

Bevezetés

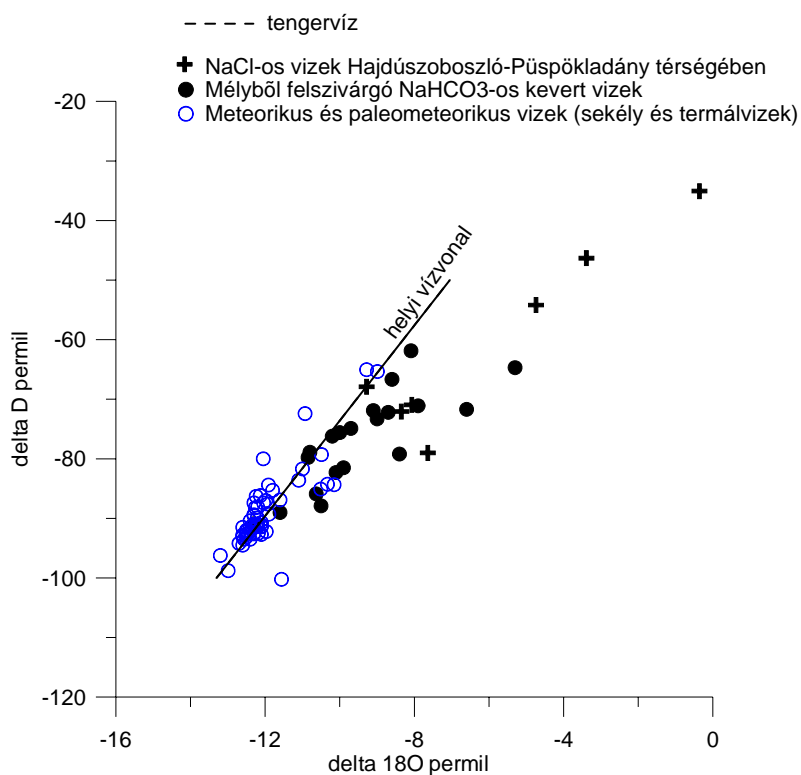
Munkánk célkitűzése az volt, hogy vízkémiai és izotópos, valamint hidrodinamikai adatok együttes értékelése során megállapítsuk, hogy a felszín alatti vizek kémiai minőségét, és ebből következően a felszín alatti vízszivárgási viszonyokat befolyásolhatta-e az aljzat töréses szerkezete. A feladat megoldása érdekében összegyűjtöttük és értékeltük korábbi, sok paraméterre kiterjedő vízvizsgálatok eredményét, és ennek alapján kijelöltünk további 36 kutat, melyből helyszíni és laboratóriumi méréseket végeztünk. A mintákból szervetlen és szerves alkotók, valamint stabil izotópok meghatározása történt. Az eredmények értékelése során meghatároztuk a vizek eredetét, illetve homogén víztestek elkülönítése után az egyes víztestekben azokat a folyamatokat, melyek kialakították a vizek kémiai összetételét.

A vizek klorid és arzén tartalmát gyakran az aljzat töréses szerkezetével hozzák kapcsolatba. Ezért részletesen tanulmányoztuk a vizek klorid és arzén tartalmát. Nemzetközi együttműködés (BRGM, Orleans, UNAM Mexiko City) keretében a vizsgált vizek kémiai sajátosságát összevetettük olyan területek vízkémiai adataival, ahol kis vastagságú üledékek alatta repedezett víztartók fordulnak elő. Mivel a szervetlen komponensek mellett a szerves anyagok is fontos szerepet játszanak a kémiai összetétel kialakulásában, ezért részletesen tanulmányoztuk különböző korú és mélységű víztartók vizének szerves komponenseit is. Ezekkel a vizsgálatokkal kapcsolatos részeredményeinket bemutattuk három nemzetközi konferencián (XXXII IAH and VI ALHSUD Congress, Mar del Plata, 2002; IAH 4th International Conference, Waterloo, 2004; 22nd IMOG Conference, Sevilla, 2005). Egy további, 2006-ban megrendezésre kerülő konferenciára (IAH Congress, Integrated Water Resources Management and Challenges of the Sustainable Development) pedig elfogadták benyújtott rövid közleményünket. Egy publikációnk megjelent referált nemzetközi folyóiratban (Chemical Geology), egy pedig könyvsorozatban (IAHS Red Books.). Három további kéziratot benyújtottunk, ebből egyet közlésre elfogadtak (Applied Geochemistry), a másik kettő (Applied Geochemistry, Acta Miner. Petr.) még lektorálás alatt van.

A víz eredete

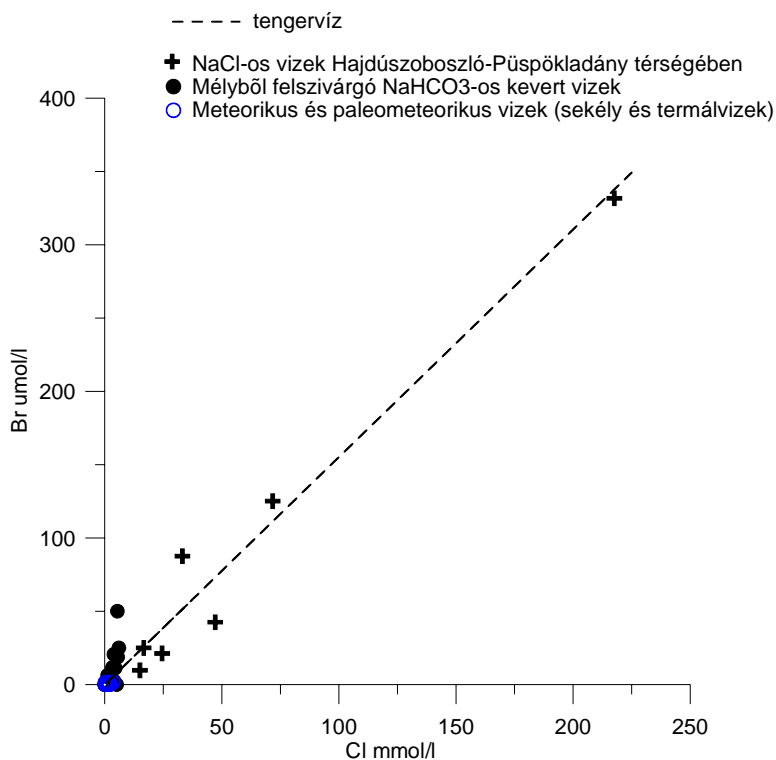
Első lépésként a vizek eredetét vizsgáltuk részben a δD , $\delta^{18}O$ értékek, részben a klorid koncentráció alapján. A minták nagy részénél a δD , $\delta^{18}O$ értékek a helyi vízvonalon helyezkednek el, ami azt mutatja, hogy ezek a vizek meteorikus, illetve paleo-meteorikus eredetűek. Kémiai összetételüket tekintve ezek a minták, Ca/Mg-hidrokarbonátos, vagy

NaHCO₃-os típusúak. Azok a minták, amelyek nem a vízvonalon vannak NaCl-os vagy NaHCO₃-os típusúak, de ezek a NaHCO₃-os vizek jelentős mennyiségű kloridot tartalmaznak.



1. ábra A δD és $\delta^{18}O$ értékek elhelyezkedése a helyi vízvonálhoz képest

A vízvonál alatt elhelyezkedő minták az izotóp adatok alapján lehetnek meteorikus vagy paleometeorikus vizek bepárlódási termékei (NaHCO₃ típusú vizek), fosszilis vizek (NaCl típusú vizek), illetve fosszilis vizek és meteorikus vizek különböző arányú keverékei. Felmerül még annak a lehetősége, hogy a magas NaCl tartalom halit oldódásból származik, de ennek a hipotézisnek ellentmond a klorid és bromid közötti korreláció. A legtöbb NaCl-ot tartalmazó vizek sótartalma (220 mmol/l) körülbelül a fele a jelenlegi tengervizekének, és megfelel az alsó pannon beltő feltételezett szalinitásának (140-310 mmol/l). Br/Cl arányuk a tengervizekével azonos.



2. ábra A vizek Br- és Cl- koncentrációja közötti kapcsolat

A nem vízvonalon fekvő vizek nagy része az alsó pannonból vagy az alsó-felső pannon határról származik. Mindezek alapján feltételezhető, hogy ez fosszilis (pannon beltől származó víz, amely hosszú időn keresztül megőrződött az üledékes környezetben. Helyileg ez a víztípus Földes-Kaba-Püspökladány-Hajdúszoboszló 600-1300 m mélységű rétegeiben található. A Dél-Alföldön az ennél lényegesen mélyebb rétegekből származó vizek klorid koncentrációja mindössze 1 és 6 mmol/l között van még azokban a mintákban is, melyek az alsó-felső pannon határról származnak, és nem a vízvonalon helyezkednek el.

Víztestek elkülönítése

A víztestek elkülönítését a vizek eredete, az oldott anyag mennyisége, a klorid koncentrációja, illetve alkalinitása alapján végeztük. A szerves anyagok vizsgálata is komoly segítséget jelentett. A szerves anyagok mennyisége és minősége az ülepedési környezet, a hidrogeológiai viszonyok, a hőmérséklet és a vízkor együttes hatását tükrözi. Csoportosításunk helyességét alátámasztják a területre vonatkozó hidrodinamikai modellek. A csoportosítás egyrészt területi, másrészt mélység, illetve formációk szerinti elkülönülést eredményezett.

A rendelkezésünkre álló korábbi vizsgálatok, és a jelen OTKA kutatás keretében mért adatok alapján a vizek közös eredetét és a hasonló kémiai összetételüket tekintve, a következő víztesteket különítettük el:

1. Duna-Tisza köze: beszivárgó, kis oldott anyag tartalmú, meteorikus vizek;
2. Tiszántúl: sok oldott anyagot tartalmazó NaHCO_3 -os, mélyebb rétegekből felfelé szivárgó, sekély, paleometeorikus vizek;
3. Tisza vonalához közel eső terület (Cserkeszőlő-Csongrád-Szeged-Makó-Szentes) NaHCO_3 típusú, kevés kloridot tartalmazó, az utolsó jégkorszakban beszivárgott paleometeorikus termálvizei 1000-2500 m mélységintervallumból;
4. Körös medence: az előbbi csoport vizeinél korábban, melegebb időszak alatt beszivárgott és fosszilis vizek keveredéséből származó, NaHCO_3 -os termálvizek 1000-2500 m mélységintervallumból;
5. Dél-Alföld: a felső és alsó pannon határán, különböző mélységben található, fosszilis és paleometeorikus eredetű, NaHCO_3 -os kevert termálvizek vizek, kis klorid tartalommal;
6. A vizsgált terület É-i részén az alsópannon és az alsó és felsőpannon határán található fosszilis és kevert NaCl -os vizek.

A vízösszetételt kialakító folyamatok

Egy adott helyen a vizek kémiai összetételét az adott helyen levő, illetve az adott helyre szivárgó víz eredeti minőség, és a helyben lejátszódó kémiai és fizikai folyamatok (keveredés, víz-közet kölcsönhatás) hatása befolyásolja, ezért a felszín alatti vízáramlási viszonyok alapvetően meghatározzák az oldott anyag mennyiségét és minőségét, alapvető jelentőségük a különböző minőségű vizek keveredése szempontjából.

Azokon a helyeken, ahol vízbeszivárgás történik a felső 300-400 m mélységig a vízösszetétel kialakításában fontos szerepet játszik az ioncsere, melynek során a beszivárgó $\text{Ca-Mg}(\text{HCO}_3)_2$ -os típusú víz NaHCO_3 típusúvá válik. Ez legjobban a Duna-Tisza közén figyelhető meg, de korábbi vizsgálati adatok azt mutatják, hogy a vizsgált terület ÉK-i és ÉNy-i részén is jelentős szerepet játszik a sekély rétegekben. A víz folyási útja mentén a Ca^{2+} és a Mg^{2+} koncentrációja csökken, a Na^+ koncentrációja növekszik. Az É-területeken a mélyebb (400-500 m) rétegek vizére nagyobb Na^+ és Cl^- koncentráció jellemző. Valószínűsíthető, hogy itt mélyből felfelé szivárgó, NaCl -os vizek keverednek a felülről lefelé szivárgó meteorikus vizekkel. A Br/Cl arány alapján a NaCl -os vizek nagy valószínűséggel a

pannon beltó vizével hozhatók kapcsolatba. A NaHCO_3 típusú mély vizek kémiai összetételét viszont az üledékek szerves anyag tartalmának bomlása, és nátrium tartalmú szilikátásványok mállása alakította ki. Ezt az ammónium-ion koncentrációjának eloszlása is alátámasztja.

A kémiai komponensek közül a Si az egyetlen, melynek koncentrációja, a víz eredetétől, helyétől és típusától független, egyedül a hőmérséklet határozza meg. Egyensúlyi termodinamikai számítások alapján értelmezhető a hőmérsékletfüggés. A kifolyóvíz hőmérséklete nem egyezik meg a mélységi hőmérséklettel, ezt a SiO_2 telítettségi viszonyainak értelmezésekor figyelembe kell venni. A víz kovásv koncentrációját összehasonlítva a SiO_2 -víz rendszer egyensúlyi állandójának hőmérsékletfüggésével azt találjuk, hogy kisebb hőmérséklettartományban a víz kalcedonnal, 70-80 °C felett azonban már inkább kvarccal van egyensúlyban. Ez azt mutatja, hogy az oldott kovásv koncentrációját a SiO_2 különböző megjelenési formáinak adott hőmérsékleten történő egyensúlyi oldódása egyértelműen meghatározza.

A kémiai összetétel és a hidrogeológiai viszonyok kapcsolata

A termálvizek kémiai összetétele alapján három víztípust különböztettünk meg, melyek területileg is elkülönültek egymástól. A Dél-alföldön, a Csongrád-Szeged-Makó-Szentes terület környezetében a felsőpannon rétegek vize kis klorid tartalmú (max. 1-2 mmol/l), paleometeorikus eredetű. A Körös medencében megfigyelhető egy mélyebb rétegekből felfelé mozgó formációs víz, és egy paleometeorikus eredetű víz keveredése az alsó-felső pannon határától felfelé a kb. 1000 m mélységig tartó rétegekben. Összehasonlítva az azonos mélységű kutakat, a klorid koncentráció valamivel nagyobb (0.5-1.5 mmol/l értékkel), mint Szeged tágabb környezetében. A Szolnok-Cegléd-Püspökladány-Hajdúszoboszló vonalban vizsgált 700-1300 m mélységű kutak vizének klorid koncentrációja magas (220 mmol/l-ig), a vizek dominánsan fosszilis eredetűek. A három terület nyomásviszonyait megvizsgálva kiderült, hogy a Dél-alföldön 3000 m mélységig a nyomás közel hidrosztatikus, a Körös medencében (Dévaványa) 2000 m alatt, és Hajdúszoboszló környékén (Földes) 1500 és 2000 m között jelentős túlnyomás van. A termálvizek kis klorid koncentrációja arra utal, hogy a Körös medencében nem vetők mentén történik feláramlás a mélyebb rétegekből, hanem a túlnyomás hatására a víz átpréselődik az üledékes rétegeken, és ultrafiltráció miatt alacsony a klorid tartalom. A helyi vízvonaltól való izotóp-eltérést egyrészt a formációs víz fosszilis eredetű hányada, másrészt az ultrafiltráció okozhatja. A Hajdúszoboszló-Földes területen az izotópelterés és a rendkívül magas klorid egyaránt azt mutatja, hogy a víz mélyebb rétegekből, vetők mentén áramlik felfele.

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	EOVx	EOVy	z	mélység	vezetőképesség	Si
	km	km	m	m	μS/cm	mmol/l
Kecskemét 3/A vízműkút	172,013	703,038	109,3	280	577	0,49
Kecskemét 6/B vízműkút	173,000	697,000	115,5	190	536	0,37
Cegléd strand hideg	203,973	707,294	100,3	173	504	0,35
Cserkeszőlő B-27	169,755	738,048	88,2	1160	1688	0,65
Szentes Kórház I.sz.	147,300	742,000	80,6	1736	1928	0,72
Szentes Árpád II. kút	149,495	748,489	82,8	1799	1573	0,75
Szentes Kert.Kut.I.	145,798	741,695	80,8	1800	1582	0,74
Szentes Árpád I. kút	149,538	747,456	84,7	1995	2110	0,96
Szentes Dónát-I.	147,698	751,166	84,1	1997	2840	0,90
Szentes Árpád VI/2	151,063	749,983	83,4	1998	2230	0,94
Szentes Árpád VII/3	152,539	747,101	85,0	1999	2290	0,93
Szentes Árpád V/2	150,870	747,862	84,9	2000	2430	0,88
Szentes Berekhát t.	142,855	743,485	83,5	2000	1658	0,79
Szentes Ilonapart I.sz	145,600	741,000	79,7	2004	1809	0,81
Szentes Ilonapart IV.sz	145,746	738,613	80,1	2500	1426	1,23
Cserkeszőlő B-3/A	170,826	738,275	90,8	240	1465	0,37
Szolnok B-114	205,373	737,997	86,6	346	991	0,27
Szolnok Kertváros	202,261	737,910	84,6	464	1547	0,33
Berettyóújfalu B-8/a	208,700	838,500	93,7	400	1225	0,63
Kunhegyes vízmű hideg	226,263	771,053	86,1	167	1283	0,38
Kaba strand hidegvizes	225,863	818,335	90,2	217	1173	0,46
Püspökladány hideg-I.	221,762	805,380	86,9	135	639	0,34
Földes Jércenevelő	219,502	824,546	81,0	140	531	0,28
Püspökladány hideg-II.	221,762	805,380	86,9	320	1322	0,32
Szolnok B-102	204,372	737,539	88,9	720	1517	0,38
Kunhegyes strand K-21	226,304	770,381	87,7	998	1624	0,54
Hajdúszoboszló strand-7	235,576	829,179	92,6	411	2520	0,36
Hajdúszoboszló 14. kút	235,576	829,179	92,6	606	2210	0,46
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1	169,881	737,479	89,6	2312	2510	0,90
Szolnok B-67 uszoda	203,829	737,289	86,8	1200	11020	0,54
Cegléd strand-I. B-176	203,800	707,300	101,4	1183	3490	0,61
Püspökladány strand-II	221,625	805,277	86,4	1086	3350	0,52
Földes K-29	219,593	824,402	89,6	1344	21200	0,61
Kaba strand-2	225,811	818,371	90,3	707	8620	0,42
Püspökladány strand-I	221,762	805,380	86,9	652	3990	0,49
Hajdúszoboszló vasút	234,500	828,000	93,0	1055	5470	0,67

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	Al	Na	pH	As	Fe	Mn	NH ₄
	μmol/l	mmol/l		μmol/l	μmol/l	μmol/l	mmol/l
Kecskemét 3/A vízműkút	0,033	0,81	7,69	0,057	5,73	2,91	0,025
Kecskemét 6/B vízműkút	0,060	0,82	7,74	0,588	12,00	1,09	0,020
Cegléd strand hideg	0,029	1,97	7,74	0,207	4,30	0,36	0,012
Cserkeszőlő B-27	0,346	18,66	7,38	0,063	1,43	0,18	0,468
Szentes Kórház I.sz.	13,600	21,04	7,10	0,025	5,91	0,00	0,010
Szentes Árpád II. kút	10,000	16,78	7,00	0,012	1,25	1,80	0,260
Szentes Kert.Kut.I.	10,600	17,34	7,00	0,031	0,72	1,80	0,490
Szentes Árpád I. kút	12,300	23,17	6,70	0,098	1,08	1,80	0,010
Szentes Dónát-I.	14,400	31,56	7,10	0,105	4,12	0,00	0,650
Szentes Árpád VI/2	13,400	25,00	6,90	0,193	0,90	1,80	0,510
Szentes Árpád VII/3	13,800	25,08	6,90	0,228	0,72	1,80	0,530
Szentes Árpád V/2	13,100	26,87	6,80	0,107	1,08	1,80	0,320
Szentes Berekhát t.	12,400	17,87	6,40	0,079	0,54	1,80	0,050
Szentes Ilonapart I.sz	12,700	19,52	7,20	0,101	0,72	1,80	0,650
Szentes Ilonapart IV.sz	18,600	15,00	7,30	0,534	0,54	0,00	0,360
Cserkeszőlő B-3/A	0,034	15,27	7,89	0,128	1,97	0,18	0,246
Szolnok B-114	0,108	10,35	7,91	0,257	2,33	0,18	0,092
Szolnok Kertváros	0,067	15,92	7,54	0,099	1,79	0,18	0,084
Berettyóújfalu B-8/a	0,073	12,57	7,93	0,000	2,15	0,36	0,132
Kunhegyes vízmű hideg	<0,5	11,66	7,80	0,000	6,45	2,55	0,052
Kaba strand hidegvizes	0,101	9,92	8,04	0,155	3,76	0,73	0,146
Püspökladány hideg-I.	0,061	5,44	8,00	0,381	2,33	1,09	0,029
Földes Jércenevelő	0,090	3,78	8,33	0,367	1,79	0,36	0,022
Püspökladány hideg-II.	0,092	13,57	8,06	0,867	2,87	0,36	0,020
Szolnok B-102	0,221	16,53	7,76	0,276	3,58	0,18	0,284
Kunhegyes strand K-21	0,274	17,36	7,76	0,533	10,74	0,36	0,156
Hajdúszoboszló strand-7	0,246	27,40	8,23	0,051	3,22	0,18	0,192
Hajdúszoboszló 14. kút	0,327	24,19	7,98	0,060	1,79	0,18	0,161
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1	0,615	27,80	7,46	0,327	1,07	<0,182	0,479
Szolnok B-67 uszoda	0,150	136,02	7,73	0,079	1,43	<0,182	2,672
Cegléd strand-I. B-176	0,400	37,54	7,83	0,092	1,61	0,18	0,439
Püspökladány strand-II	0,192	33,19	7,77	0,927	4,12	0,18	0,554
Földes K-29	0,085	203,53	7,23	0,127	0,36	2,18	2,134
Kaba strand-2	0,148	80,08	8,00	0,229	5,37	0,36	0,748
Püspökladány strand-I	0,152	37,23	8,07	0,925	4,84	0,18	0,638
Hajdúszoboszló vasút	0,247	58,50	7,53	0,048	1,43	0,18	0,513

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	K	Cl	COD	alkalinitás	Ca	Mg	PO ₄
	mmol/l	mmol/l	mg/l	mekv/l	mmol/l	mmol/l	μmol/l
Kecskemét 3/A vízműkút	0,035	0,08	3,1	6,6	1,727	1,107	1,79
Kecskemét 6/B vízműkút	0,020	0,13	2,8	6,5	1,579	1,029	3,16
Cegléd strand hideg	0,028	0,18	1,3	5,8	0,936	0,848	1,79
Cserkeszőlő B-27	0,106	0,33	5,9	19,1	0,109	0,048	1,79
Szentes Kórház I.sz.	0,130	0,32	8,3	21,5	0,090	0,040	1,68
Szentes Árpád II. kút	0,100	0,20	5,7	18,0	0,090	0,030	1,89
Szentes Kert.Kut.I.	0,110	0,40	6,7	18,4	0,090	0,030	1,79
Szentes Árpád I. kút	0,220	0,21	14,9	23,6	0,120	0,030	0,74
Szentes Dónát-I.	0,220	0,22	16,1	32,3	0,110	0,040	1,58
Szentes Árpád VI/2	0,230	0,24	11,5	26,2	0,120	0,040	0,00
Szentes Árpád VII/3	0,240	0,23	16,8	26,6	0,120	0,040	0,74
Szentes Árpád V/2	0,210	0,23	16,2	27,2	0,120	0,050	0,00
Szentes Berekhát t.	0,120	0,65	7,0	18,0	0,100	0,030	1,05
Szentes Ilonapart I.sz	0,150	0,21	8,0	20,5	0,100	0,040	1,47
Szentes Ilonapart IV.sz	0,200	0,29	6,2	15,2	0,080	0,020	0,00
Cserkeszőlő B-3/A	0,048	0,46	5,2	16,0	0,272	0,273	3,58
Szolnok B-114	0,027	0,05	8,6	11,1	0,131	0,192	14,12
Szolnok Kertváros	0,041	2,43	3,1	14,9	0,252	0,444	5,16
Berettyóújfalu B-8/a	0,031	0,89	9,9	12,8	0,185	0,096	2,95
Kunhegyes vízmű hideg	0,023	0,12	4,4	13,2	0,826	0,539	14,33
Kaba strand hidegvizes	0,038	3,70	9,8	8,1	0,497	0,312	2,95
Püspökladány hideg-I.	0,002	0,11	4,6	7,0	0,389	0,333	11,80
Földes Jércenevelő	0,012	0,13	2,6	6,2	0,459	0,564	2,95
Püspökladány hideg-II.	0,030	1,29	7,6	13,6	0,272	0,277	5,90
Szolnok B-102	0,049	0,78	15,3	16,2	0,134	0,108	3,69
Kunhegyes strand K-21	0,088	1,40	20,1	16,7	0,228	0,085	1,79
Hajdúszoboszló strand-7	0,043	4,43	21,1	23,9	0,121	0,170	5,79
Hajdúszoboszló 14. kút	0,067	1,77	20,5	22,8	0,094	0,060	2,95
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1	0,248	5,08	16,4	23,6	0,134	0,051	0,84
Szolnok B-67 uszoda	0,985	47,16	20,0	90,9	0,211	0,114	7,37
Cegléd strand-I. B-176	0,162	15,01	15,1	23,6	0,118	0,042	1,37
Püspökladány strand-II	0,108	16,64	22,6	19,6	0,571	0,386	4,42
Földes K-29	0,798	217,61	22,1	6,2	5,264	2,674	0,53
Kaba strand-2	0,188	71,70	20,8	11,7	0,971	0,790	1,37
Püspökladány strand-I	0,130	24,48	22,3	15,7	0,818	0,551	3,90
Hajdúszoboszló vasút	0,243	33,17	19,7	28,6	0,214	0,132	2,53

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	hőmérséklet °C	Br μmol/l	I μmol/l	F μmol/l	SO ₄ mg/l	S mg/l	HBO ₂ μmol/l
Kecskemét 3/A vízműkút	19,8	0,00	0,00	0,0	0,00		2,9
Kecskemét 6/B vízműkút	16,9	0,00	0,00	0,0	0,00		1,6
Cegléd strand hideg	20,3	0,00	0,00	0,0	2,35		3,2
Cserkeszőlő B-27	68,0	0,00	0,16	76,3	0,53	<0,1	35,2
Szentes Kórház I.sz.	87,0	0,00	0,31	71,1	0,00	0,30	47,9
Szentes Árpád II. kút	85,9	0,00	0,24	31,1	0,00	0,16	45,6
Szentes Kert.Kut.I.	78,0	0,25	0,32	41,1	0,00	0,55	22,8
Szentes Árpád I. kút	98,5	0,00	0,16	102,0	0,00	0,00	45,6
Szentes Dónát-I.	96,0	0,00	0,24	121,1	14,00	0,00	184,9
Szentes Árpád VI/2	97,0	0,00	0,24	91,6	5,00	0,00	57,1
Szentes Árpád VII/3	98,5	0,00	0,16	110,5	0,00	0,00	57,1
Szentes Árpád V/2	101,2	0,00	0,24	115,8	5,00	0,22	75,3
Szentes Berekhát t.	86,0	1,25	0,24	41,6	0,00	0,00	25,1
Szentes Ilonapart I.sz	86,0	0,25	0,24	75,3	0,00	0,00	36,5
Szentes Ilonapart IV.sz	96,0	0,00	0,24	87,9	0,00	0,00	32,0
Cserkeszőlő B-3/A	29,0	0,00	0,39	43,7	0,00	<0,1	107,6
Szolnok B-114	26,5	0,00	0,16	0,0	0,23	<0,1	44,9
Szolnok Kertváros	29,6	0,00	0,32	6,3	16,00		53,4
Berettyóújfalu B-8/a	33,0	0,00	0,79	17,4	0,22		145,7
Kunhegyes vízmű hideg	19,0	1,25	3,31	6,3	39,90		31,1
Kaba strand hidegvizes	23,7	1,88	1,58	0,0	0,17		67,1
Püspökladány hideg-I.	16,7	0,00	0,32	0,0	0,00	<0,1	46,5
Földes Jércenevelő	18,0	0,00	0,24	6,3	0,00		39,9
Püspökladány hideg-II.	21,1	1,88	1,73	0,0	1,38		246,3
Szolnok B-102	43,0	0,00	1,02	13,2	0,85	0,13	42,8
Kunhegyes strand K-21	53,0	0,00	1,89	25,3	0,41		363,0
Hajdúszoboszló strand-7	29,0	11,26	4,10	45,3	0,55	<0,1	771,8
Hajdúszoboszló 14. kút	46,5	0,00	6,07	80,0	0,64		1724,2
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1	84,6	0,00	2,76	92,6	5,97		268,7
Szolnok B-67 uszoda	59,0	42,55	12,61	284,2	1,07		736,3
Cegléd strand-I. B-176	63,0	9,76	6,54	205,3	0,78	<0,1	595,2
Püspökladány strand-II	45,0	25,03	8,67	0,0	0,83		417,7
Földes K-29	66,0	331,66	22,06	0,0	2,31		3304,8
Kaba strand-2	45,5	125,16	11,82	13,7	0,89		883,4
Püspökladány strand-I	40,0	21,28	8,67	0,0	1,20		274,2
Hajdúszoboszló vasút	67,9	87,61	24,43	76,3	2,16		1778,6

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	huminsav	TOC	d ¹⁸ O	d ² H	d ¹³ C
	mg/l	mg/l	‰ vs. SMOW	‰ vs. SMOW	‰ vs. PDB
Kecskemét 3/A vízműkút		2,7	-9,28	-65,04	-6,35
Kecskemét 6/B vízműkút		2,4	-8,99	-65,35	-8,64
Cegléd strand hideg		1,0	-12,21	-89,94	-7,49
Cserkeszőlő B-27		4,9	-12,18	-92,47	-0,09
Szentes Kórház I.sz.	0,7	5,6	-12,13	-86,17	-2,35
Szentes Árpád II. kút	1,3	4,7	-12,26	-88,20	-5,27
Szentes Kert.Kut.I.	0,7	7,7	-12,10	-90,70	-4,81
Szentes Árpád I. kút	2,3	19,5	-11,93	-87,60	-3,21
Szentes Dónát-I.	3,2	39,3	-11,97	-92,21	-1,49
Szentes Árpád VI/2	2,0	17,8	-12,05	-80,00	-3,73
Szentes Árpád VII/3	2,1	26,4	-12,30	-87,40	-2,94
Szentes Árpád V/2	2,7	25,5	-12,10	-88,60	-5,22
Szentes Berekhát t.	1,0	4,2	-12,24	-86,30	-3,29
Szentes Ilonapart I.sz	1,1	6,4	-12,04	-87,40	-3,34
Szentes Ilonapart IV.sz	0,7	7,5	-11,91	-84,40	-0,58
Cserkeszőlő B-3/A		4,7	-12,24	-91,04	-3,33
Szolnok B-114		6,4	-13,20	-96,23	-9,07
Szolnok Kertváros		2,8	-12,99	-98,78	-21,85
Berettyóújfalu B-8/a		8,1	-10,49	-79,29	-3,19
Kunhegyes vízmű hideg		3,7	-10,93	-72,41	-18,69
Kaba strand hidegvizes		7,1	-10,15	-84,35	-4,61
Püspökladány hideg-I.		2,9	-10,51	-85,09	-12,72
Földes Jércenevelő		2,4	-11,56	-100,23	-11,13
Püspökladány hideg-II.		7,4	-10,33	-84,27	-3,08
Szolnok B-102		10,3	-11,60	-89,01	1,04
Kunhegyes strand K-21		15,9	-10,85	-79,77	-7,19
Hajdúszoboszló strand-7		19,1	-8,60	-66,66	-1,10
Hajdúszoboszló 14. kút		16,0	-8,09	-61,87	0,02
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1		36,0	-10,63	-85,89	-0,11
Szolnok B-67 uszoda		19,5	-7,64	-79,01	3,28
Cegléd strand-I. B-176		10,1	-8,35	-72,06	0,26
Püspökladány strand-II		10,9	-8,07	-70,94	2,13
Földes K-29		11,5	-0,36	-35,06	3,23
Kaba strand-2		15,2	-4,74	-54,19	1,62
Püspökladány strand-I		24,8	-9,28	-67,91	1,67
Hajdúszoboszló vasút		17,3	-3,39	-46,32	1,94

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Phenol	Acetát	Propionát	Zn	Ba
		mg/l	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
Kecskemét 3/A vízműkút	0,709936	0,000	0,000	0,000	0,097	0,51
Kecskemét 6/B vízműkút	0,709909	0,000	0,000	0,000	0,077	0,46
Cegléd strand hideg	0,710452	0,003	0,000	0,000	0,094	1,41
Cserkeszőlő B-27	0,711695	0,020	0,000	0,000	0,056	0,68
Szentes Kórház I.sz.	0,711230	0,150	0,000	0,000	0,000	0,86
Szentes Árpád II. kút	0,711340	0,060	0,000	0,000	0,106	0,59
Szentes Kert.Kut.I.		0,090	0,000	0,000	0,000	1,05
Szentes Árpád I. kút		0,930	0,000	0,000	0,000	2,28
Szentes Dónát-I.	0,711270	1,310	0,001	0,000	0,115	1,64
Szentes Árpád VI/2		1,120	0,000	0,000	0,355	1,91
Szentes Árpád VII/3		1,520	0,001	0,000	0,075	2,33
Szentes Árpád V/2	0,711590	1,270	0,000	0,000	0,000	1,75
Szentes Berekhát t.	0,711360	0,240	0,000	0,000	0,000	1,14
Szentes Ilonapart I.sz	0,711370	0,270	0,000	0,000	0,242	1,03
Szentes Ilonapart IV.sz	0,711390	0,390	0,000	0,000	0,000	1,08
Cserkeszőlő B-3/A	0,711199	0,003	0,000	0,000	0,137	1,01
Szolnok B-114	0,710216	0,000	0,000	0,000	0,068	0,53
Szolnok Kertváros	0,710403	0,000	0,000	0,000	0,112	1,72
Berettyóújfalu B-8/a	0,709682	0,000	0,000	0,000	0,100	0,24
Kunhegyes vízmű hideg	0,709652	0,000	0,000	0,000	0,069	0,80
Kaba strand hidegvizes	0,709955	0,003	0,000	0,000	0,327	1,09
Püspökladány hideg-I.	0,709587	0,000	0,000	0,000	0,109	0,33
Földes Jércenevelő	0,710268	0,000	0,000	0,000	0,078	0,47
Püspökladány hideg-II.	0,709957	0,000	0,000	0,000	0,083	0,82
Szolnok B-102	0,711919	0,000	0,000	0,000	0,065	0,68
Kunhegyes strand K-21	0,710418	0,000	0,000	0,000	0,081	1,29
Hajdúszoboszló strand-7	0,709409	0,000	0,000	0,000	0,304	0,55
Hajdúszoboszló 14. kút	0,710339	0,000	0,010	0,000	0,082	0,58
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1	0,710878	0,300	1,000	0,100	0,117	2,32
Szolnok B-67 uszoda	0,710397	0,003	0,100	0,000	0,581	6,76
Cegléd strand-I. B-176	0,711035	0,020	0,050	0,000	0,092	1,09
Püspökladány strand-II	0,710121	0,000	0,000	0,000	0,085	3,33
Földes K-29	0,709533	0,000	0,000	0,000	0,083	57,12
Kaba strand-2	0,709409	0,000	0,000	0,000	0,080	5,45
Püspökladány strand-I	0,710174	0,000	0,000	0,000	0,141	4,60
Hajdúszoboszló vasút	0,709950	0,080	0,050	0,000	0,089	5,03

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	Li	Sr	Eh	Cr	Co	Ni	Cu
	μmol/l	μmol/l	mV	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l
Kecskemét 3/A vízműkút	1,05	3,05	26,0	<1	<1	<2	<1
Kecskemét 6/B vízműkút	0,84	2,83	62,0	<1	<1	<2	<1
Cegléd strand hideg	1,24	4,73	10,0	<1	<1	<2	<1
Cserkeszőlő B-27	7,16	1,96	17,8	<1	<1	<2	<1
Szentes Kórház I.sz.	8,04	1,31		0,00	0,00	0,00	0,00
Szentes Árpád II. kút	8,57	1,09		1,25	0,00	0,00	1,45
Szentes Kert.Kut.I.	6,92	1,54		0,00	0,00	0,00	0,00
Szentes Árpád I. kút	18,01	3,39		1,09	0,00	0,00	0,68
Szentes Dónát-I.	18,74	3,09		1,10	0,00	0,00	4,56
Szentes Árpád VI/2	18,59	3,34		0,00	0,00	0,00	11,10
Szentes Árpád VII/3	16,29	4,54		0,00	0,00	0,00	5,05
Szentes Árpád V/2	18,45	3,70		1,10	0,00	0,00	0,00
Szentes Berekhát t.	9,48	1,46		0,00	0,00	0,00	0,00
Szentes Ilonapart I.sz	9,84	1,93		0,00	0,00	0,00	2,89
Szentes Ilonapart IV.sz	10,02	2,70		0,00	0,00	0,00	0,00
Cserkeszőlő B-3/A	3,21	2,44	27,5	<1	<1	<2	<1
Szolnok B-114	1,89	0,88	18,0	<1	1,00	<2	<1
Szolnok Kertváros	5,19	1,88	80,6	<1	<1	<2	<1
Berettyóújfalu B-8/a	4,86	0,43	69,0	<1	<1	<2	<1
Kunhegyes vízmű hideg	2,58	2,91	68,5	<1	<1	<2	<1
Kaba strand hidegvizes	4,40	1,31	123,0	<1	<1	<2	<1
Püspökladány hideg-I.	1,27	1,58	96-99	<1	<1	<2	<1
Földes Jércenevelő	0,78	2,58	121,5	<1	<1	<2	<1
Püspökladány hideg-II.	2,93	1,77	112,0	<1	<1	<2	<1
Szolnok B-102	2,10	1,70	-67,3	<1	<1	<2	<1
Kunhegyes strand K-21	7,22	1,05	104,0	<1	<1	<2	<1
Hajdúszoboszló strand-7	4,87	1,40	72,4	<1	<1	<2	<1
Hajdúszoboszló 14. kút	6,51	1,14	55,0	<1	<1	<2	<1
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1	13,97	5,81	18,0	<1	<1	<2	<1
Szolnok B-67 uszoda	208,53	18,91	51,0	<1	<1	<2	2,70
Cegléd strand-I. B-176	20,18	4,02	55,0	<1	<1	<2	2,24
Püspökladány strand-II	6,01	3,85	102,0	<1	1,45	<2	<1
Földes K-29	61,68	91,33	27,3	<1	<1	<2	3,08
Kaba strand-2	13,55	14,05	2,0	<1	<1	<2	1,10
Püspökladány strand-I	5,74	5,27	107,0	<1	<1	<2	5,34
Hajdúszoboszló vasút	33,00	7,37	42,0	<1	<1	<2	<1

A kutatás keretében mért kémiai és izotópadatok

kút	Mo	B	Pb	Cd
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Kecskemét 3/A vízműkút	1,61	31	<5	<0,5
Kecskemét 6/B vízműkút	2,30	17	<5	<0,5
Cegléd strand hideg	1,43	34	<5	<0,5
Cserkeszőlő B-27	<1	381	<5	<0,5
Szentes Kórház I.sz.	0,34	517	0,33	0
Szentes Árpád II. kút	1,30	486	0,78	0
Szentes Kert.Kut.I.	0,29	255	0,33	0
Szentes Árpád I. kút	0,39	482	0,7	0
Szentes Dónát-I.	1,90	1994	0,8	0
Szentes Árpád VI/2	1,94	626	5,15	0
Szentes Árpád VII/3	1,62	623	1,56	0
Szentes Árpád V/2	1,18	806	0,3	0
Szentes Berekhát t.	0,49	263	0,63	0
Szentes Ilonapart I.sz	1,02	395	3,63	0
Szentes Ilonapart IV.sz	3,22	340	0,29	0
Cserkeszőlő B-3/A	<1	1164	<5	<0,5
Szolnok B-114	4,24	486	<5	<0,5
Szolnok Kertváros	32,80	578	<5	<0,5
Berettyóújfalu B-8/a	2,30	1576	<5	<0,5
Kunhegyes vízmű hideg	15,40	337	<5	<0,5
Kaba strand hidegvizes	1,42	726	<5	<0,5
Püspökladány hideg-I.	3,26	503	<5	<0,5
Földes Jércenevelő	1,72	432	<5	<0,5
Püspökladány hideg-II.	9,03	2665	<5	<0,5
Szolnok B-102	<1	463	<5	<0,5
Kunhegyes strand K-21	7,23	3928	<5	<0,5
Hajdúszoboszló strand-7	2,71	8351	<5	<0,5
Hajdúszoboszló 14. kút	<1	18656	<5	<0,5
Cserkeszőlő Fürdő-I. B-1	1,05	2907	<5	<0,5
Szolnok B-67 uszoda	<1	7967	<5	<0,5
Cegléd strand-I. B-176	<1	6440	<5	<0,5
Püspökladány strand-II	<1	4519	<5	<0,5
Földes K-29	<1	35758	<5	<0,5
Kaba strand-2	<1	9558	<5	<0,5
Püspökladány strand-I	<1	2967	<5	<0,5
Hajdúszoboszló vasút	<1	19244	<5	<0,5