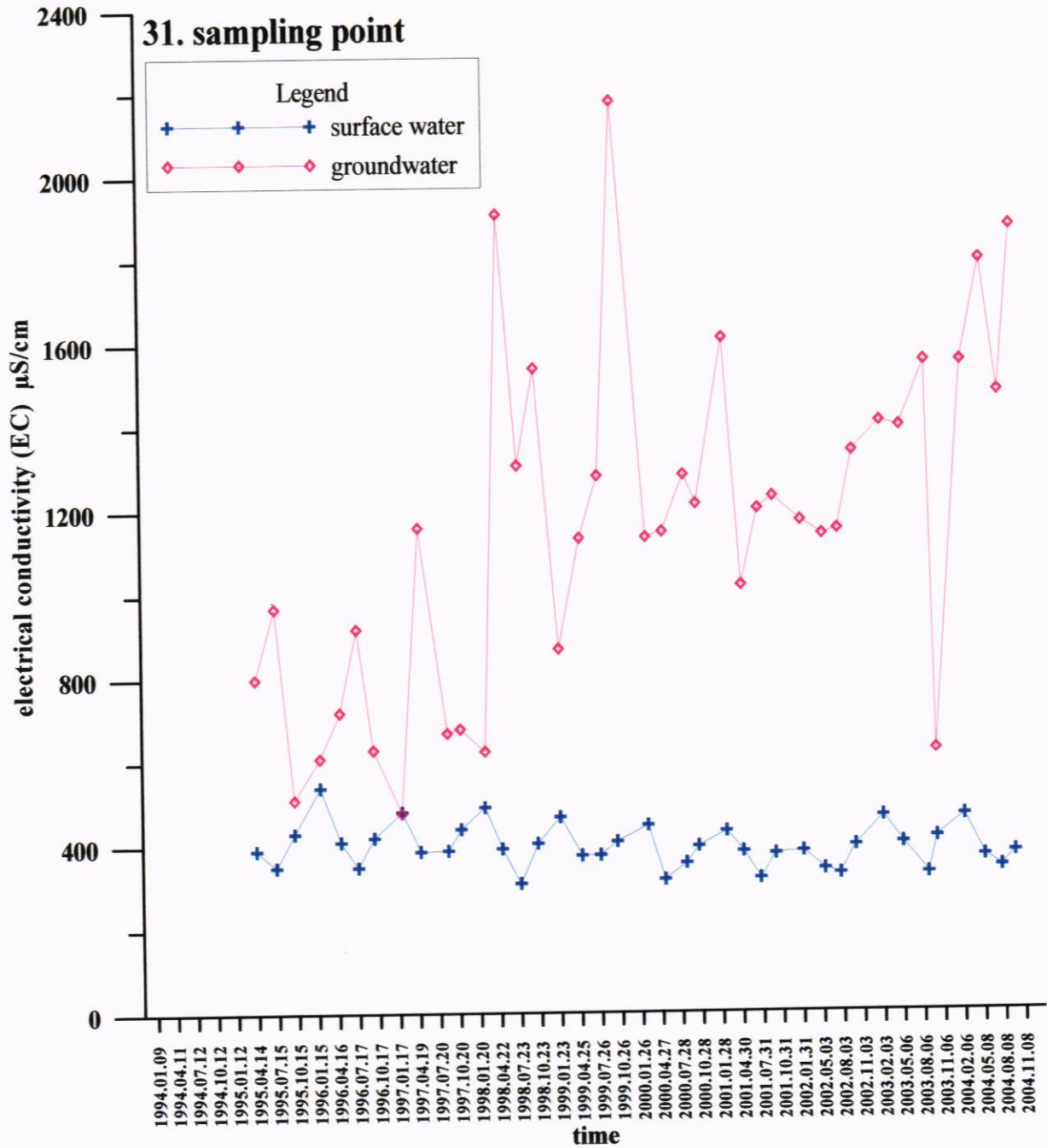


Figure 7. Nitrate contents recorded in observation site 31

Due to limited space it is not possible to re-evaluate in detail the rest of completed hydrochemical analyses. They are available both in the 2004 report and on the Internet. (<http://www.szigetkoz.com>) Their digital versions are attached in Excel format (Tables 1-5).

Conclusions of water quality analyses

With regard to the investigated data sets the change in water quality proceeded partly in compliance with earlier trends within the examined interval, partly it seems to be interrupted in the last one and a half year. There were not any substantial changes recorded. The improvement of the quality of surface water could also be observed in the water of soundings. Water quality data do not, however, provide information on the amount of infiltration under deteriorating or improving conditions.

The investigations examine the first step of groundwater development. During the years data were examined from different aspects. It has been stated that the water formed in this period in Szigetköz was substantially more reduced than before diversion. However, the effect of this change on the former water-sediment interaction processes during filtration to deeper horizons cannot be estimated i.e. it is quite difficult to assess the quality of resulting subsurface confined aquifer. Overstepping the 10 year jubilee it would be necessary to compile a summarising study exceeding the frames of operating reports.

Upon the results of investigations completed so far it can be stated that

4. the *in-situ* study of reaches ensuring overbank screening can be arranged by reasonably implemented sounding sites and shallow boreholes.
5. a key role should further be given to the observation of sounding sites and especially shallow wells in the monitoring system set up for tracing changes in groundwater of the Szigetköz area.
6. in the zone around the channel the quality of the water filtrating across this zone is governed by the joined effect of water-sediment-biological interaction processes.

Reports, summaries, publications and maps resulting during the Geological Monitoring

Items establishing and evaluating the Geological Monitoring

- Scharek P. (ed.) 1990: Magyarázó a Győr-Dél jelű térképlaphoz -- A Kisalföld földtani térképsorozata 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest p.30
- Scharek P. et al 1991: A Szigetköz és a kapcsolódó térség földtani viszonyai - Manuscript, MÁFI Archive, Budapest 132+ supplements.
- Scharek P. (ed.) 1991: Magyarázó a Győr-Észak jelű térképlaphoz -- A Kisalföld földtani térképsorozata 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest p.31
- Scharek P. (ed.) 1991: Magyarázó a Mosonmagyaróvár jelű térképlaphoz -- A Kisalföld földtani térképsorozata 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest p.35
- Scharek P. - Zsámbok I., 1992: A kisalföldi földtani térképezés hidrogeológiai eredményei a Szigetközben Magyar Hidrológiai Társaság X. Országos Vándorgyűlése IV. kötet pp. 79-88.
- Don, Gy.- Kaiser, M.-Marsi, I.- Scharek, P.- Síkhegyi, F.- Szeiler, R.- Tullner, T.- Zsámbok, I., 1993: Geological Setting of the Szigetköz - p. 63.+ 14 appendix - MÁFI Library.
- Hajósy A. - Scharek P., Tóth L., Tóth Gy., 1993: A Szigetköz földtani kutatásai - Magyar Geofizika, 34. 2. pp. 86-93.
- Scharek P. (ed.), 1993: A Kisalföld Földtani Térképsorozata, Kapuvár - MÁFI Kiadás, p. 39. - MÁFI Térképtári száma: 4990
- Scharek P. (ed.) 1993: A Kisalföld Földtani Térképsorozata Sopron-Kőszeg - Manuscript és GIS feldolgozás
- Moyzes A. (ed.), 1993: Felső Duna környezeti állapotváltozások 1986 január és 1992 december között - Manuscript, Környezetgazdálkodási Intézet
- Császár, G. - Scharek P. (ed.) 1994: The Status of Geological Research of the DANREG Area - Magyar Köztársaság Külügyminisztériuma, Hágai dokumentáció
- Scharek P. (ed.) 1994: Az Európai Közösség szakértői ajánlásaiban megfogalmazott hidrogeológiai feladatok elvégzéséhez alapadatok összeállítása és értékelése - National Geological Archive: T 16 206
- Scharek P. (ed.) 1994: A Szigetköz hidrogeológiai és aktuálgeológiai állapotfelmérése, az adatok térinformatikai feldolgozása - National Geological Archive: T 16693
- Scharek P. (ed.) 1994: A Szigetköz távlati vízbázis védelme - Földtani alapadatok - VITUKI Archive
- Scharek P. - Tóth Gy., 1995: A természetvédelmi területek földtani és hidrogeológiai értékelése - Vizsgálatok a Szigetköz környezeti állapotáról a Duna elterelését követő időszokról - KTM-MTA kiadvány
- Bodrogi M. - Gulyás Á. - Kiss J. - Vértesy L. 1995: Úrfelvételek digitális lineamentumvizsgálata: Kisalföld, Manuscript, MÁFI Régiógeológiai Osztály Archive
- Scharek, P. - Tóth, Gy. 1997: Geological and Hydrogeological assessment of nature conservation areas-In Láng, I. (ed.) Studies on the Environmental State of the Szigetköz after the Diversion of the Danube, pp. 9-12
- Scharek, P.-Zsámbok, I., 1997: Hydrogeological Investigation as a Key Aspect in the Geological Study of Alluvial Plains - Second Congress on Regional Geological Cartography and Information Systems, Barcelona 1997. június 16-20, pp. 143-148.
- Kaiser M. - Krolopp E. - Scharek P., 1998: Adatok a Duna-hordalékkúp és teraszok kapcsolatához Győr környékén - Földtani Közlöny, 128. 2-3 pp. 519-531.

- Don Gy. - Horváth I. - Scharek P. - Tóth Gy. 1999: Földtani monitoring a Szigetközben. A Duna elterelésének hatása az üledékképződésre és a felszín alatti vizekre a Magyar Állami Földtani Intézet kutatásai alapján (Internetes publikáció: <http://www.mafi.hu/microsites/szigetk/monitor.htm>)
- Scharek, P. –Don, Gy. –Horváth, I. –Tóth, Gy. 2000: Results of the modern depositional process and hydrogeological investigations in Szigetköz, Hungary - Acta Geologica Hungarica Vol. 43. 1. pp. 85-106,
- Császár G. (ed.), Pistotnik, J., Pristaš, J. Elečko, M., Konečný, V., Vass, D., Vozár, J. 2000: Surface Geological Map – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1999-2000 Band 142/4 pp. 422-445
- Scharek P. (ed.), Herrmann, P., Kaiser, M., Pristaš, J. 2000: Map of Genetic Types and Thickness of Quaternary Sediments – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1999-2000 Band 142/4 pp. 447-456
- Scharek P. (ed.), Molnár P., Pristaš, J., Schäffer, G. 2000: Neotectonic Map – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1999-2000 Band 142/4 pp.483-492

Setting up and operating the Geological Monitoring

- Don Gy. - Kaiser M. - Molnár P. - Nagy P. - Pentelényi A. - Rotárné Szalkai Á.- Scharek P. - Zsámbok I. 1995: Hullámtéri észlelőrendszer bővítése és a felszínközeli képződmények szerkezeti elemzése a Szigetközben – Manuscript, National Geological Archive, T 17031
- Horváth I. - Molnár P. - Scharek P. 1995: Előzetes jelentés a Földtani monitoring hálózat fejlesztése és működtetése a Szigetközben c. szerződés teljesítéséről - Manuscript, National Geological Archive, T 16967
- Horváth I. -Molnár P. - Scharek P. 1995: Földtani monitoring hálózat fejlesztése és működtetése a Szigetközben - Manuscript, National Geological Archive, T 17032
- Don Gy.- Horváth I.- Kaiser M.- Molnár P.- Nagy P.- Pentelényi A.- Rotárné Szalkai Á.- Scharek P.-Tóth Gy.- Zsámbok I., 1996: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, National Geological Archive p 166+5 Appendix
- Horváth I. - Molnár P. - Scharek P. - Tóth Gy., 1997: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, p. 69 + Appendix + Supplement, National Geological Archive, T 18763
- Don Gy. - Horváth I. - Scharek P. - Tóth Gy. 1998: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, National Geological Archive, p. 62 + Appendix + Supplement, National Geological Archive, T 19066
- Don Gy. - Horváth I. - Scharek P. - Tóth Gy. 1999: Földtani monitoring a Szigetközben In. Láng I (ed.) A Szigetköz környezeti állapotáról - MTA Szigetközi Munkacsoport, Budapest, pp. 17-34
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P. 1999: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, National Geological Archive, p. 243 + Supplement, National Geological Archive, T.19695
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., Tóth Gy. 2000: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, National Geological Archive, p. 257 + Supplement, National Geological Archive, T.19581
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., Solt P., Tóth Gy. 2001: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, p. 348 + Supplement, National Geological Archive: T. 20 314

- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P. - Tóth Gy. - Unger Z. 2002: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, I. p. 197 + Supplement, II. p. 144 , National Geological Archive: T. 20 702
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., Solt P.. 2003: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, I. p. 233 + Appendix, II. p. 157 , National Geological Archive: T 20 925
- Don Gy. - Horváth I. - Pentelényi A. - Scharek P., 2004: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben - Manuscript, I. p. 176 + Appendix, II. p. 169 , National Geological Archive: T 21 175

Digital maps compiled within the framework of the Geological Monitoring

until 1994

Digital maps of the Szigetköz database

- Surface geological map (Scale=1:100 000)
- Thickness of Quaternary deposits (Scale=1:100 000)
- Geology at 2 m depth below the surface (Scale=1:100 000)
- Geology at 5 m depth below the surface (Scale=1:100 000)
- Geology at 10 m depth below the surface (Scale=1:100 000)
- Engineering geological map (Scale=1:100 000)
- Hydrostatic level of the groundwater table below the surface (Scale=1:100 000)
- Map of deep and near-surface aquifers (Scale=1:100 000)
- Construction suitability map (Scale=1:100 000)

1994

- Actual geological survey of the Szigetköz reach of Danube river (Scale=1:25 000)
- Evaluation of changes in the active floodplain of Danube river on the basis of the interpretation of aerial images taken in October 1990 and September 1993 (Scale=1:25 000)

1995

- Layout map of new observation wells implemented in the region of Dunakiliti (Scale=1:100 000)
- Geological Map Series of Szigetköz, Geomorphological map (Scale=1:75 000)
- Geological Map Series of Szigetköz, Neotectonic sketch (Scale=1:100 000)
- Geological Map Series of Szigetköz, Thickness of the Holocene cover (Scale=1:100 000)

1996

- Geological Monitoring System in Szigetköz
 - 1:50 000-scale topographic maps
 - Bratislava
 - Dunajska Streda
 - Hegyeshalom
 - Mosonmagyaróvár
 - Győr Észak
- Evaluation of the change in groundwater flow following the inauguration of the Dunakiliti underwater weir (Scale=1:100 000, 6 maps)

- 1997
Infiltration-drainage characteristics of the channels in the active floodplain in Szigetköz (Scale=1:25 000)
- 1998
Transmissibility of Quaternary sediments in Szigetköz (Scale=1:250 000)
- 2000
Geological and environmental geological maps of the DANREG project (Scale=1:100 000 and Scale=1:200 000 with explanatory text in English)
<http://213.16.96.209/danreg/eng/default.asp>
- 2001
Environmental geological maps of Szigetköz, (Scale=1:100 000 (3 versions))
Hydrogeological sections of Szigetköz (Scale=1:100 000 (on 2 sheets))
- 2002
Hydrogeological sections of Szigetköz (Scale=1:100 000 (on 3 sheets))
- 2003
Map of the state of environment in Szigetköz (Scale=1:50 000)