



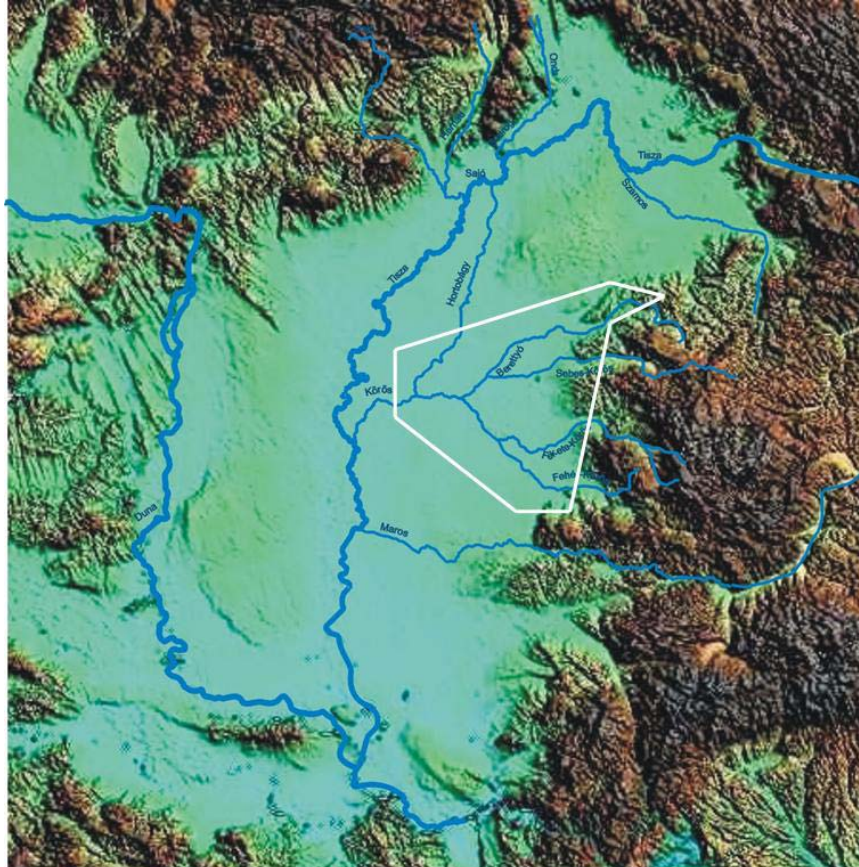
**A neotektonika és a klímaváltozások szerepe a Körös
medence késő-pleisztocén – holocén vízhálózatának
fejlődésében**

**T. 46307. sz. OTKA kutatási téma (2004-2007)
zárójelentése**

összeállította:

Nádor Annamária, Babinszki Edit, Thamóné Bozsó Edit, Magyarai Árpád

A kutatás célja az Alföld keleti részén (1. ábra) a Berettyó és a Körösök területén a folyóhálózat késő-pleisztocén–holocén változásainak rekonstruálása, az ezeket meghatározó földtani folyamatok (tektonika és klímaváltozások) hatásainak elemzése, a folyófejlődés főbb fázisai korának meghatározása volt. A célkitűzések teljesítéséhez komplex kutatási módszerekkel vizsgáltuk a Berettyó, Sebes-Körös és Kettős-Körösök vidékét egészen a Maros hordalékkúp É-i széléig. Kutatásainkat kiterjesztettük a határon túli (Románia) területekre is, elsősorban az Ér-völgyében végeztünk terepi megfigyeléseket.



1. ábra: A kutatási terület

A kutatás során alkalmazott vizsgálati módszerek

Légifotók elemzése

A legjelentősebb folyóvízi morfológiai elemeket (különböző medertípusok, övzátóny sorozatok, lápok, árterek) kb. 4000 km² területen végzett, 1:60 000 méretarányú légifotók kiértékelése alapján azonosítottuk. A rekonstruált elemeket digitális állományú ösvízrajzi térképeken ábrázoltuk. Az ábrázolás során külön figyelmet szenteltünk az egymást metsző medrek vizsgálatának.

Űrfelvételek és SRTM adatok elemzése

A kiértékelés során kétféle űrfelvételt használtunk: Landsat TM képet amely a kutatási terület északi részét fedi le; és a nagyfelbontású SRTM1 felvételt. A Landsat TM felvétel 7 sávját különböző szűrési folyamatoknak vetettük alá ER Mapper szoftverrel. Az SRTM felvétel alapján a tágabb terület 3D-s megjelenítéseit végeztük el, amelyet két szögből is

szemléltettünk; továbbá erre a digitális terepmodellre ráterítettük a Landsat képet. Élve a digitális technika nyújtotta lehetőséggel, a magassági torzításokkal sikerült kiemelni a terület morfológiai sajátosságait. Az SRTM másik szerepe a felvétel egy adott kivágatának képfeldolgozásában nyilvánult meg. Az alkalmazott képfeldolgozási technikák (különböző színezések, sűrűfényben való megjelenítés, szűrések, élkiemelés, stb.) olyan újabb képeket eredményeztek, amely megjelenítések korábban nem látott morfológiai jellegeket domborítottak ki, pl. a Maros és a Hármas Körös közötti fonatos folyóhálózat ágainak lefutását.

Történelmi topográfiai térképek elemzése

Mivel az Alföld területén a 19. században jelentős folyószabályozási munkálatok történtek, így fontos volt a szabályozás előtti természetes vízrajzi állapot megismerése. Ezt az Első (1763-1785), illetve a Második (1806-1869) Katonai Felmérés digitális és georeferált térképeinek (Arcanum, 2006) elemzése alapján rekonstruáltuk a vizsgált területre. Ezt abból a célból végeztük el, hogy a légi és űrfelvételek alapján azonosított egykori vízhálózat elemeket a folyószabályozás előtti természetes állapottal tudjuk összevetni.

Sekélyfúrások

Annak érdekében, hogy az alluviális síkságon észlelt különböző mederformák anyagát is megismerjük, hét új, folyamatos, teljes szelvényű magfúrást mélyítettünk a különböző típusú fosszilis medrekbe közel észak–déli szelvényirány mentén, és azok rétegsorait részletes litológiai, szedimentológiai és geokronológiai (OSL, ¹⁴C-izotóp) vizsgálatoknak vetettük alá. A terület É-i részén egy fosszilis nagy meanderöv belső szerkezetének vizsgálata céljából nyolc további folyamatos, teljes szelvényű magfúrást mélyítettünk.

Valamennyi fúrást Eijkelkamp kézi ütvefúróval kiviteleztük, a fúrások átlagos mélysége az üledék összetételétől, illetve a talajvízszint aktuális mélységétől függően átlagosan 7–8 m volt. A fúrások során zavartalan, 1 méter hosszú, 5 cm átmérőjű PVC-csővekben kiserelt, folyamatos rétegsorokkal rendelkező magmintákat kaptunk. Leírtuk az üledék anyagát, szemcseméretét, színét, szervesanyag-tartalmát, valamint a megfigyelhető üledékes szerkezeteket. A vizsgálatok alapján litofációs típusokat különítettünk el, amely alapján a terület képződményeit jellemeztük.

Terepi megfigyelések

A kutatás során számos, a területre eső homok-, illetve agyagfejtő gödrét részletesen felszelvényeztük. Kiemelkedő volt Békéscsaba térségében a Wienerberger és Jamina agyagbányák gödreinek részletes vizsgálata (különösen pollen és mágneses ásványtani vizsgálatok). A fúrásokhoz hasonlóan a feltárásokban dokumentáltuk a feltárt üledékek anyagát, szemcseméretét, színét, a megfigyelhető üledékes szerkezeteket, valamint anyagvizsgálati célokra (elsősorban kormeghatározás, pollen, ásványtani vizsgálatok) mintákat gyűjtöttünk.

A terepi megfigyelések másik fontos csoportját képezték az elsősorban határon túli területen, különösen az Ér-völgyében és vidékén végzett terepbejárások, ahol a negyedidőszaki képződmények szelvényezésén túl a hangsúlyt a morfortektonikai vizsgálatokra helyeztük.

Kormeghatározás

A kutatás kiemelt célkitűzése volt, hogy a lehetőségekhez képest minél több koradattal támasszuk alá a folyóhálózati rekonstrukciót. A kormeghatározásokban kiemelkedő szerepe volt a MÁFI-ban 2004 óta üzemelő RISØ TL/OSL DA–15C/D típusú mérőberendezésével végzett vizsgálatoknak. A radiokarbon kormeghatározásokat a kanadai és grúz laboratóriumokban végezték.

Optikai lumineszcens (OSL) vizsgálatok

Az optikai lumineszcens (OSL) vizsgálatokhoz a Körös-medence területéről 32 mintából készültek el kormeghatározások, melyek részben magfúrásokból, részben a felszíni feltárásokból származtak. További 7 fúrásból (Túr-2 – Túr-8 fúrások) és néhány feltárásból még számos további minta áll előkészítés alatt. Az Érmellék területéről 11 minta kormeghatározását végeztük el.

A feltárásokból a mintákat 20 cm hosszú, 5 cm átmérőjű sötétszürke PVC-csővel vettük, úgy hogy az üledéket ne érje fény. A minta-előkészítést sötétben, gyenge vörös fény mellett végeztük. A 80–200 µm-es frakciót nedves szitálással különítettük el. A szerves anyagot 30%-os hidrogén-peroxiddal, a kalcitot 10%-os sósavval távolítottuk el, a kvarcdús frakciót nehézfolyadék (nátrium-poliwolframát vizes oldata) segítségével különítettük el. A földpátok eltávolítása és a kvarc szemcsék felszínének lemaratása egy órás időtartamú, koncentrált hidrogén-fluoridos kezeléssel történt. Az így előállított tiszta kvarcfrakciót 10 mm átmérőjű rozsdamentes acél mintatartó korongok közepére ragasztottuk fel szilikon-spray segítségével 8 mm átmérőjű kör alakú területre, úgy hogy a szemcsék ne fedjék egymást, azaz egy szemcse vastagságú réteget kapjunk.

A lumineszcens méréseket a MÁFI dán gyártmányú RISØ TL/OSL DA–15C/D típusú mérőberendezésével végeztük kék fényű megvilágítás és laboratóriumi β -sugárzás ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ sugárforrás) alkalmazásával, a jelenleg leginkább alkalmazott és elfogadott SAR (Single Aliquot Regenerative Dose) protokoll (Murray, Wintle 2000, 2003) szerint. Az üledéket érő radioaktív sugárdózis rátájának meghatározásához szükséges nagy felbontású gamma-spektrometriai mérések az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Radiometriai Laboratóriumában készültek.

^{14}C

Összesen hét szerves anyagban gazdag ártéri üledékmintából végeztettünk radiokarbon kormeghatározást (Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory, Miami, Florida, illetve Center for Applied Isotope Studies at University of Georgia). A kapott korok jó egyezést mutattak a lumineszcens korokkal, ami az adatok megbízhatóságát tovább növelte.

Nehézasvány vizsgálatok

A forrásterületek, illetve lehordási irányok meghatározásához minden OSL-vizsgálatnak alávetett mintán egyben nehézasvány-vizsgálatot is végeztünk. A minták nehézasvány-tartalmát mai alföldi folyóink üledékeinek nehézasvány-összetételével vetettük össze klaszteranalízis segítségével, feltételezve, hogy a lehordási területek földtani felépítése és morfológiája a késő-pleisztocénben hasonló volt a mai állapothoz. Azaz, ha egy minta nehézasvány-összetétele hasonló egy mai alföldi folyó üledékének összetételéhez, akkor az utóbbihoz hasonló forrásterületet, illetve beszállítási irányt feltételeztünk. Ezt a módszert sikeresen alkalmaztuk a Körös-medence pleisztocén beszállítási irányainak meghatározása esetén is (Thamó-Bozsó et al. 2002).

Mágneses ásványtani vizsgálatok

Magyar-Indiai Tét együttműködés keretében lehetőségünk nyílt speciális mágneses vizsgálatok elvégzésére is a Kanpuri Egyetemen. Az ottani laboratóriumban mágneses szuszceptibilitás méréseket végeztek Bartington MS2B műszeren alacsony- (0.465 KHz) és magas frekvencián (4.65 KHz) Az értelmezéshez felhasznált paraméterek az alacsony frekvenciás szuszceptibilitás (χ_{lf}), amely a minta összes mágneses ásványtartalmára utal, és a frekvencia-függő szuszceptibilitás (χ_{fd}), amelynek magas értékei nagyon finomszemcsés ferromágneses szemcsék jelenlétére utalnak. Ezenkívül egy vibrációs magnetométeren (VSM) is végeztek méréseket a mágneses ásványok azonosítására. Két mérés-sorozatot hajtottak végre: (i) hiszterézisvizsgálat és (ii) az izotermális remanens mágnesezettség vizsgálata (IRM). Néhány kulcs paraméter, mint pl. telítési mágnesezettség (Ms), telítési remanens

mágnesezettség (Mrs) és koercitív erő (Bc) a hiszterézis görbéről leolvasható. Két másik fontos paraméter a remanens koercitivitás (Bocr) és a telítési IRM (SIRM) az IRM görbékéből származtak.

Egyéb ásványtani vizsgálatok

Néhány mintából szemcseeloszlás, teljes szervesanyag-tartalom (TOC) és izzítási veszteség (LOI) mérések készültek. A TOC és LOI mérések a minták 450°C és 950°C-ra hevítése után, mint izzítási veszteség lettek számolva. Az ásványos összetételt röntgendiffrakciós mérésekkel határoztuk meg ISO Deby flex 1001,1102 Rich-Seifert and Co. típusú műszerrel Kanpurban.

Geofizikai vizsgálatok

A geofizikai vizsgálatok célja elsősorban a sekély rétegek felépítésének minél pontosabb megismerése, a fúrásokból pontszerűen nyert információk térbeli kiterjesztése volt. A méréseket és azok kiértékelését az ELGI, illetve a Geolog Kft és Geomega Kft. készítették.

Geoelektromos mérések

2005 nyarán Gyomaendrőd térségében, 2007 nyarán pedig Túrkeve környékén végeztünk multielektrodás geoelektromos méréseket, melyek célja a fiatal üledékek felső – a fúrási rétegsorok mélységével azonos – 8-10 méterének minél jobb tagolása volt. A 2 méteres elektródátávolsággal mért terítések összes hossza Gyomaendrőd térségében 1,7 km volt, Túrkevén 2,1 km. A méréseket Syscal Jr mérőrendszerrel végezték, dipól-dipól elrendezésben. A feldolgozás alapmódszere simított inverzió volt. Ez a leképzési mód megfelelő az ellenállás-eloszlás meghatározására, és elegendő a priori ismeret birtokában alkalmas a földtani felépítés kutatására is. A behatolási mélység 10-12 méter volt. A szelvények szélső 30 métere a mérés jellegéből adódóan kisebb behatolással bír és kevésbé megbízható.

Szeizmikus szelvények

Bár az olajipari szeizmikus szelvények nem bontják fel az üledékösszlet legfelső részét, nagyon jól tükrözik az aljzatban – és esetenként a fedő negyedidőszaki üledékekben is – található nagyobb vetőzónákat (pl. virágszerkezeteket, normál vetőket, eltolódásokat). Ezek segítségével jól lehetett jellemezni a nagyobb negyedidőszaki szerkezeteket, illetve a terület negyedidőszaki tektonikai fejlődésének egyes bélyegeit.

Nagyfelbontású vízi szeizmikus szelvények

A szénhidrogén-kutatási céllal mért szelvények elemzése mellett nagyfelbontású vízi szeizmikus szelvényezést végeztük a Hortobágy-Berettyón 2007 nyarán. A víz mélysége 0,5-1,5 m között változott, így zavartalan felvételt csak az 1-3 m közötti mélységtartományban kaphattunk. A méréseket egybefüggő hossz-szelvény mentén végeztük, a folyamatos mérés során az egyes szeizmikus csatornák helyét GPS segítségével határoztuk meg. A mérések során a hullámforrás a C-Products cég boomere, a vevő HC-202 hidrofon volt, a jeleket a Pico Technologies cég számítógéphez csatlakoztatható digitális adatgyűjtőjével a GPS adatokkal szinkronban rögzítettük. A jeleket állandó időközönként keltettük, a motorcsónaknak a kormányozhatóság érdekében a vízhez képest mozogni kellett. Az átlagsebesség kb. 1 m/s volt, ezért az egyes mért csatornák távolsága a sodrás irányában 0,5-1 m közötti. Egyes szakaszok mérését többször is megismételtük. A mérések időpontjait és a víz paramétereit az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

Mérés ideje	Vízmélység az 54,9 fkm-nél	Víz hőmérséklet
2007. április 3.	119 cm	10,6 fok
2007. április 12.	100 cm	12,3 fok
2007. április 26.	148 cm	13,7 fok
2007. május 24.	147 cm	17,4 fok
2007. június 13.	145 cm	21,1 fok
2007. augusztus 16.	152 cm	20,2 fok

A mérések fontosabb paramétereit:

Felvételhossz:	36,9-98,3 ms
Időbeli mintavétel:	0,006 ms
Térbeli mintavétel:	0,5- 1,0 m
Offset:	1-2,5 m

Pollenanalitikai vizsgálatok

Pollenanalitikai vizsgálatok céljára a Wienerberger agyagbánya 7,5 m vastag agyagszelvényét mintáztuk meg 10 cm-es mintavételi sűrűséggel. A mintákat 5 cm³ -es műanyag tartókba gyűjtöttük. A pollenvizsgálatokat Medzihradsky Zsófia végezte (Természettudományi Múzeum, Növénytár). A laboratóriumi feltárás a tőzeg mintáknál gyakori acetolízis módszerét alkalmazta. A pollen koncentrációt *Lycopodium* tabletták hozzáadásával határoztuk meg. Általánosságban a pollenanyag megőrzöttsége nagyon szegényes volt, a pollenszemcsék gyakran törtek, korrodáltak voltak, ami a meghatározást nagyban nehezítette. Ezen felül igen sok mikroszkopikus szétfosló pernyetörmelék is volt a mintákban, ami a vizsgálatot nehezítette. Ennek kiküszöbölésére ultrahangos mikroszűrést alkalmaztunk. A pollen százalékos összetételének számolása és a diagrammok szerkesztése a POLPAL szoftver segítségével történt.

A kutatási eredmények összefoglalása

Kutatási eredményeinket 6 cikkben (ebből 4 referált folyóiratban megjelent, kumulatív impakt faktor: 7,7, egy benyújtva referált folyóiratba) 1 konferencia kiadványban és 12 konferencia abstractban jelentettük meg (ld. közlemények listája). Alábbiakban a legfontosabb kutatási eredményeket összegezzük főbb témacsoportonként. A szövegben hivatkozott irodalmak a publikációk irodalomjegyzékeiben találhatóak.

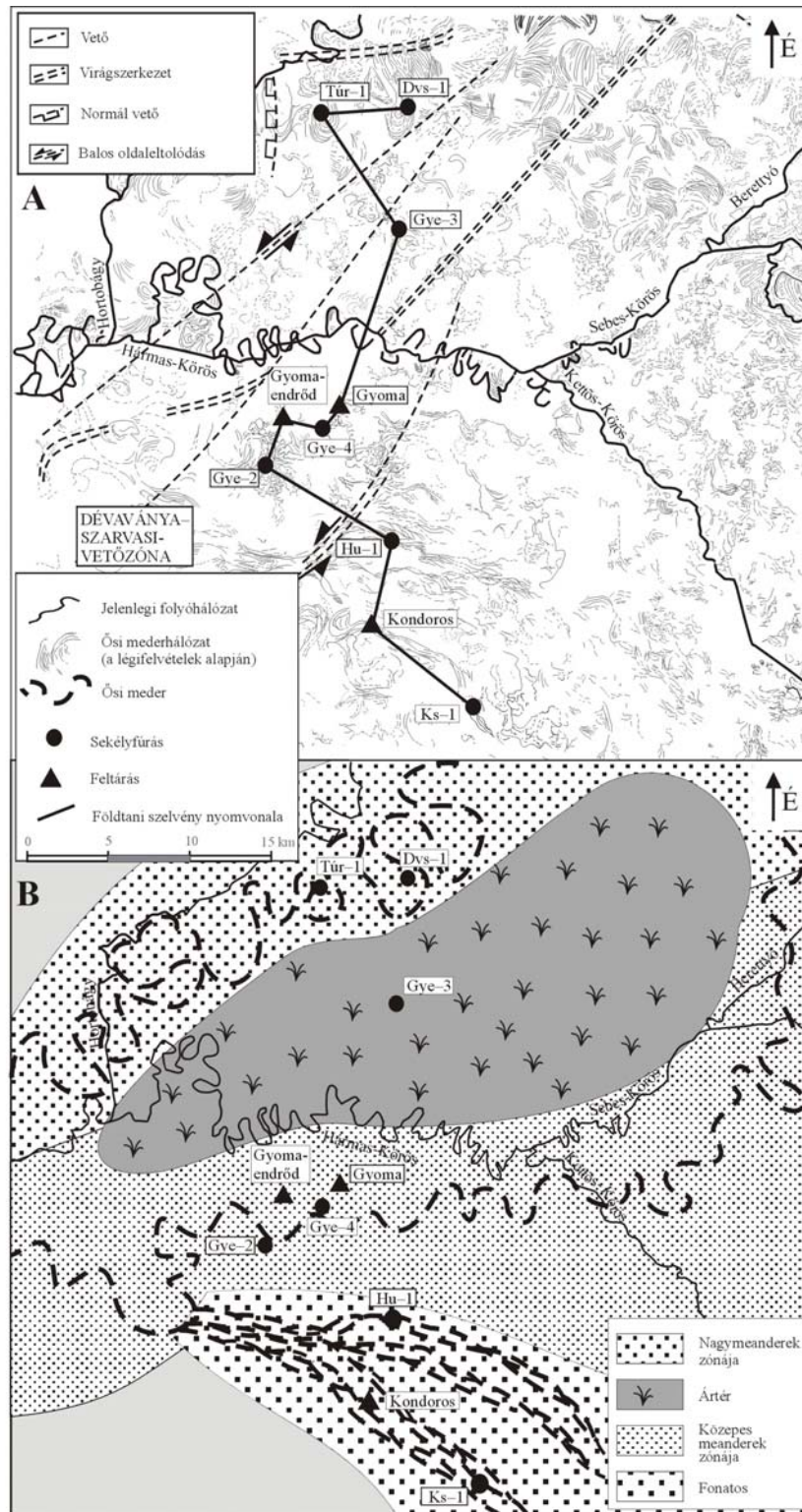
Az ősvízrajzi hálózat rekonstrukciója

Légi- és űrfelvételek, SRTM értelmezések eredményei

A légifotók értelmezésén alapuló alluviális paleomorfológiai elemzés során több eltérő mederrajzolattal jellemezhető területet különítettünk el (2A. ábra). Északon, a mai Hortobágy és Berettyó között nagy, km-es kanyarokat mutató meanderos zóna maradványaira bukkantunk. A meanderek kanyargóssága és a felhagyott mederövek helyzete alapján a folyásirány ÉK felől történt. Ettől a „nagymeanderos” zónától délre, a Hármasköröstől északra (a tanulmányozott terület központi részén), egy kis – néhány tíz méteres nagyságrendű – elmosódott meandernyomokkal jellemezhető öv helyezkedik el. A két zóna hozzávetőlegesen ÉK–DNy-i és ÉNy–DK-i csapású vonalak mentén érintkezik egymással. A

„nagy” és „kis” meanderek mellett néhány száz méteres amplitúdójú „közepes” meander nyomok is felfedezhetőek a Hármasköröstől délre. Ezen meanderező folyó nyomait mutató zónák az egykori meanderek méretétől függetlenül 84-85 méteres tengerszint fölötti magasságban helyezkednek el.

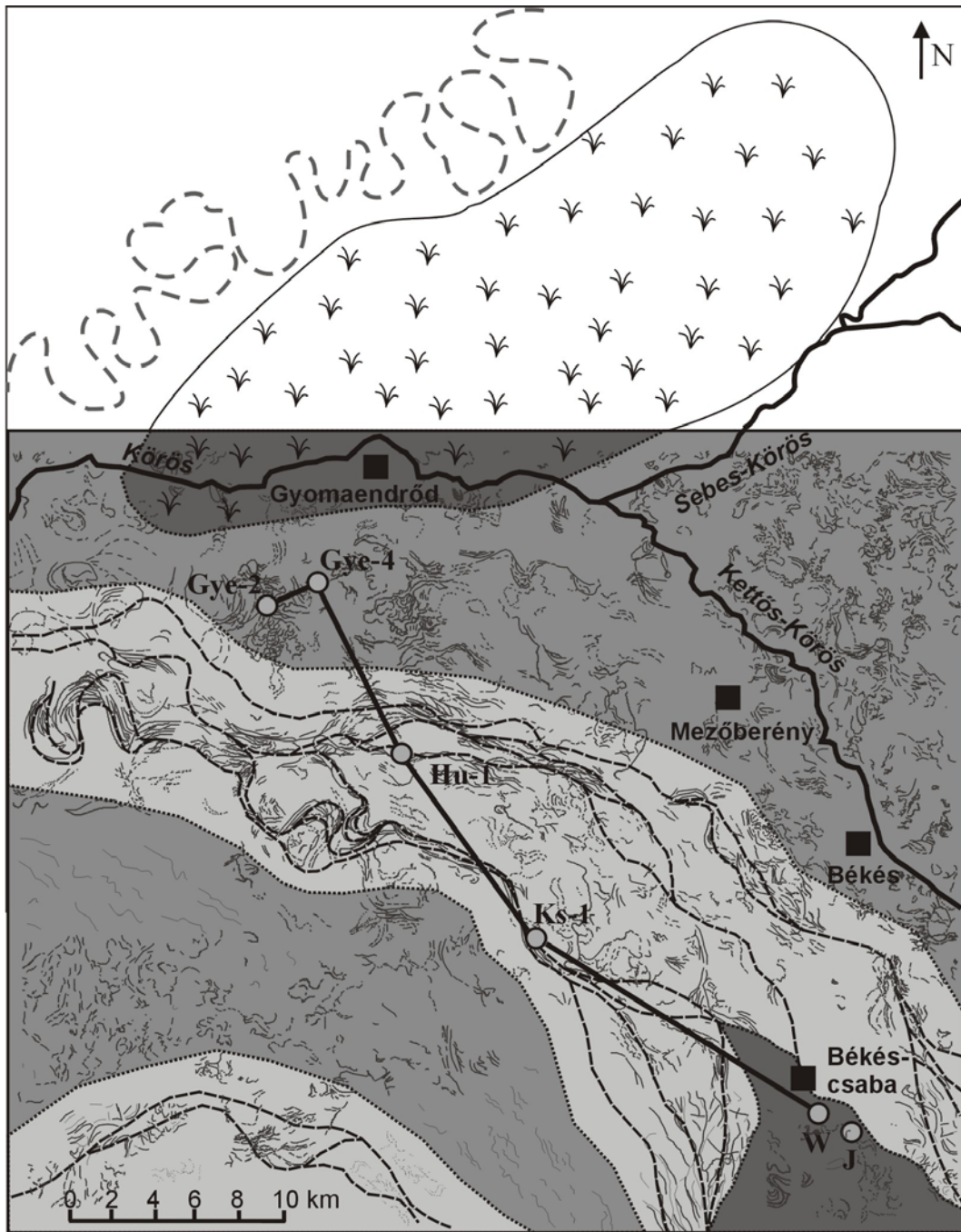
A vizsgált terület déli részén 87-90 méteres tengerszint fölötti magasságban, fonatos rajzolattal jellemezhető fosszilis meder maradványokat sikerült kimutatni (2., 3. ábra). A mederformák rajzolata alapján az egykori folyásirány DK felől történhetett. Ez a fonatos rajzolatú zóna közel párhuzamos a mai Kettős-Körös (egyesült Fekete- és Fehér-Körösök) folyási irányával. A fő mederzóna több ágra bomlik, amelyeket kiterjedt árterek kísérik, amelyeken idősebb meder generációk nyomai szintén felismerhetőek. A fonatos medrek között helyenként agyagos ártéri medencék találhatóak.



2. ábra A Körös-medencében kapott vizsgálati eredmények áttekintése.

A — Légifotó-elemzés alapján rekonstruált egykori medermaradványok, a tanulmányozott feltárások és mélyített sekélyfúrások, valamint a Dávaványa–szarvasi-zóna tektonikai elemeinek feltüntetésével (ld. az értelmezésnél). A szelvényt a 4. ábra mutatja

B — Az egykori folyóhálózat a folyószabályozás előtti természetes állapotokat tükröző térképek alapján. Az egykori meanderező folyó két ágának maradványai tisztán kirajzolódnak



- | | |
|--|--|
| Channel (C) and channel margin (CM) facies | Main palaeo river channels from SRTM data and LANDSAT images |
| Floodplain (FP) facies | Palaeo river channels from airborne photographs |
| Floodbasin (FB) facies | Present river course |
| Boreholes | Main localities |

3. ábra: A Körös medence D-i területének geomorfológiai vázlatja és fácies eloszlás térképe. A fő alluviális morfológiai elemeket légi- és űrfelvételek, valamint SRTM adatok elemzése alapján rekonstruáltuk. A szelvényt az 5. ábra mutatja.

A történelmi topográfiai térképek elemzési eredményei

A történelmi és a mai topográfiai térképek összehasonlítása során három különböző medertípust sikerült elkülönítenünk. 1. Jelenleg is aktív medrek, amelyek részben azonosak a természetes mederszakaszokkal, részben a szabályozások során (főleg a kanyarok levágásával) kialakított mesterséges csatornák. 2. A 18. század közepéig meglévő aktív medrek; melyek a szabályozás előtti állapotot tükrözik. 3. Inaktív medrek, amelyek a mederszabályozások (18. század közepe) előtti állapot maradványai, ezek nagyrészt azok a medernyomok, amelyek a légifotók alapján körvonalazhatóak.

A természetes folyóhálózat régi topográfiai térképek alapján végzett, szabályozás előtti, rekonstrukciója azt mutatja, hogy – ellentétben a légifotó-elemzés eredményeivel – csak két nagyobb zóna különíthető el a vizsgált területen (2.B ábra). Északon egy meanderező folyók hálózatával jellemezhető terület észlelhető. Úgy tűnik, hogy két nagyobb meanderező folyóág (nagyjából a mai Berettyó és Sebes-Körös, valamint a Hortobágy folyók mentén) uralta a területet. Ezek egy nagyobb mocsaras, ártéri vidéket fogtak közre, amelybe kisebb vízfolyások torkollottak, miközben itt kisebb meanderek alakulhattak ki. A Hármasköröstől délre egy fonatos övvel rendelkező folyó maradványai nyomozhatók, ahol az egyes medrek egymással párhuzamosan futnak. Feltűnő jelenség a kisebb mellékfolyók teljes hiánya. A régi térképeken a két nagyobb meanderező folyó nyomai tisztán kivehetők, azonban a kis meanderek és a fonatos medrek elemei elmosódnak, gyakran követhetetlenek.

A fúrás rétegsorok és a feltárások üledékföldtani értelmezése

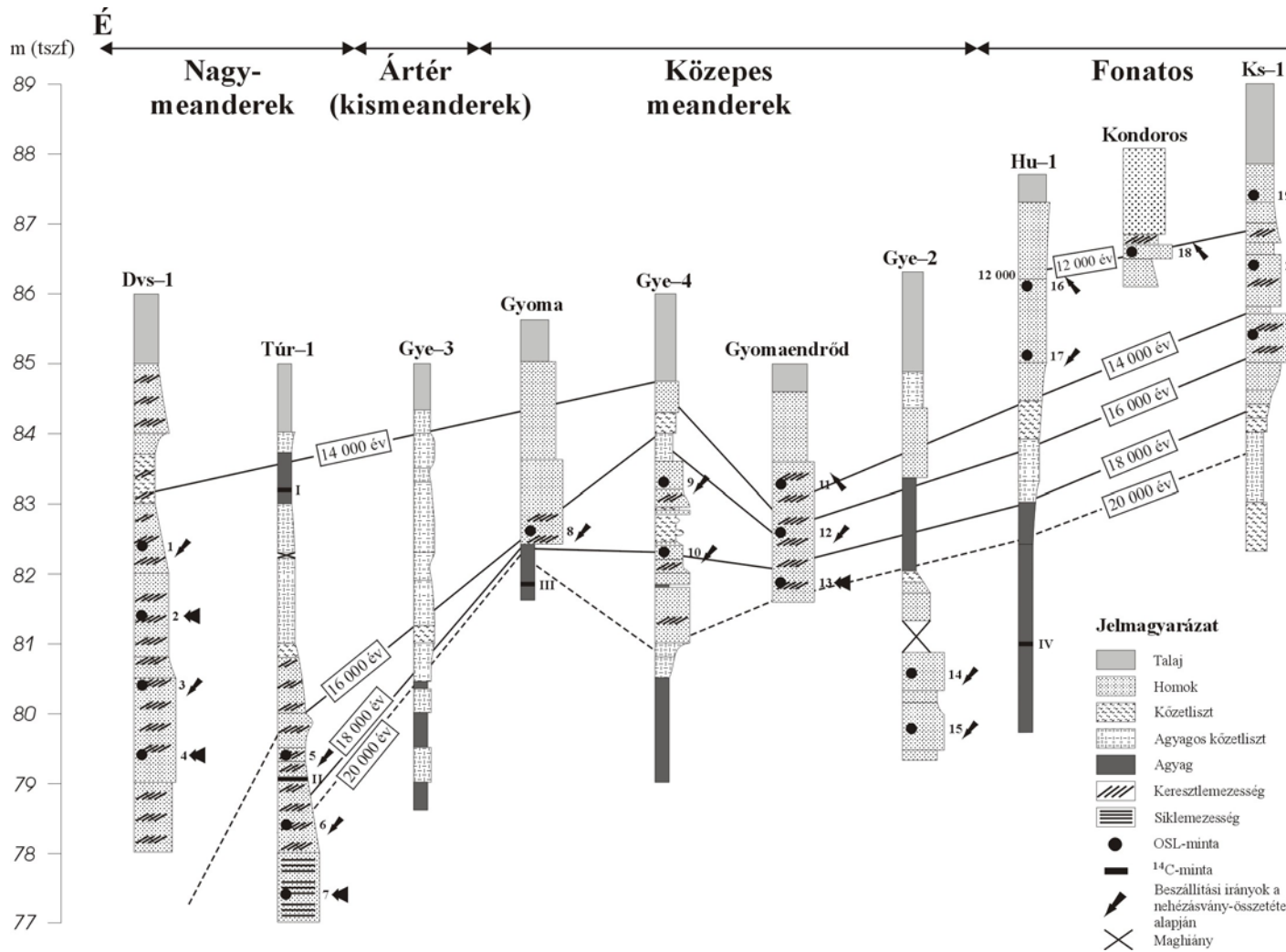
Az északon található nagymeanderes zóna (Dvs–1 és Túr–1 fúrás) üledékei 5-6 m vastagságú ciklusokba rendezett, fölfelé finomodó, homokos-aluritos képződmények (4. ábra). Alsó részük finom-középszemcsés, keresztretegzett homok. A 0,1–0,5 méter vastag kötegek sík- és vályús keresztretegzettséget mutatnak, és fölfelé aleuritba mennek át. A közepes meanderekkel jellemzett területen (Gyoma, Gyomaendrőd, Gye–4 és Gye–2 fúrás, 4., 5. ábra) legalább három különböző homokosorozat különíthető el közvetlenül a felszín alatt. Mindegyik egység 2-3 méter vastag, fölfelé finomodó, kereszt- és síkrétegzett, finomszemű homokból álló, aleurittal fedett kis ciklus. A gyomai és gyomaendrődi felszíni szelvények keresztretegzett, finom-középszemű homokot tárnak fel.

A két nagyobb egykori meanderező folyóág közötti mocsaras területen mélyült Gye–3 fúrás agyagos aleuritot és agyagot tárt fel (4. ábra).

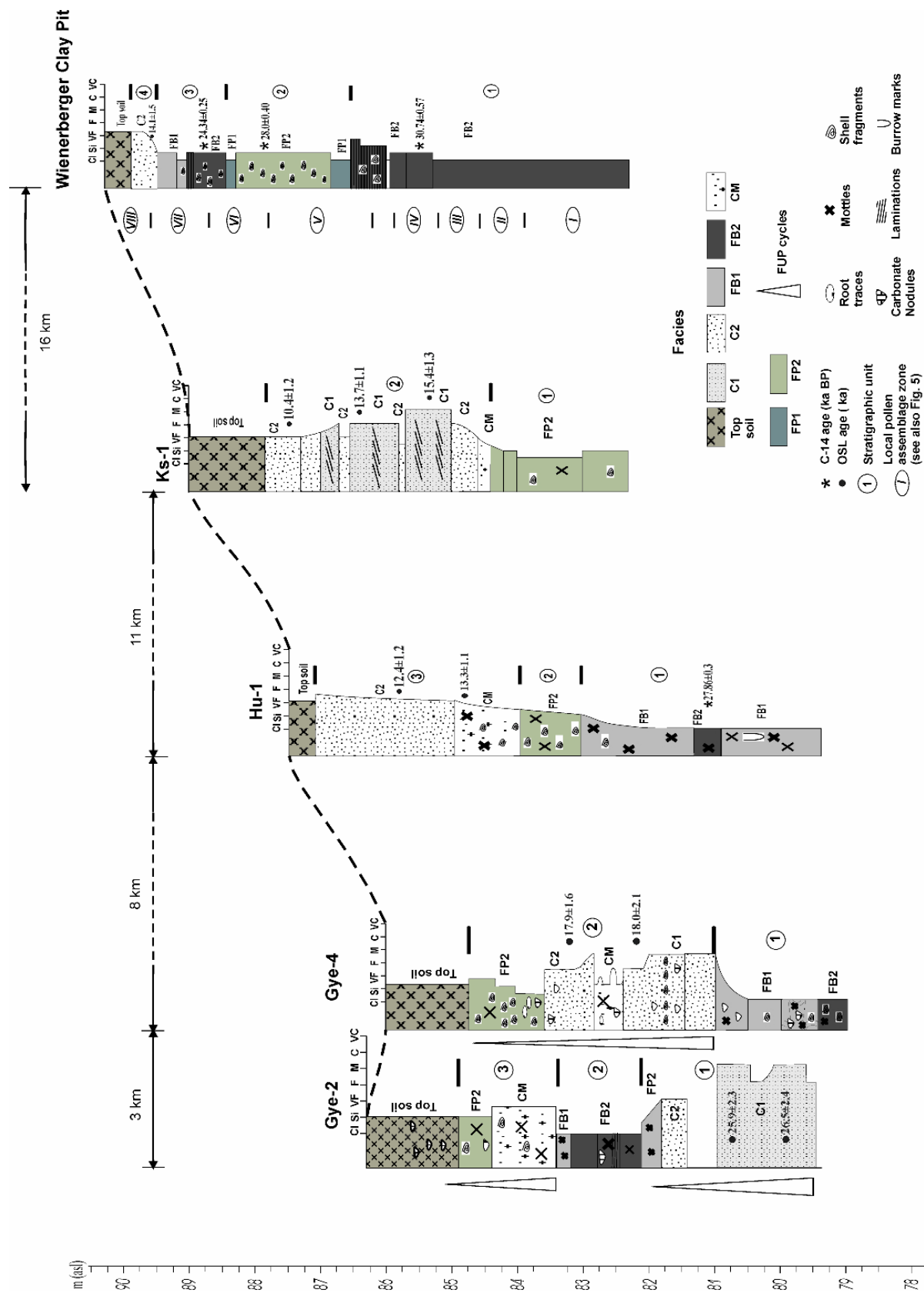
A fonatos öv legfelső üledékei (3-4 méterrel a felszín alatt; Hu–1, Kondoros és Ks–1) finom-középszemű (helyenként durvaszemcsés), keresztretegzett homokok (4., 5. ábra). A 0,1–0,5 méter vastag kötegek belső szerkezetét sík, illetve vályús keresztlemezek alkotják. A meanderes zónákra jellemző felfelé finomodó üledékciklusok itt teljesen hiányoznak a rétegsorokból, jó egyezést mutatva a légifotók és topográfiai térképek alapján rekonstruált fonatos mederalak és a kitöltő üledéksor jellege közötti kapcsolattal.

A Körös medence D-i részén a Wienerberger agyagbánya az ártéri medencék tipikus rétegsorát tárta föl (5. ábra). A masszív szürke-barna kőzetlisztes agyag helyenként laminált, mollusca héjtöredékekben gazdag, egyes rétegei szürkésfehér karbonát-konkréciókban gazdagok.

A kutatási terület képződményeinek részletes litofációs tagolását a terület D-i részének fúrásaira és feltárásaira dolgoztuk ki részletesen, amit az 1. táblázat összegez. Négy fő fácies csoportot különítettünk el: homokos meder (C), kőzetlisztes-homokos meder peremi képződmények (CM), ártéri (FP) és ártéri medence (FB) üledékek.



4. ábra. A fúrásokon és feltárásokon keresztül szerkesztett szelvény (a nyomvonalat ld. a 2. ábrán). Az OSL- és ¹⁴C-koradatokat az 2. táblázat tartalmazza. Az egyes eltérő mederrajzolatú zónák rétegsorai jól tükrözik az eltérő folyójelleget. Az eltérő üledékvastagságok a süllyedés mértékének változásával függenek össze



5. ábra A Körös medence D-i részén húzódo szelvény (a nyomvonalat ld. a 3. ábrán)

Facies	Colour	Description	Occurrence
C: Channel Facies			
C1	Light brown	Fine to medium loose sand with abundant muscovite mica grains, mottling rare.	Gye-2 (unit 1), Gye-4 (unit 2), Ks-1 (unit 2)
C2	Light brown with grey patches	Fine, loose sand, laminated with faint grey mottles.	Gye-2 (unit 1), Gye-4 (unit 2), Hu-1 (unit 3), Ks-1 (unit 2), Wb (unit 4)
CM: Channel Margin Facies			
CM	Light- to dark brown	Sandy silt to silty sand with frequent occurrences of yellow to brown coloured mottles, carbonate nodules present and mica grains abundant, shell fragments common in sandy layer and fine laminations in silty part.	Gye-2 (unit 3), Gye-4 (unit 2), Hu-1 (unit 3), Ks-1 (unit 2)
FP: Floodplain Facies			
FP1	Light grey to grey	silty clay to clay, light to dark brown mottles, no carbonate, patches of organic accumulation, occasional fine laminations.	Wb (unit 2)
FP2	Light to dark brown	Silty clay, faint mottles with carbonate-coated roots (<1 mm thick and ~0.5 cm long), broken shell fragment abundant, prominent patches of very dark colour organic matter accumulations.	Gye-2 (units 1, 3), Gye-4 (unit 2), Hu-1 (unit 2), Ks-1 (unit 1), Wb (unit 2)
FB: Floodbasin (Backswamp) Facies			
FB1	Light to dark brown	Silty clay with brown mottles, some shell fragments are presents (bivalves and planispiral mollusks), well laminated and highly oxidized, frequent carbonate nodules and organic matter accumulations, clay translocation features common.	Gye-2 (unit 2), Gye-4 (unit 1), Hu-1 (unit 1), Wb (unit 3)
FB2	Light to dark grey	Silty clay to clay with dark brown mottles, variable concentration of organic matter, some locations highly fossiliferous (shell fragments), laminations are absent, isolated carbonate nodules, smaller carbonate nodules are also common at places.	Gye-2 (unit 2), Gye-4 (unit 1), Hu-1 (unit 1), Wb (units 1, 3)

1. tábla A Körös medence D-i részén feltárt képződmények fácies beosztása

A kormeghatározások eredményei

A folyóvízi üledékek nagyrészenek OSL-vizsgálatokon alapuló kora a Körös medence területén a 10 000–27 000 év közötti tartományba esik a mai felszín alatt 1,5–7,6 méteres mélységközben. (2. táblázat). Ez az időzóna a késő-pleiniglaciális–késő-glaciális periódusának felel meg. Ennél néhány minta idősebb korú, már a MIS 3 időtartományba esik (Törökszentmiklós, Csabacsúd), míg a kalibrációs célból vett minták recensnek tekinthetők (Tószeg, Gyomaendrőd). Az OSL koradatok sztratigráfiaailag illeszkednek a fúrásokból – ellenőrzés, illetve kalibráció céljából – vett szervesanyag-maradványok ¹⁴C-izotóp koradataihoz.

A nagymeanderes északi öv keresztretegzett homokjában mért OSL-korok 14 000 év körülnek (Bølling) adódtak a Dvs-1 fúrásban, és 16 000–18 000 évesnek (Ságvár-Lascaux interstadiális, vö. Sümegi, Krolopp 2002) a Túr-1 fúrásban (2. táblázat, 4. ábra). Az utóbbiban a fedő ártéri üledékből vett ¹⁴C-izotópos kor 14 840 és 15 890 év cal BP közé esik. A Túr-1 fúrás alsó ¹⁴C-mintájának (II. minta: 16260–15430 év cal BP) szénizotópos kora szintén jó egyezést mutat a fekvő és fedő homokokból nyert OSL-korokkal (5. és 6. sz. minták: 16 200±1 700 év ky, illetve 17900±2400 év). A Túr-1 fúrásból – 7,6 méteres mélységből, vízszintesen rétegzett homokból – vett legidősebb, 7. számú minta kora 22 800 év körüli, azaz eltérő kifejlődésű egységet képvisel a felette található felfelé finomodó övzátany sorozat keresztretegzett homokjától.

A közepes méretű meanderekkel jellemzett öv területén 29 000 év a legidősebb tőzegtartalmú minta kora (Gyoma, 3,8 méteres mélység). A különböző felfelé finomodó övzátanyosorozatok homokos egységeinek kora ebben a zónában 26 000–12 000 év között váltakozik 6,6–1,6 méter felszín alatti mélységben (Gyoma, Gyomaendrőd, Gye-4, Gye-2, 2. táblázat, 4. ábra). Néhány hasonló korú homokrteg jól korrelálható egymással, mint pl. a 18 000 év korú homokok Gyomaendrőd és a Gye-4 fúrás között, vagy a 16 000 év korú homokok Gyoma és Gyomaendrőd között (4. ábra).

A fonatos mederöv homokos üledékeiben mért korok fiatalabbak a meanderes övekben kapott koroknál. Ezek 10 000–15 000 év közöttiek a 0,5–3,7 méteres mélységben, preboreális, fiatal Dryas, Bølling-Allerød interstadiális és idős Dryas periódusokat jeleznek (2. táblázat). Szintén a fonatos folyótevékenységhez kapcsolódó homokokat tárt fel a Wienerberger és Jamina agyagbányák legfelső rétege is, amelyek kora jó egyezést mutat a többi fonatos jellegű homokminta korával (2. táblázat, 5. ábra). Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy korábban a magyarországi holocénból nem volt ismeretes fonatos jellegű folyótevékenység.

Körös			
sample	depth (cm)	sediment	OSL age (ka)
Törökszentmiklós 1.70 m	170	very fine sand (fluvial)	23,5 ± 1,5
Törökszentmiklós 4.00 m	400	medium sand (fluvial)	37,0 ± 2,6
TÚR-1. 5.50-5.70 m	560	very fine sand (fluvial)	16,2 ± 1,7
TÚR-1. 6.50-6.70 m	660	fine sand (fluvial)	17,9 ± 2,4
TÚR-1. 7.50-7.70 m	760	medium sand (fluvial)	22,8 ± 2,0
TÚR-9. 4.50 m	450	medium sand (fluvial)	14,1 ± 1,4
TÚR-9. 6,30 m	630	medium sand (fluvial)	14,2 ± 1,6
TÚR-9. 7,40 m	740	medium sand (fluvial)	14,7 ± 1,5
DVS-1. 3.50-3.70 m	360	very fine sand (fluvial)	14,1 ± 1,2

DVS-1. 4.50-4.70 m	460	fine sand (fluvial)	14,2	±	1,4
DVS-1. 5.50-5.70 m	560	medium sand (fluvial)	14,4	±	1,1
DVS-1. 6.50-6.70 m	660	medium sand (fluvial)	14,4	±	1,4
GYE -2. 5.60-5.90 m	575	medium sand (fluvial)	25,9	±	2,3
GYE -2. 6.45-6.65 m	655	medium sand (fluvial)	26,5	±	2,4
GYE -4. 2.60-2.80 m	270	very fine sand (fluvial)	17,9	±	1,6
GYE -4. 3.60-3.80 m	370	very fine sand (fluvial)	18,0	±	2,1
Gyomaendrőd 1.70 m	170	medium sand (fluvial)	12,2	±	1,3
Gyomaendrőd 2.50 m	250	medium sand (fluvial)	16,0	±	1,2
Gyomaendrőd 3.20 m	320	medium sand (fluvial)	19,0	±	1,7
Gyoma 3.00 m	300	medium sand (fluvial)	15,9	±	1,5
Csabacsúd 0.60 m	60	coarse sand (fluvial)	37,4	±	3,0
Csabacsúd 1.10 m	110	coarse sand (fluvial)	47,2	±	4,0
Kondoros 3.40 m	340	medium-coarse sand (fluvial)	11,9	±	1,1
HU-1. 1.50-1.70 m	160	very fine sand (fluvial)	12,4	±	1,2
HU-1. 2.50-2.70 m	260	very fine sand (fluvial)	13,3	±	1,1
KS-1. 1.50-1.70 m	160	very fine sand (fluvial)	10,4	±	1,2
KS-1. 2.50-2.70 m	260	fine sand (fluvial)	13,7	±	1,1
KS-1. 3.50-3.70 m	360	medium sand (fluvial)	15,4	±	1,3
Tószeg	35	fine sand (fluvial)	0,045	±	0,006
Gyomaendrőd	35	fine sand (fluvial)	0,150	±	0,011
Békéscsaba, Jamina ab.	70	fine sand (fluvial)	10,24	±	1,23
Békéscsaba, Winerberger ab.	50	fine sand (fluvial)	14,10	±	1,49

Érmellék					
sample	depth (cm)	sediment	OSL age (ka)		
Salacea (Szalacs)	200	loess	46,70	±	3,87
Salacea (Szalacs)	380	loess	48,47	±	5,09
Chet (Magyarkéc)	160	loess	25,20	±	2,97
Tarcea (Értarcsa)	320	coarse-medium grained sand (fluvial)	40,36	±	3,84
Tarcea (Értarcsa)	450	medium grained sand (fluvial)	42,09	±	3,80
Marghita (Margitta)	120	loess	38,95	±	4,66
Marghita (Margitta)	280	loess	43,74	±	9,17
Vámospércs	140	medium grained sand (eolian)	9,27	±	0,82
Vámospércs	260	medium grained sand (eolian)	9,67	±	0,87
Carei (Nagykároly)	160	medium grained sand (fluvial)	39,20	±	4,20
Carei (Nagykároly)	250	medium grained sand (fluvial)	45,48	±	4,10

2. tábla A Körös medence és tágabb térségében végzett OSL kormeghatározások eredményei

A Wienerberger agyagbányából mért három AMS-radiokarbon kor 31-24 ka időintervallumot, azaz az utolsó eljegesedés előtti üledékképződést jelez. (W-3A (02332) 24.34±0.25 ka, W-2(02331) 28.0 ± 0.4 ka, W-1B (02330) 30.74±0.57 ka).

Behordási irányok meghatározása nehézasvány-vizsgálatok alapján

A nehézasvány-vizsgálatok kimutatták, hogy a tanulmányozott mintákban amfibolok, piroxének, gránátok, magnetit és néha klorit a fő összetevők (6. ábra). Gyakorlatilag ugyanazok az ásványok fordulnak elő minden mintában. A Tisza-völgy jelenlegi folyóinak üledékeiben egyébként nagyon ritkán fordul elő csak egy adott lehordási területre jellemző indikátorásvány. Ez a vízgyűjtő területek hasonló földtani felépítésének a következménye. Természetesen, az összetevők mennyiségében már kimutatható különbségek vannak, amelyet klaszteranalízis segítségével vizsgáltunk (6. ábra). Az ásványi összetétel mennyiségi elemzése azt mutatta, hogy a minták döntő többségére a magas piroxén–hornblende–gránát– (magnetit–klorit) tartalom jellemző, hasonlóan a Tiszához és északi mellékfolyóihoz, így feltételezzük, hogy ezek az üledékek szintén ÉK felől érkeztek a vizsgált területre. Néhány homokminta összetétele a Berettyó és a Körösök gránát–hornblende–piroxén tartalmú üledékeinek összetételéhez volt hasonló, ezek keleti szállításra utalnak. Az északkeleti és keleti behordási irányok uralkodóan a nagy- és közepes meanderek zónáira jellemzőek (4. ábra). Csak elenyésző számú mintában volt kimutatható klinopiroxén–gránát–hornblende dús összetétel, amely a mai Fehér-Körös vagy Maros üledékének összetételéhez hasonló és délkeleti szállítási irányt jelez. Ilyen minták elsősorban a fonatos övre jellemzőek (4. ábra).

Csoportok	A csoportok fő nehézasványai	Minták	Jelenlegi folyók hasonló összetételű üledékkel	Beszállítási irányok
—	kpx, gr, amh	11, 18	Fehér-Körös, Maros (Bodrog)	DK
	gr, amh, px	2, 4, 7, 16	Berettyó, Fekete-, Hármaskörös (Maros) K, ÉK (DK)	
—	px, amh, gr, m	3, 6, 20, 12, 13, 14, 15, 19	Tisza, Bodrog, Szamos, Sajó	ÉK, É
—	amh, px, gr, kl	1, 5, 8, 9, 10, 17	Tisza	ÉK
—	amo, px, m	21	Fehér-Körös (Hármaskörös)	DK
—	gr, px, amh, m		Tisza, Sebes-Körös, Sajó, Hernád, Zagyva	ÉK, ÉNy
—	px, amh, m		Fekete-Körös, Tisza, Bódva	DK, ÉK

6. ábra A mai folyók üledékeinek nehézasvány-összetétele és szállítási irányai és a hasonló összetételű minták.

Kpx = klinopiroxén, gr = gránát, amh = hornblende, px = piroxén, m = magnetit, chl = klorit, amo = oxy-hornblende

Mágneses vizsgálati eredmények

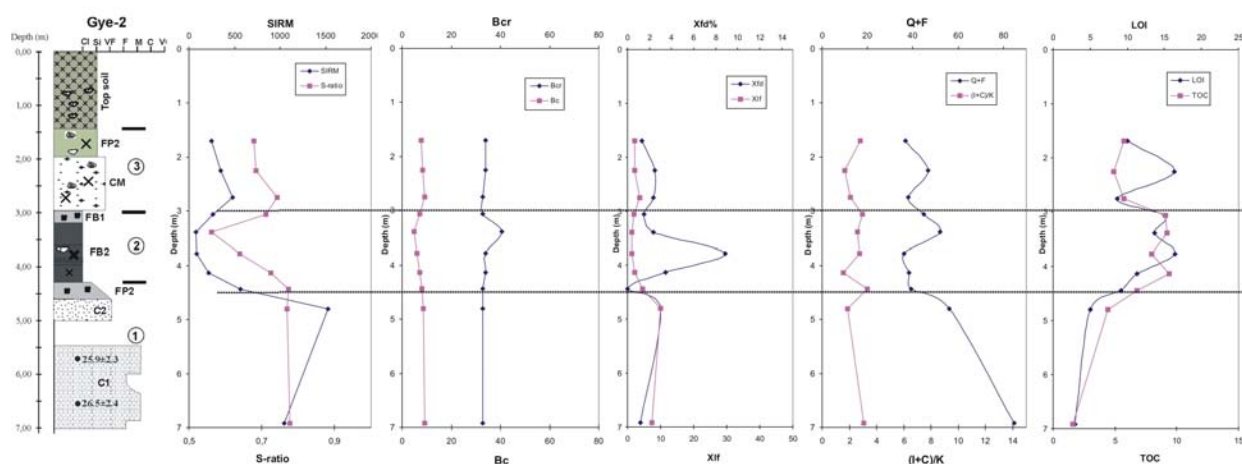
A különböző fáciesek mágneses jellemzőit és a különböző paraméterek átlagértékeit a 3. táblázat összegzi. A SIRM értékei a χ_{f} függvényében ábrázolva jelzik a magas ferrimágneses anyag koncentrációt minden fáciesben. Bár az egyes fácieseket nem könnyű elkülöníteni, az ártéri medencéből (FB) és a mederből (C) származó mintákhoz általában magasabb SIRM-értékek, míg az ártéri (FP) üledékekhez alacsonyabb SIRM-értékek tartoznak (3. táblázat). A mederfácies szuszceptibilitása a legmagasabb ($\chi_{f} = 11.80 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg} - 17.85 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$), amely jelzi, hogy uralkodó mennyiségben a detritális ferromágneses ásványok vannak jelen. Másrészt, a legtöbb fácies alacsony χ_{fd} -átlagértéke

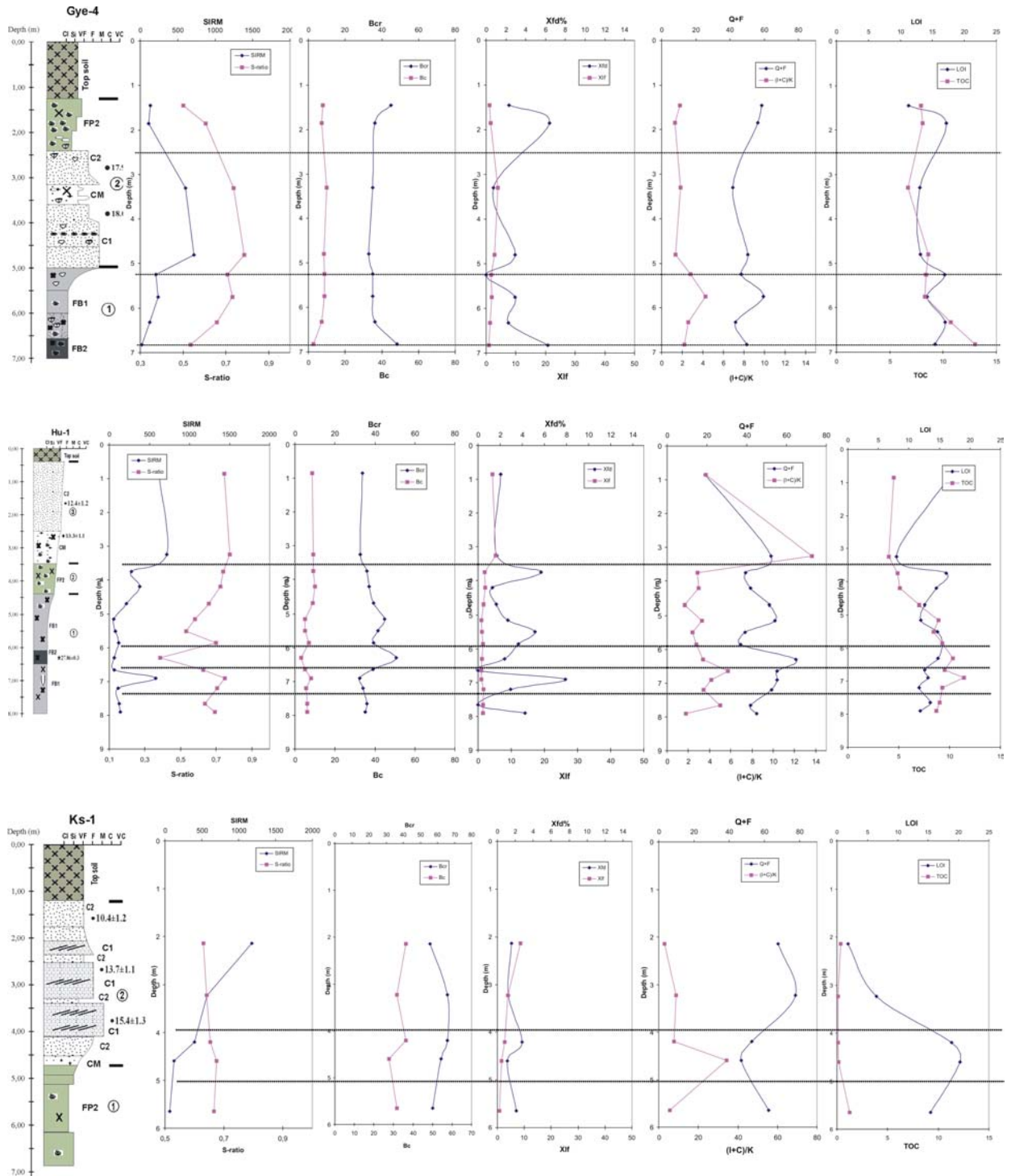
(<5%) (kivéve néhány mintát az FB és FP fáciesekből, ahol az érték meghaladja a 10%-ot) szuperparamágneses (SP) magnetit magas koncentrációját jelzi.

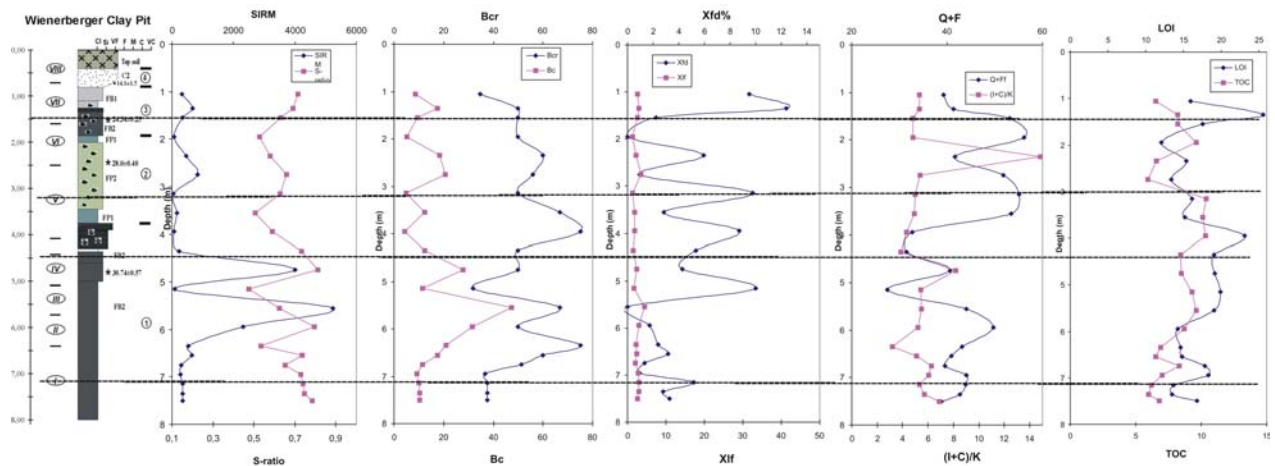
Facies	K _{lf} (10 ⁻³)	χ _{lf} (10 ⁻⁸ m ³ /kg)	χ _{hf} (10 ⁻⁸ m ³ /kg)	χ _{fd} %	SIRM (10 ⁻⁵ Am ² /kg)	SIRM/χ _{lf} (kA/m)	SIRM/K _{lf}	Mr/Ms	Bocr (mT)	Bc (mT)	Bocr/Bc	S-ratio
C1	52.25	11.80	5.52	1.73	442.90	539.39	11.06	0.07	46.79	21.42	2.77	-0.71
C2	54.00	17.85	5.49	2.62	715.60	232.48	10.39	-0.21	44.20	17.81	3.21	-0.72
CM	28.50	7.09	3.25	1.68	429.45	139.64	13.39	-0.12	39.29	12.83	3.42	-0.72
FP1	14.75	1.52	1.45	4.35	68.67	45.98	4.76	0.01	62.50	4.72	13.51	-0.56
FP2	18.95	3.73	2.05	3.51	293.49	125.49	13.62	-0.11	46.44	12.54	4.48	-0.64
FB1	14.27	2.04	1.52	2.99	158.41	95.45	10.58	-0.37	38.07	6.67	6.42	-0.65
FB2	20.66	2.51	2.13	4.20	836.08	310.98	32.80	-0.01	45.60	14.03	4.72	-0.68

3. tábla A különböző fciesű folyóbvízi képződmények mágneses paramétereit

A SIRM és a χ_{lf} nagysága függ a mágneses anyag koncentrációjától, míg hányadosuk a szemcseméretre érzékeny. A SIRM/χ_{lf} értékeket a B_{cr} függvényében ábrázolva a ferri- és ferromágneses ásványok mágneses doménjeinek méretére következtethetünk (Bradshaw and Thompson, 1985). Általánosan elmondható, hogy a SIRM/χ_{lf} -érték nagy változatosságot mutat. A B_{cr} 30–45 mT közötti átlagértékei a ferrimágneses és antiferromágneses ásványok közös előfordulására utalnak. A remanens koercitivitás (B_{cr}) értéke függ a szemcsemérettől, de ugyanakkor érzékeny arra, hogy milyen mágneses ásvány van a mintában, valamint értéke növekszik az antiferromágneses ásványok koncentrációjával párhuzamosan. Az FP és FB fácies néhány mintájának B_{cr}-értékei meghaladják a 60–70 mT-t, amely erős antiferromágneses komponens jelenlétét jelzi. A minták negatív S-aránya is a magas koercitivitású ásványok nagyobb részarányát jelzi. A SIRM/χ_{lf} és a B_{cr} aránya (6a ábra) alapján elmondható, hogy a meder és meder peremi fáciesből származó minták elsősorban durvaszemcsés mágneses anyagot, míg az ártéri üledékek kevert anyagot tartalmaznak. Bár nagyszámú minta esik a multidomén mezőbe, néhány minta egydoménű tulajdonságokat mutat. Az ártéri medencéből származó minták nagyon változatosak; a szemcseméretük változó és a Wienerberger agyagbánya mintái kivételesen magas SIRM/χ_{lf}-értéket mutatnak (közel 1000 kA/m), amiből a pirrotin, vagy a greigit jelenlétére következtethetünk, amelyek erősen redukív környezetben kialakult vas-szulfid ásványok.



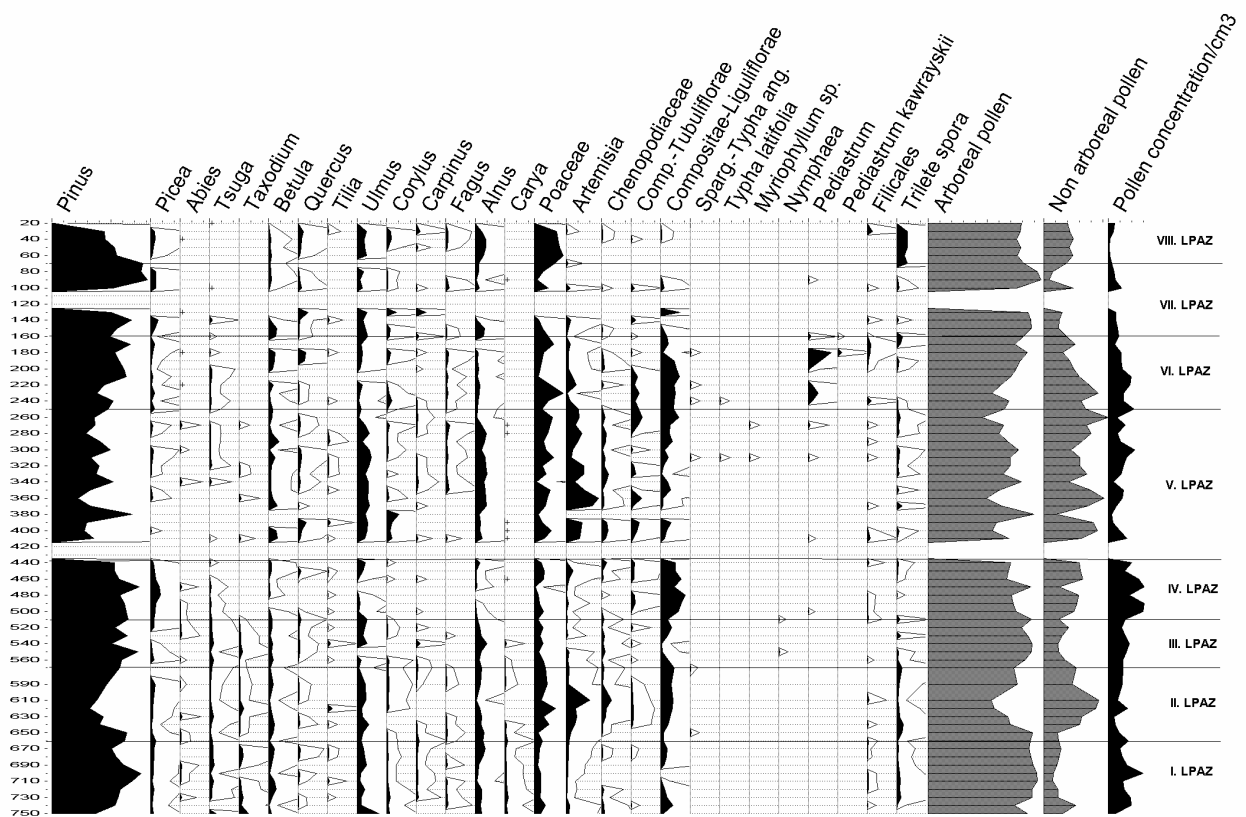




7.ábra A Gye-2, Gye-4, Hu-1, Ks-1 fúrások, valamint a Wienerberger agyagbánya rétegsorainak mágneses tulajdonságai

Pollenvizsgálat eredmények

A Wienerberger bánya pollenvizsgálati eredményei jelentősen növelték ismereteinket az utolsó eljegesedést megelőző időszak (MIS 3) öskörnyezeti viszonyairól. Az agyagbánya 7,5 m-es rétegsorát (5. ábra) 8 pollenzónára tagoltuk (8. ábra). A legalsó I pollenzóna olyan együttest tartalmaz, amelyre jelenleg nincs recens analógia Európában (túlevelű erdőben kevert lomboserdő foltok, jelenleg É-Amerika K-i partvidékére jellemző). A nem fásszárú növények alacsony pollenkoncentrációja azt jelzi, hogy az erdő az alacsonyan fekvő területekre is kiterjedhetett, vízi élővilágra utaló nyom nem volt. A mágneses ásványok alacsony koncentrációja szintén kevésbé neves éghajlatot valószínűsít. Ennek a rétegnak a becsült kora 40 ezer év.



8. ábra A Wienerberger agyagbánya pollenzónái

A II. pollenzóna szárazabb és hűvösebb éghajlatot jelez, és az erdő kiterjedését. Ezt az erdős területek további térhódítása jellemezte melegebb és nedvesebb klímán, amit a III. pollenzóna lombhullató fák megnövekedett pollentartalma jelez. A megjelenő vízi környezetre utal a *Nymphaea* jelenléte. A IV. pollenzóna tartalmazta a legjobb megtartású, szinte biztosan autochtonnak mondható pollen együttest. A *Picea* és más lombhullató fák pollenjeinek gyakorisága vegyes erdő jelenlétére utal. Ennek a zónának a kora radiokarbon adat alapján kb. 30 ka. Ez jó egyezést mutat Sümegi és Krolopp (2002) öskörnyezeti rekonstrukciójával, amely 32 és 28 ezer évek között termofil faunaelemeket mutatott ki, és az Alföld D-i részére 18–19 °C júliusi átlaghőmérsékletet jelzett.

Az V. pollenzóna alsó határa bizonytalan, és a rossz megtartású pollenek hűlést és az erdő visszaszorulását jelzik (lágyszárú növények pollenjeinek dúsulása). Ennek a zónának a kora radiokarbonkor alapján kb. 28-30 ka. Az ezzel egyidejű vízi környezetet a *Sparganium/Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Myriophyllum* és *Pediastrum* pollenek jelzik.

Ezt az időszakot az erdő jelentős csökkenése követte, (VI. pollenzóna, AP jelentős csökkenése), amely 25-28 ezer éve volt. Ezzel összhangban ebben az időszakban Sümegi és Krolopp (2002) xerofil mollusca fauna jelenlétét mutatta ki a Kárpát medencében (*Puilla triplicata*). Ebben az időszakban a vizsgált területen vízi környezetet jelez a *Pediastrum* jelenléte. A VII és VIII pollen zónák (24 ka és fiatalabb) a szemesek rossz megtartása miatt csak nagy bizonytalansággal voltak értelmezhetőek.

A folyófejlődés kapcsolata a neotektonikával és a klímaváltozásokkal

A legfontosabb kérdés a tér- és időbeli kapcsolatok tisztázása az eltérő mederrajzolatú zónák (különböző méretű meanderek és fonatos rajzolat) között. Egy időben léteztek-e egymás mellett különböző jellegű folyók, vagy egy folyó/folyórendszer folyamatos fejlődésének időbeli eseményeit látjuk? Másik fontos kérdés, hogy a folyófejlődést klimatikus, illetve tektonikai hatások irányították-e, és milyen volt ezek egymásra hatása.

A különböző medermaradványokat a korábbi kutatások (Mike 1975, Papp 1960) is említik. Az északon található nagymeander-nyomokat a késő-würmben az Érmellék mentén folyó Ős-Tiszának tulajdonították, míg az általunk kismeandereknek nevezett egykori medernyomokat kutatási területünk középső részén Papp (1960) a Körösök egykori medreinek tartotta. A korábbi szakirodalomban a legellentmondásosabb a fonatos medermaradványok értelmezése. Mike (1975) ezeket áradási nyomoknak tartotta, míg Somogyi (1961) és Borsy (1990) a Maros egykori hordalékkúpjával hozták kapcsolatba.

A légifotók és történelmi térképek elemzése alapján kirajzolódott nagymeanderek elrendeződése alátámasztja, hogy egy egykori kanyargós nagy folyó ÉK felől érkezett a területre. A korábbi képet pontosítani tudtuk annyiban, hogy az egykori folyónak egy nagyobb és egy kisebb ágát azonosítottuk, amelyek egy ártéri medencét fogtak közre (2.B ábra). A fúrási rétegsorok alapján az északi, nagymeanderes folyóágban az övzátonosorozatok vastagsága 5-6 m-es egykori vízmélységű meder jelenlétét támasztja alá (Túr-1, Dvs-1 fúrás). Az ártéri üledékek kevésbé jellemzőek a Dvs-1 fúrás rétegsorára, ahol az egymásra rakódott keresztarégtett homokok inkább egymásba vágódó medreket valószínűsítene (4. ábra). A déli folyóágban az övzátonosorozatok vékonyabbak, ami kisebb mederméretre utal (Gye-4 és Gye-2 fúrás). Mindezek alapján arra következtetünk, hogy a főág az északi volt, míg ettől délebbre egy valamivel kisebb meanderező folyóág létezett (4. és 5. ábrák).

Az északi mederöv felhagyott kanyarulatainak mérete a mai Tisza szabályozás előtti méreteivel közel azonosak. Ráadásul a nagy- és közepes meanderekkel jellemzett zónából származó homokminták nehézasvány-összetétele is azonos a mai Tisza üledékeivel, így ez a folyóöv a hajdani Érmelléki-süllyedéken a késő-pleisztocén idején átfolyó Ős-Tiszával azonosítható. Ezt az üledékekben mért 14 000 éves vagy annál idősebb koradatok is alátámasztják, ugyanis a Tisza északra vágódása egyidejű a Bodrogi-medence süllyedésével, amely pedig csak a késő-glaciális során következett be (Gábris 1998; 2002). A nehézasvány-vizsgálatok ugyanakkor azt is mutatják, hogy keleti irányból is szállított üledék az Ős-Tisza egykori alluviális síkságára (6. ábra). Ez arra utal, hogy a Körösök ősei ebben az időszakban az Ős-Tisza mellékfolyóiként már szintén itt folytak.

A két meanderező ág által közrefogott ártéri medencében mélyült Gye-3 fúrás teljes rétegsora agyagos aleuritot tárt fel (4. ábra). A folyószabályozás előtti állapotokat rögzítő 18. századi topográfiai térképek elemzése szintén azt mutatta, hogy a terület a mocsaras, vizenyős volt.

Az ÉNy-DK-i csapású, fonatos mederöv kb. 10 km széles zónában volt nyomozható, egykori DK felől történő folyásirányra utaló medermaradványokkal. Ez arra utal, hogy legalább két eltérő szállítási irányú és szedimentációs jellegű folyórendszer létezett a területen a pleisztocén végén. Ez a folyótípus délről részben átfedi a meanderező folyók medreit, üledékei a meandermaradványoknál 2-3 méterrel magasabban fekvő homok „gerinc” formájában helyezkednek el. A fonatos folyórendszer későbbi kialakulását az OSL-koradatok is bizonyítják: a fonatos medrek homokjai 10 000–15 000, míg a meanderes zónák üledékei 14 000–18 000 évesek. (2. tábla).

Mindez arra utal, hogy jelentős változás következett be a terület vízhálózat fejlődésében, amikor egy fonatos folyórendszer DK felől belépett az Ős-Tisza és a Körösök alluviális síkságára. Ez a folyamat 10 000–15 000 évvel ezelőtt, a késő-glaciális folyamán

zajlott. A fonatos folyórendszer felbukkanása többé-kevésbé egyidejű azzal az időszakkal, amikor a Tisza elhagyta az Érmelléken keresztül vezető medrét, és folyásirányát megváltoztatva a süllyedő Bodrogtörvény irányának vette útját.

A fonatos zóna szelvényeinek szedimentológiai jellege (4. és 5. ábrák) viszonylag sekély, medrüket gyorsan változtató homokos üledékeket szállító fonatos folyóágak jelenlétét támasztották alá. Az azonos korú homokok a Hu-1 fúrás szelvényében kissé alacsonyabban helyezkednek el, mint a Kondoros, illetve Ks-1 szelvényekben, amelyek az egykori esésviszonyokat is tükrözhetik. A Fekete- és Fehér-Körösök jelenlegi esésgörbéje szintén nagyobb, mint a Berettyóé és a Sebes-Körösé. A homokminták nehézasvány-összetétele alapján az üledékek jelentős része DK-i irányból érkezett a területre, így a fonatos folyórendszer a Fekete-, illetve Fehér-Körös ősenek tekinthető. Ugyanakkor az ÉK-i forrásterületről származó üledékek jelenléte a korábban lerakódott üledékek időszakos átülepítésére utal.

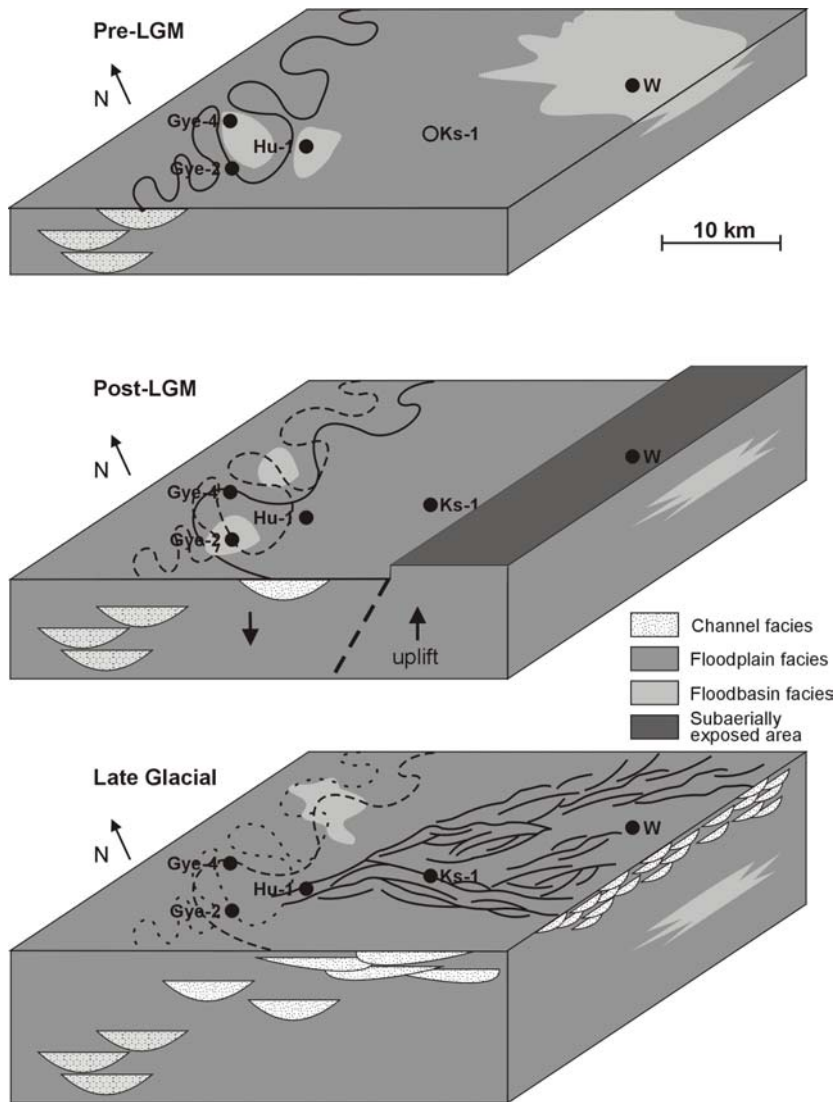
A délkeleti szállítási irány alapján felmerülhet a gyanú, hogy a fonatos öv a Maros elődje is lehet, mint ahogyan ezt korábbi szerzők (Somogyi 1961, Borsy 1990) is feltételezték. A Maros hordalékkúpja három jól elkülöníthető kavicsszintet tartalmaz (Urbancsek 1960, 1965), amelyek közül a középső nyúlik ÉNy-i irányba, jelezve, hogy a Körös-medence süllyedése a középső-késő- (?) pleisztocén során a Marost is maga felé vonzotta. A hordalékkúp legfelső (felső-pleisztocén) kavicsszintje azonban K-Ny-i kiterjedésű, azaz a Körös-medence D-i részén a felszínen nyomozható fonatos folyómeder-maradványok már biztosan nem hozhatóak kapcsolatba az egykori Maros ágakkal.

A terület D-i részén végzett részletes vizsgálatok ugyanakkor a folyófejlődés fázisainak finomítását tették lehetővé. A részletes vizsgálatok alapján 3 fő fázist jelöltünk ki: (I) pre-LGM (> 30 – 24 ka), (II) LGM utáni interstadiális (18-16 ka), (III) későglaciális (15-10 ka) (5., 9. ábrák).

Az utolsó eljegesedés előtti fázis (pre-LGM) nyomai a Gye-2, Gye-4, Hu-1 és Wienerberger rétegsorokban nyomozhatóak. A fő meder a Gye-2 fúrás területén volt kb. 26-24 ezer évvel ezelőtt, amelyet a fúrás alján található jelentősebb homokréteg jelez. A fázis teljes időtartama nem ismert, de a LGM idején is tartott, amit a Gye-2 fúrás felfelé finomodó üledékciklusai jeleznek. Ebben az időszakban a Gye-4 és a Hu-1 fúrások területe proximális ártéri helyzetben volt. A Wienerberger agyagbánya ártéri medence volt, ahol szerves anyag dús agyag halmozódott föl jelentős vastagságban.

Az utolsó eljegesedést követő interstadiálisban (18-16 ka) a mederzóna K-felé vándorolt, amit a Gye-4 fúrás vastag homokja jelez. A Hu-1 és Ks-1 fúrások ártéri helyzetben voltak. A Wienerberger agyagbánya területéről ilyen korú üledék már nem ismert, ami valószínűleg neotektonikus kiemelkedéssel és erózióval magyarázható (ld. tektonika hatása).

A későglaciálisban (III. fázis) megjelenő fonatos folyóvízi tevékenység nyomai a Hu-1 és Ks-1 fúrásokban nyomozható. Ez a homok alkotja a Wienerberger és Jamina agyagbányák fedő rétegét, jelezve, hogy a fonatos folyórendszer DK-i irányból lépett a Körös medence területére.



9. ábra A Körös medence D-i területének folyó- és felszínfejlődési modellje

A tektonika hatása a folyófejlődésre

Az üledékek OSL-koradatai alapján az üledékképződés időbeli menete jól rekonstruálható. A fúrások és feltárások mentén szerkesztett szelvényben a rétegsorok koradatai alapján több kronoztratigráfiai horizont is kijelölhető (12 000, 14 000, 16 000, 18 000, 20 000 évnél, 4. ábra). A feltárások és fúrások korrelációjánál figyelembe vettük, hogy a mederhomokok jóval nagyobb ülepedési rátával rendelkeznek (pl. a Dvs-1 fúrás 4 méter vastag mederhomokja kb. 500 év alatt ülepedett le az OSL-adatok alapján), mint az agyagos ártéri üledékek. A kronoztratigráfiai horizontok szelvénybeli eloszlása (4. ábra) azt mutatja, hogy 14 000 évig az északi, nagymeanderes zónában (Dvs-1, Túr-1) az üledék-felhalmozódás üteme jóval nagyobb volt, mint a többi vizsgált területen. 18 000 (esetleg 20 000) és 14 000 év között a meanderes zóna közepes meanderekkel jellemzett déli ágában is nagyobb volt az üledék-felhalmozódás mértéke (Gye-4). Mindez arra utal, hogy az Ős-Tisza két ága viszonylag huzamosabb ideig (több ezer évig) folyhatott ugyanabban a mederövezetben, amely az üledékképződéssel párhuzamosan süllyedő terület lehetett. 14 000 (esetleg már 16 000) évvel ezelőtt a folyóvízi homok már főleg délen rakódott le, jelezve az Ős-Fekete- és Ős-Fehér-Körösök fonatos medreinek megjelenését. A déli terület párhuzamos időhorizontjai arra utalnak, hogy a medrek gyakran változtatták térbeli helyzetüket, és

homokos üledéküket nagy területen, egyenletesen, 0,5-1,0 méter/1000 év sebességgel terítették szét.

Az üledékek hirtelen vastagságváltozásai és azok éles határa közvetlenül összekapcsolható a szeizmikus szelvények újraértékelése során kapott tektonikai zónákkal (2. ábra). A nagy üledékvastagsággal rendelkező északi mederöv és a délről vele érintkező ártéri terület határa az ÉK–DNy-i csapású, negatív virágszerkezetű, balos eltolódásos jellegű, Dévaványa–szarvasi-zóna mentén helyezkedik el. Ez a zóna északkelet felé a Derecskei-árok déli peremére fut ki, ahol Pogácsás et al. (1989) késő-pleisztocén balos eltolódást mutatott ki, a legújabb háromdimenziós numerikus modellezés alapján pedig a terület a balos eltolódásos jellegű, a negyedidőszakban felújult virágszerkezetként értelmezhető (Windhoffer et al. 2004). A zóna ÉK felé az Érmelléki eltolódásos zónában folytatódik, ahol a medenceperemek felszíni neotektonikai vizsgálatai arra utalnak, hogy balos kompressziós jellegű eltolódás alakította/alakítja a terület markáns morfológiáját a késő-pleisztocén folyamán.

A Wienerberger agyagbánya részletes vizsgálata a DK-i medenceperemen zajló neotektonikai eseményekre szolgáltatott új adatokat. Az utolsó eljegesedés előtt képződött ártéri medenceüledékek kiemelt helyzete, valamint a 3-as és 4-es rétegtani egységek (5. ábra) közötti jelentős időhézag arra utalnak, hogy ezen a területen az üledékképződés kb. 25 ezer évvel ezelőtt ártéri medence környezetben megszakadt, a terület kiemelkedett, majd kb. 14 ezer évvel ezelőtt fonatos folyók e magaslatról léptek be a Körös medence területére (5. és 9. ábrák).

A klíma hatása az üledékképződésre

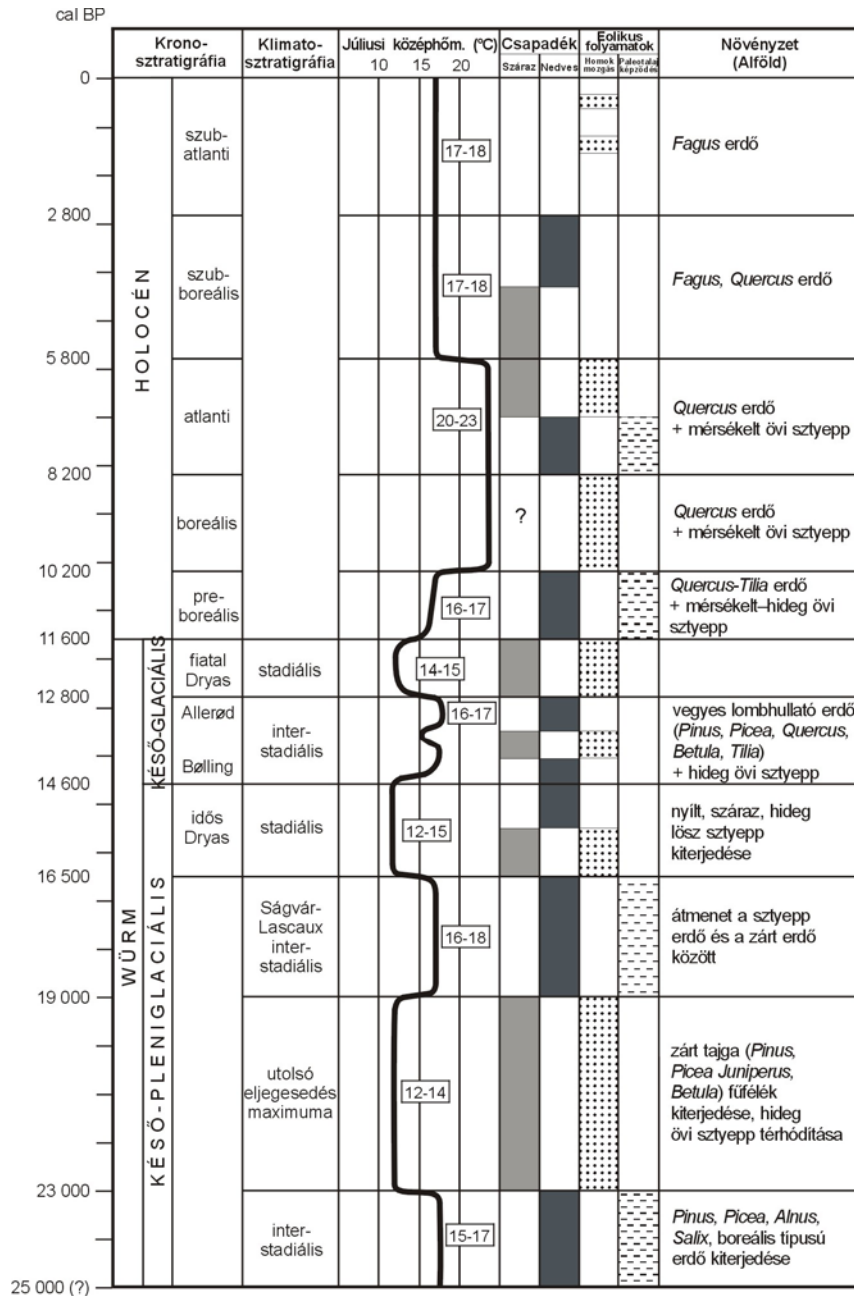
A következő kérdés, hogy vajon kimutatható-e valamilyen korreláció a Körös-medence különböző típusú folyótevékenységgel jellemzett zónáinak megállapított korú üledékei és a késő-pleniglaciális–késő-glaciális időszak ezer éves léptékű klímaváltozásai között. A nagy számban tanulmányozott nyugat-európai folyók példái azt mutatták, hogy a glaciális/stadiális periódusokra elsősorban fonatos jellegű folyótevékenység volt jellemző a forrásterületekről származó nagyobb mennyiségű durvaszemcsés üledékanyag és a hirtelen áradásokkal jellemzett, de alapvetően alacsonyabb vízhozam következtében. Ezzel szemben az enyhébb és csapadékosabb interstadiális periódusokban a kiegyenlítettebb vízjárás, a mállás következtében finomabb szeművé váló üledékanyag, valamint a kiterjedt növénytakaró üledék-visszatartó szerepe együttesen inkább a meanderes folyótevékenység kialakulásának kedvezett (l. pl. Kozarski 1991, Starkel 1991, Vandenberghe et al. 1994, Bohncke et al. 1995, Kasse et al. 1995, Mol et al. 2000).

A 10. ábra az elmúlt 25 000 év folyamán a Pannon-medence környezetében kimutatott paleoklimatológiai és környezeti változásokat foglalja össze, figyelembe véve ezeknek a folyóvízi üledékképződésre gyakorolt hatásait. A glaciális/stadiális periódusok folyamán Nyugat-Európa és a Pannon-medence területén részben hasonló viszonyok uralkodtak (száraz időszak időszakos leöblítéssel, erős eolikus tevékenység), de természetesen jelenetős különbségek is vannak. A Pannon-medence – az utolsó glaciális folyamán eljegesedéstől mentes területként (Ehlers, Gibbard 2004) – a periglaciális régióhoz tartozott (Vandenberghe, Pissart 1993). Bár állandó és időszakos talajfagyhoz köthető folyamatok kimutathatók Magyarország területéről is (Pécsi 1961, Maruszczak 1987), azok intenzitása és gyakorisága nem vethető össze a Nyugat-Európa északi részén észlelt, a jégtakaró közelében kialakult jelenségekével. Ráadásul a legutóbbi időben a jég által okozott jelenségek újrvizsgálata ezen formák jelentős hányadát paleoszeizmikus eredetűnek értékeli (Van-Vliet Lanoe et al. 2004). A Magyarország területén végzett késő-würm vegetáció-vizsgálat (Willis et al. 1995, 2000) zárt tajgafoltokat mutatott ki túlelű erdőkkel és lombhullató facsoportokkal keverten, amelyek sztyeppe-elemekkel váltakoztak. Ez arra utal, hogy a stadiálisok során a helyi folyókba jutó üledékanyag kisebb mennyiségű lehetett nyugat-európai társaikénál. A stabil

vegetációval és kiegyenlített vízjárással rendelkező interstadiálisok idején a folyók a két területen hasonló módon viselkedhettek üledékszállítás tekintetében.

Összehasonlítva a Körös-medence tanulmányozott szelvényeinek megállapított korú folyóvízi üledékeit a késő-pleniglaciális–késő-glaciális periódus klímaváltozásával több problémát észlelünk. A nemzetközileg is széleskörűen használt késő-würm kronosztratigráfia alapjait a radiokarbon-módszerrel datált északnyugat-európai szelvények képezik (Mangerud et al. 1974), amelyek alapvetően Skandinávia vegetációtörténeti változásait tükrözik. Ettől alapvetően eltérő klímával és vegetációval rendelkező területekre (mint pl. a Pannon-medence) nehezen alkalmazható a fenti séma. További gondot jelent, hogy a beosztásban mind az idő-transzgresszív pollenzónák, mind a párhuzamos idősíkokkal jellemzett ¹⁴C-kronozónák is szerepelnek, így az eltérő jellegű klimato- és kronosztratigráfiai nevezéktan keveredik egymással (Björck et al. 1998). Emellett az is nehézséget jelent, hogy az OSL-kormeghatározás hibahatára nagyjából szintén ezer éves nagyságrendű, így sok esetben az egyes würm alemeletek beazonosítását nagyfokú bizonytalanság terheli. Ennek ellenére a minták döntő többsége jó egyezést mutat a késő-pleniglaciális–késő-glaciális időszak klímaváltozásaival.

A nagymeanderes zóna homokjainak nagyobb része a Bølling-Allerød és a Ságvár-Lascaux interstadiálisok folyamán ülepedtek le, nedves és enyhe klímán (10. ábra), amikor a Középső-Tisza vidékén szintén meanderező folyók voltak rekonstruálhatók (Vanderberghe et al. 2003; Gábris, Nagy 2005). A fonatos zóna homokjai idős és fiatal Dryas korúak, ekkor viszonylag hideg és száraz éghajlat uralkodott az Alföldön (10. ábra), a Középső-Tisza vidékén pedig szintén fonatos folyóvízi üledékképződés folyt (Vanderberghe et al. 2003; Gábris, Nagy 2005). Néhány fonatos folyóvízi homokminta kora a Bølling-Allerød interstadiális idejével egyező. Habár ez a periódus a késő-glaciális felmelegedés kezdetét jelzi, középső részére intenzív eolikus tevékenység jellemző Magyarországon (Gábris 2003), és valószínűleg ezzel kapcsolatos a fonatos folyóvízi jelleg is a Körös-medence déli részén. A jelentősebb egyezések ellenére azonban megállapíthatjuk, hogy meanderes és fonatos folyóvízi tevékenység létezhetett egymás mellett ugyanazon a klímán.



10. ábra Az utolsó 25 000 év paleokörnyezeti változásai a Pannon-medencében. A júliusi középhőmérséklet és csapadékoság Kordos 1977, Szőőr et al. 1991, Sümegi et al. 1991, Sümegi, Hertelendi 1998, Sümegi, Krolopp 2002 alapján. A növényzet Willis et al. 1995, 2000, Sümegi, Krolopp 2002 alapján. Az eolikus tevékenység Gábris et al., 2002, Gábris 2003, Újházi et al. 2003 alapján

A Wienerberger agyagbánya részletes pollenanalitikai és mágneses ásványtani vizsgálata az utolsó eljegesedés előtti időszak öskörnyezeti és klímaképét árnyalta. A vizsgálatok eredményei a MIS 3 időszakon belül 2 szárazabb és hűvösebb időszakot mutattak ki: 33 ka ezelőtt (I-II pollenzónák) és 28–23 ka között (V-VI pollenzónák). Ezt a két száraz periódust egy nedvesebb időszak szakította meg kb. 30 ezer évvel ezelőtt. A száraz időszakokat az erdők visszaszorulása, illetve a ferromágneses ásványok koncentrációjának csökkenése, valamint karbonátok dúsulása jelzi. A melegebb és nedves fázist a törmelékes

ferromágneses ásványok koncentrációjának jelentős emelkedése jelzi, valamint talajosodott szintek megjelenése, amelyekben a finomszemcsés magnetit dúsulása volt megfigyelhető.

A geofizikai vizsgálatok eredményei

Geoelektromos mérések

A területen méréstechnikailag jó minőségű, csekély zajjal terhelt szelvények voltak mérhetőek. A szelvények mentén mérhető látszólagos fajlagos ellenállások igen szűk skálán, 10–30 ohmm, a kiértékelt valódi fajlagos ellenállások pedig 5–50 ohmm között mozogtak. A szűk dinamika miatt a mérés érzékenyebb a zajokra, így a kisebb (10 méternél mélyebben fekvő) szerkezeti változásokat nem sikerült egyértelműen földtani eredetűnek értékelni.

A Körös-medence É-i részén, Túrkeve térségében egy egykori nagy meanderre merőlegesen mért szelvény mentén (11. ábra) főleg nagy ellenállású, 20 ohmm feletti, homokos képződmények nyomozhatóak a szelvény mentén. A rétegek geometriája alapján az egykori nagy meander oldalirányú gyarapodása jól nyomonkövethető (12–16. ábrák). A szelvény nyomvonalában mélyített sekélyfúrások anyaga jó kontrollt adott a litológiai értelmezéshez.

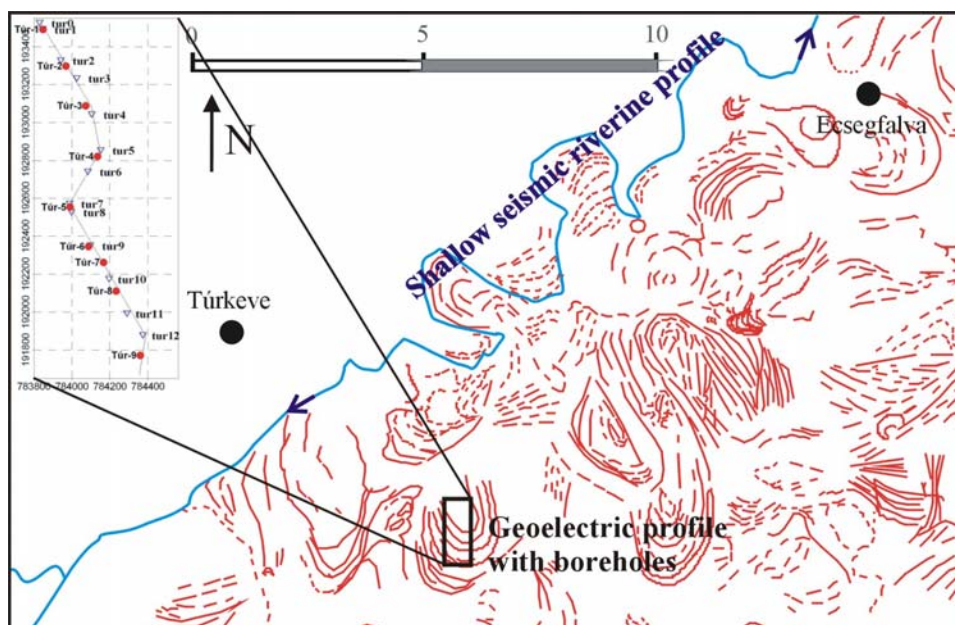
A Körös medence D-i részén levő szelvényt a közepes meanderek és a fonatos zóna érintkezési övezetében mértük. A fajlagos ellenállás-eloszlási képben a területen 3 rétegszerű sáv körvonalazódik (17., 18. ábrák).

1. Felszíni, 20 ohmm feletti réteg. Vastagsága 0–2 méter között változik. Csak a szelvény legfelső részén, korlátozott elterjedésben fordul elő. Anyaga feltehetőleg homok, valószínűleg már a fonatos zóna egyik homok-leplének keresztmetszetét mutatja.

2. Kis mélységben lévő, 15 ohmm alatti réteg. Vastagsága 1–10 méter, mélysége 0–2 méter között változik. Anyaga feltehetőleg agyag.

3. Mélyebben fekvő 15 ohmm feletti fajlagos ellenállású képződmények. Anyaga feltehetően homok, és mélyebben fekvő egykori medrek maradványaiból áll.

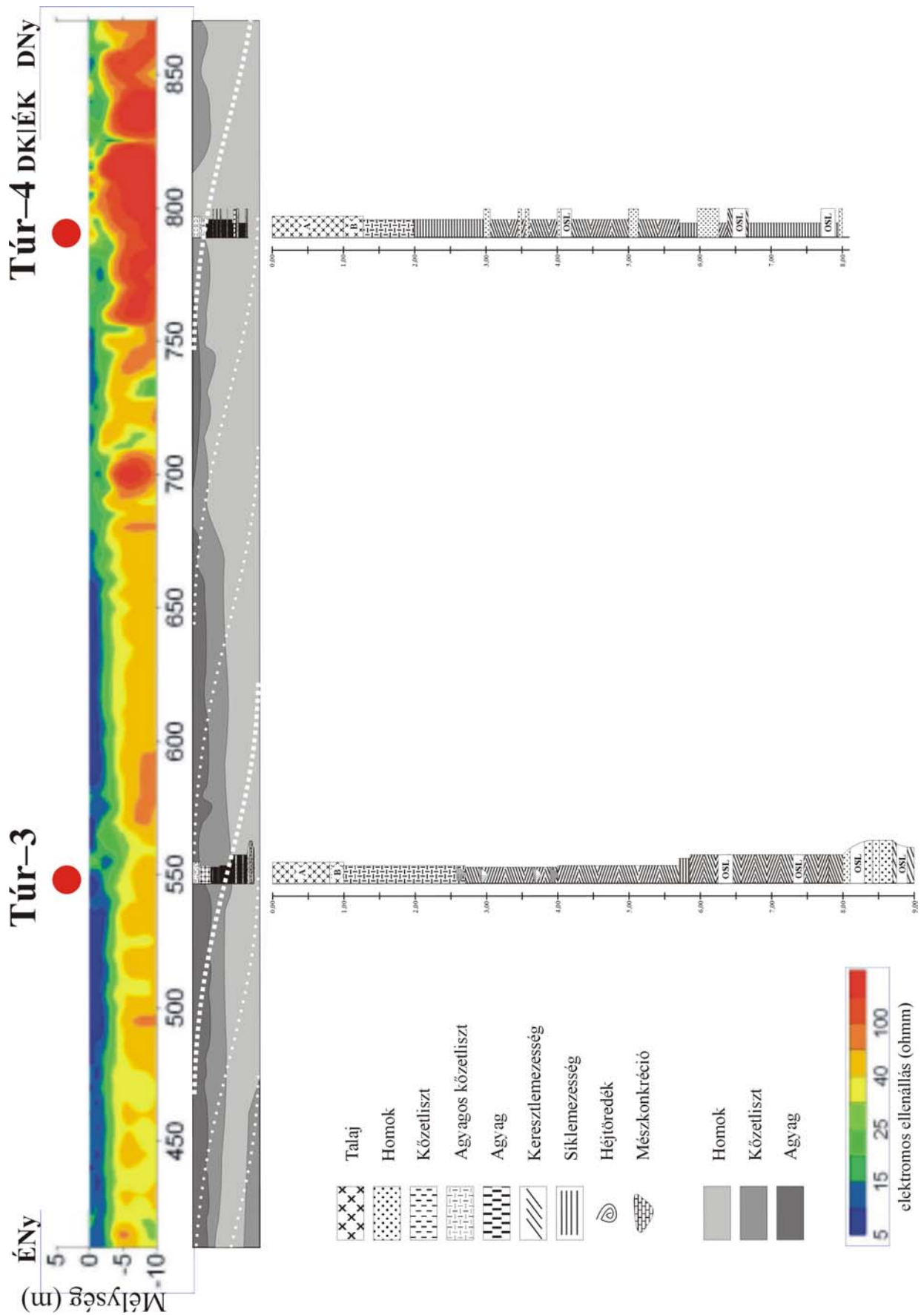
Míg az 1–2. rétegek határozott fajlagosellenállás-kontrasztot mutattak, addig a 2–3. réteg között jóval elmosódottabb volt az átmenet.



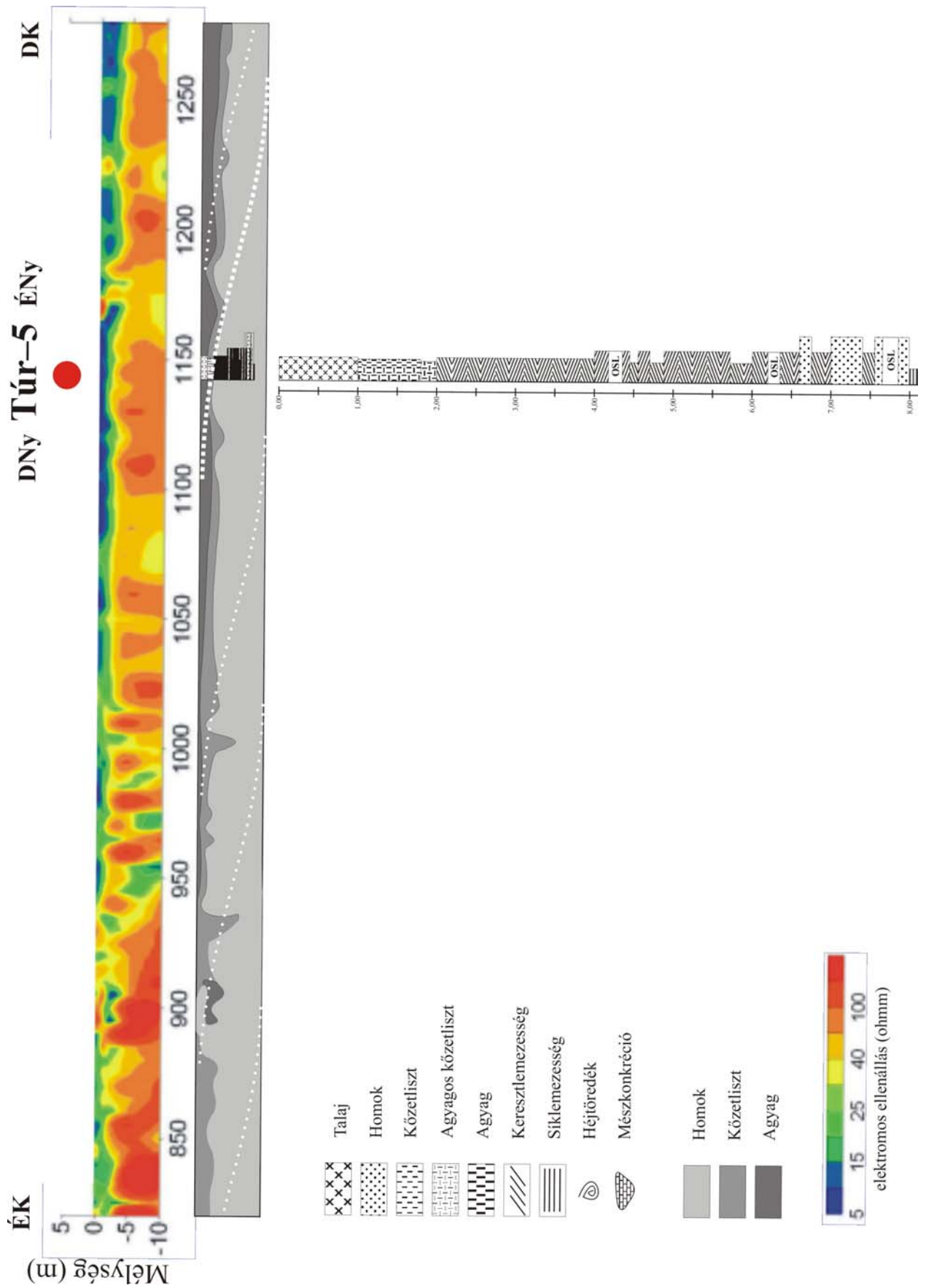
11. ábra A multielektrodás és vízi szeizmikus mérések helyszíne a Körös medence É-i részén



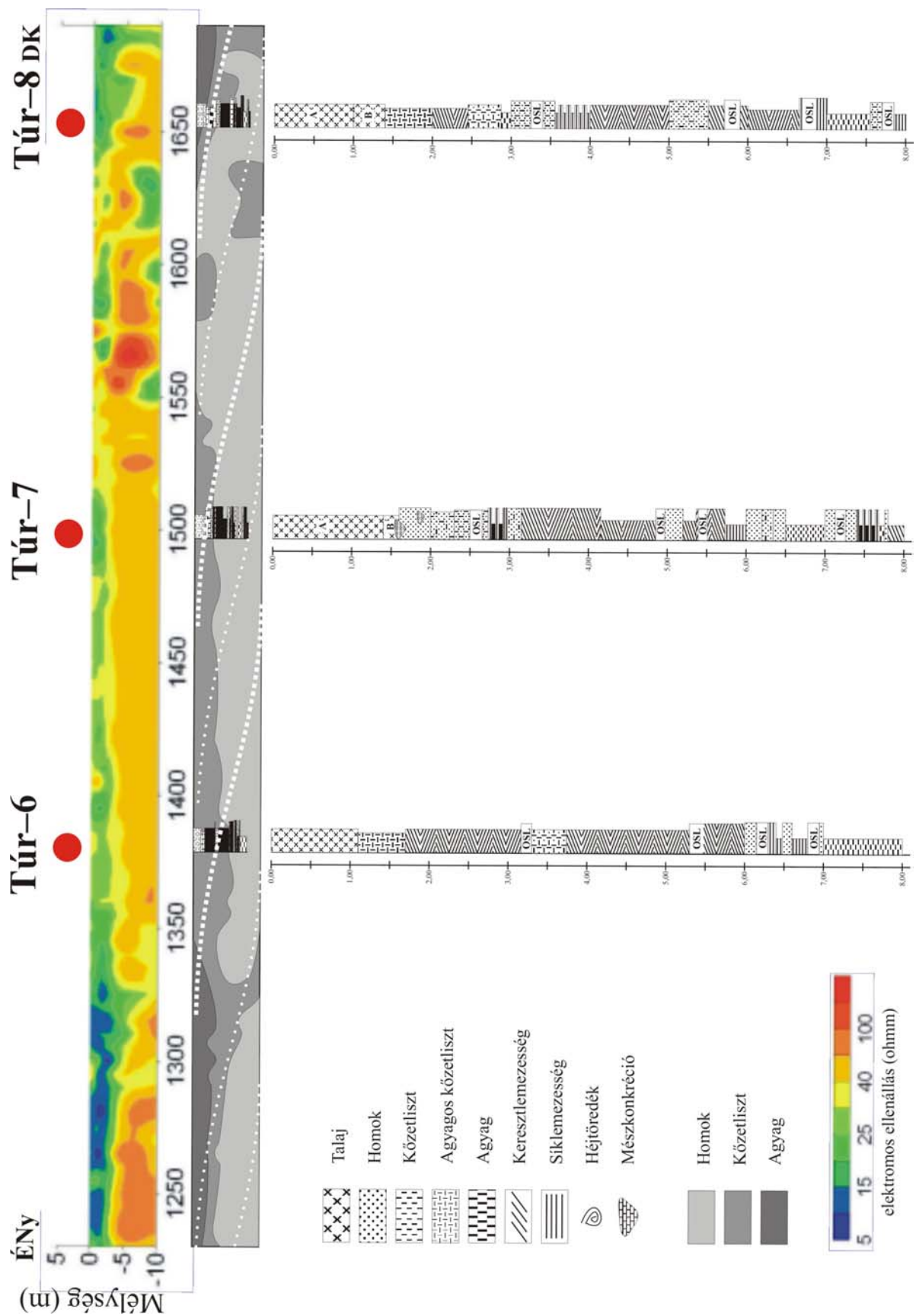
12 ábra. Multielektrodás geoelektromos szelvény a sekélyfúrások feltüntetésével Túrkeve térségében. A szelvény nyomvonalát ld. a 11. ábrán



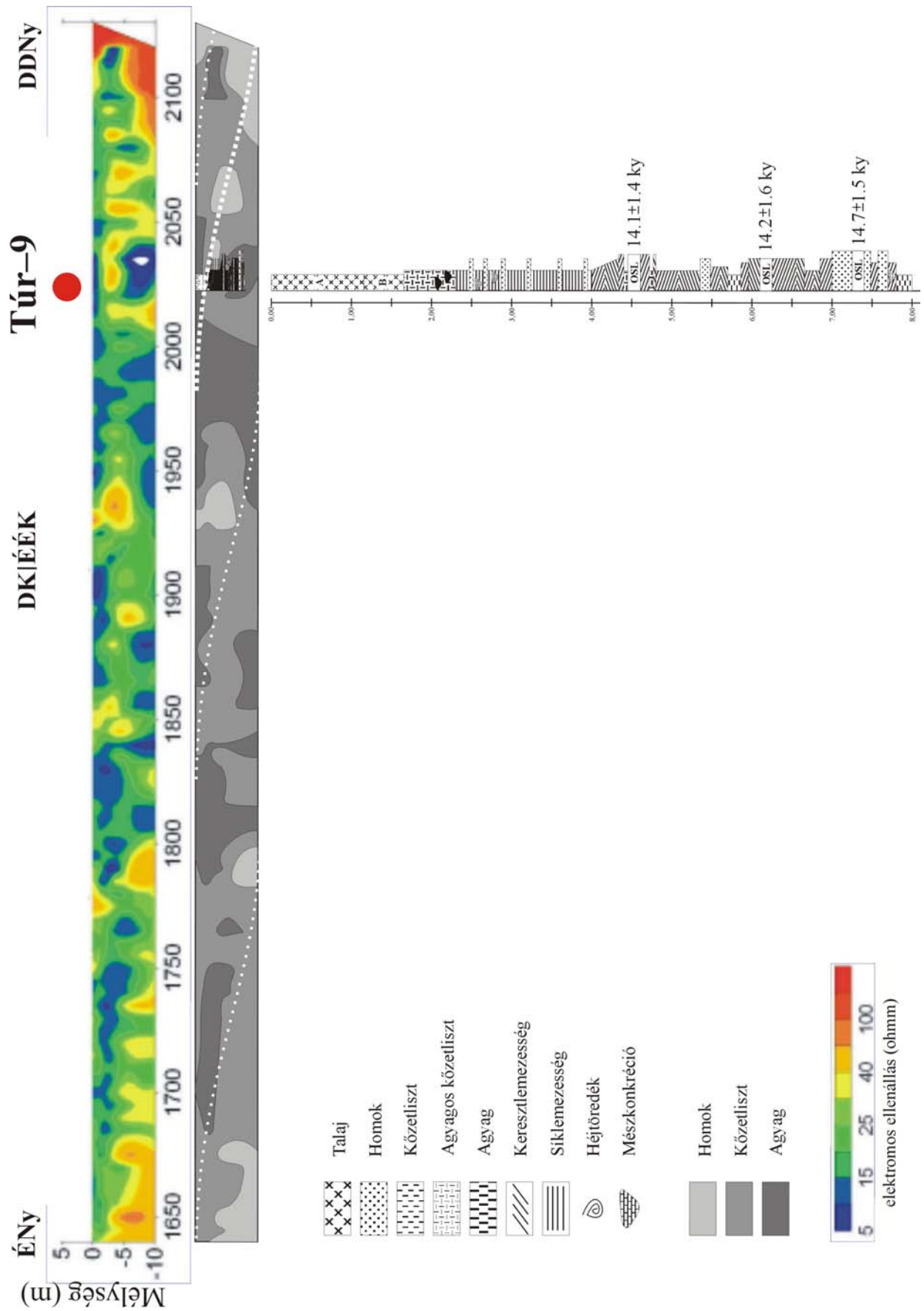
13. ábra. Multielektrodás geoelektromos szelvény a sekélyfúrások feltüntetésével Túrkeve térségében. A szelvény nyomvonalát ld. a 11. ábrán



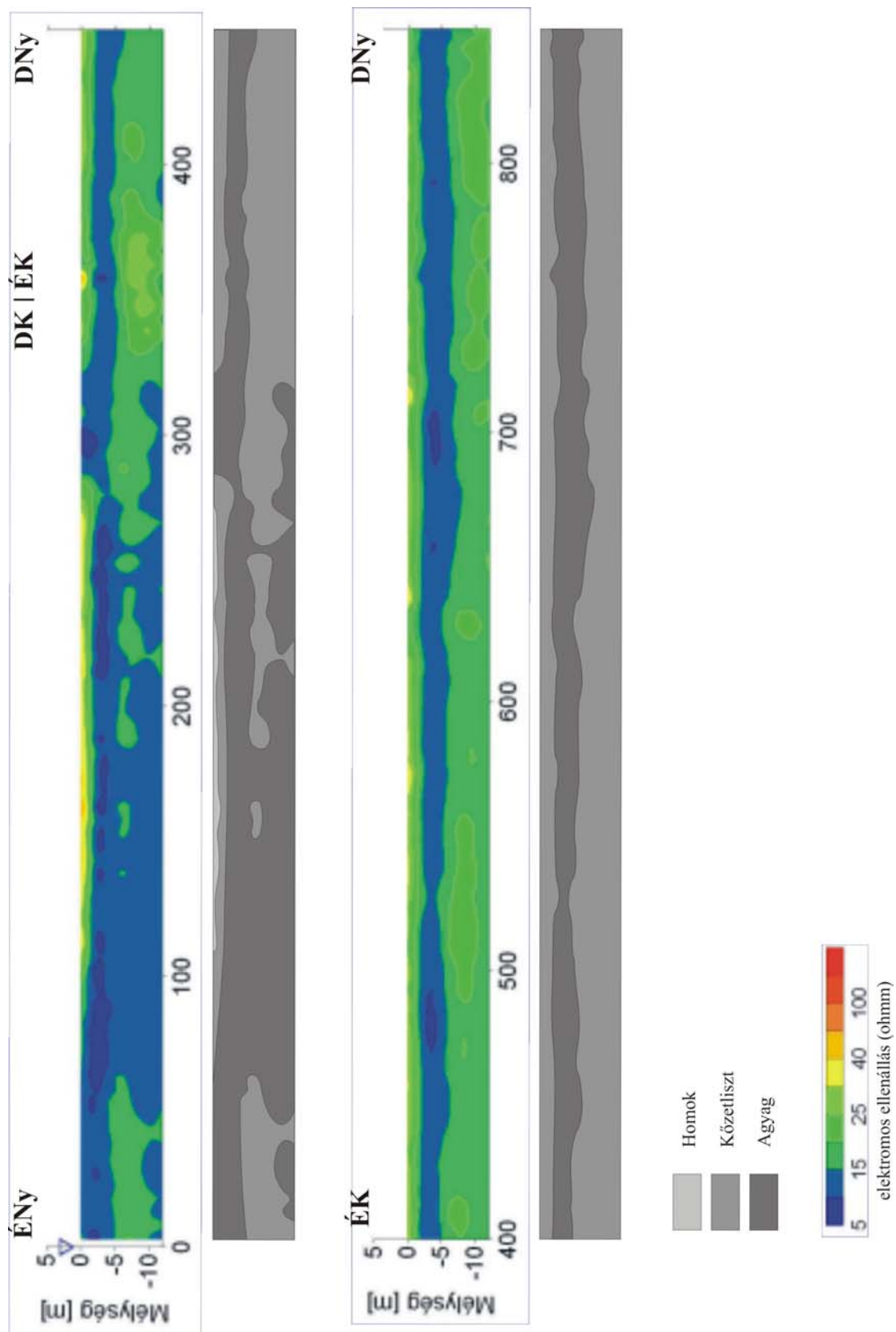
14 ábra. Multielektrodás geoelektromos szelvény a sekélyfúrások feltüntetésével Túrkeve térségében. A szelvény nyomvonalát ld. a 11. ábrán



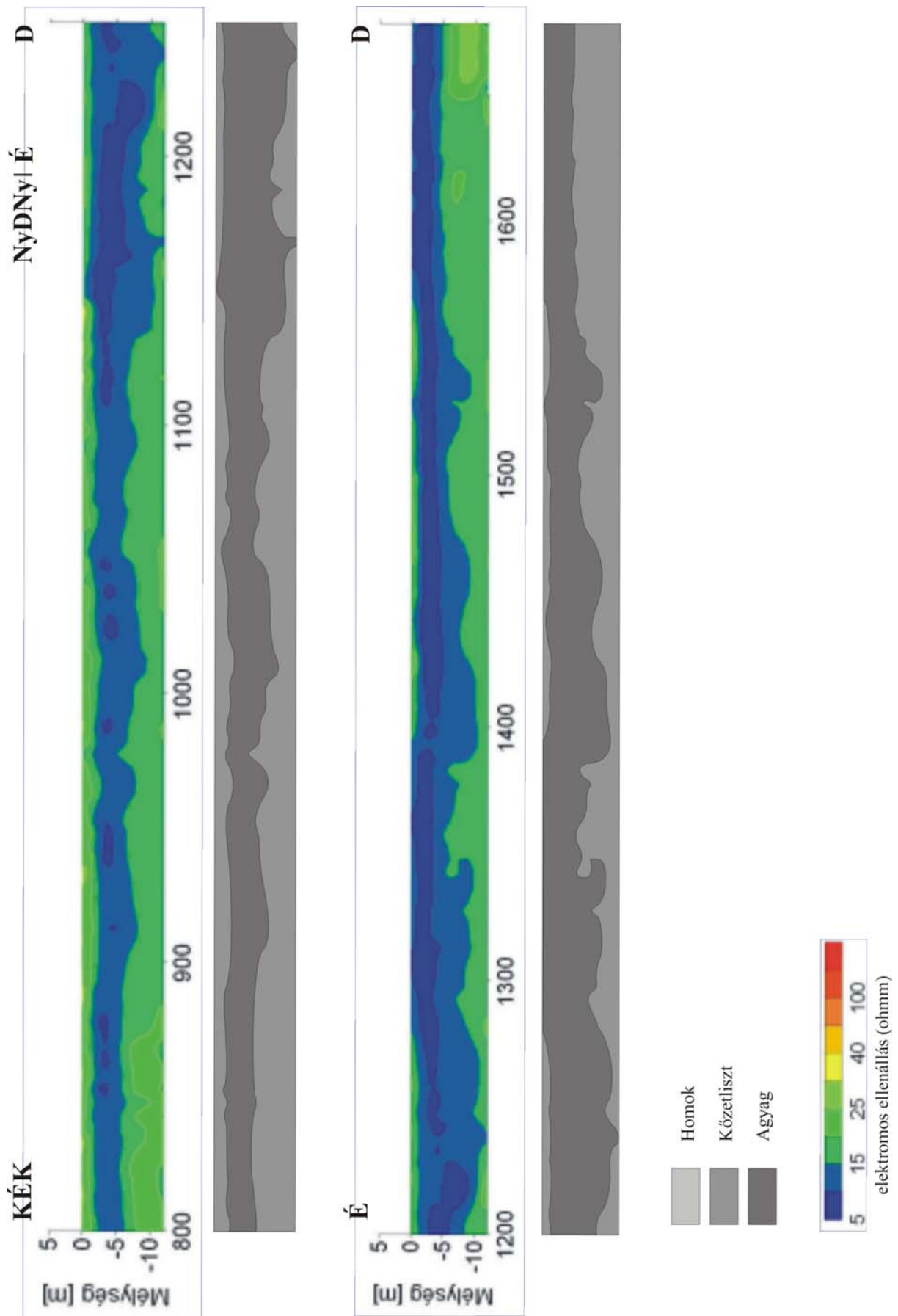
15 ábra. Multielektrodás geoelektromos szelvény a sekélyfúrások feltüntetésével Túrkeve térségében. A szelvény nyomvonalát ld. a 11. ábrán



16 ábra. Multielektrodás geoelektromos szelvény a sekélyfúrások feltüntetésével Túrkeve térségében. A szelvény nyomvonalát ld. a 11. ábrán



17. ábra Multielektródás geoelektromos szelvény Gyomaendrőd térségében



18. ábra Multielektrodás geoelektromos szelvény Gyomaendrőd térségében

Szeizmikus szelvények értelmezése

A szeizmikus szelvények alapján a terület alaphegységi morfológiáját ÉK–DNy-i irányú, változó magasságú, ÉK felé emelkedő gerincvonulatok és velük párhuzamos árkok jellemzik. A miocén képződmények az alaphegység nagyobb kiemelkedésein általában hiányoznak. A pliocén és kvarter üledékek többnyire vízszintesen, néhol boltozatban (pl. az endrődi és a sarkadkeresztúri területen) települnek (Dudko 2002).

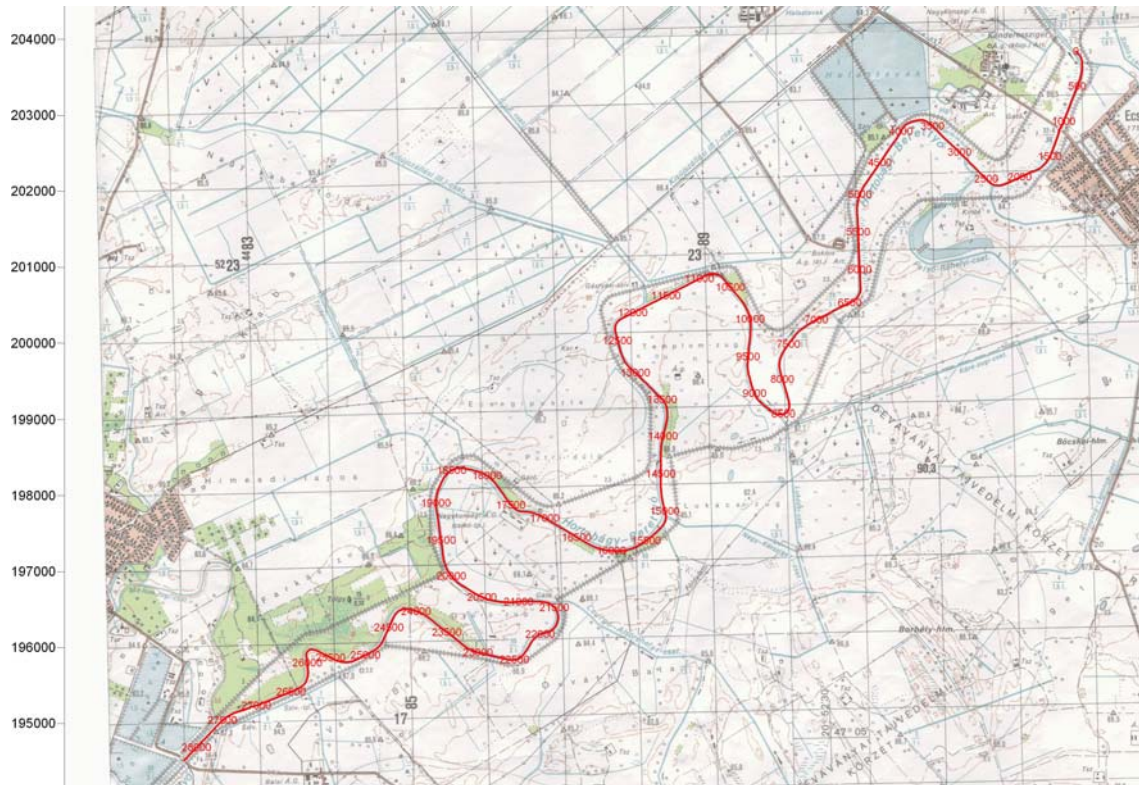
A Körös medence központi és É-i részén területen három – a pannóniai üledékeket is átszelő – virág-szerkezetes sáv rajzolódott ki Dévaványa–Szarvas, Komádi és Sarkad vidékén, amelyek mind kompressziós, mind extenziós elemeket tartalmaznak (Dudko 2002). Ezek közül a Dévaványa–szarvasi-zóna esik a szorosabb értelemben vett kutatási területre (2. ábra). A területtől északra lévő ÉK–DNy-i csapású plio-pleisztocén balos eltolódás már korábbról is ismert volt (Pogácsás et al. 1989).

A Dévaványa–szarvasi zóna a dévaványai szeizmikus szelvényeken az aljzatban lévő gerincvonulat DK-i szélén a medencealjzatban is jelentkező ÉK–DNy-i csapású vetőként rajzolódik ki DK-i levetéssel, amelyet fúrások is igazolnak. A felső-miocén és pliocén rétegek elvetése fúrási adatok szerint 70–150 m között változik, mértéke északról dél felé haladva nő (Pöstyényi 1993, Szentgyörgyiné 1988). A gerincet keresztező szelvényeken többnyire negatív, de ugyanabban a sávban egyes szelvényeken pozitív virágszerkezet is tapasztalható. A vetőzóna ÉK-re szeizmikus szelvényekben egészen Biharugráig követhető, ahol a Pogácsás et al. (1989) által kijelölt, ún. Kiskörös–kisújszállási balos eltolódási zónába torkollik. DNy-i irányban a virágszerkezetes zóna csak Szarvasig folytatható. A szarvasi terület jó minőségű szeizmikus szelvényein a zóna markánsan jelentkezik (Szentgyörgyiné 1988), a vető(k) az egész medenceüledéket érinti(k), az alaphegységtől a felszínig terjed(nek). Szarvastól DNy-ra a vető már nem látható, illetve tovább DNy-ra valószínűleg több ágra szakad szét.

Vízi szeizmikus mérések eredményei

A vízi szeizmikus méréseket a Hortobágy-Berettyón 28 folyamkilométer hosszúságban végeztük el (19. ábra). A szeizmikus mérések alkalmazhatóságát a behatolás mélysége és a felbontás határozza meg. A gerjesztés energiájának növelésével és frekvenciájának csökkentésével a behatolási mélység nő, viszont a felbontás csökken. Mivel a vízi szeizmikus méréseknél mind a gerjesztés, mint az észlelés víz alatt történik, ezért már közvetlenül a mederfenék alatti üledékekről is jó minőségű felvétel készíthető. Csupán egyetlen nagy hátránya van, a víz-levegő határfelület és a fenék között ide-oda verődő, alig csillapodó többszörösök jelenléte. Ezek energiája nagyságrendekkel nagyobb lehet a reflexiókénál, így sok esetben a vízmélység kétszeresére korlátozódik a kutatható mélység. A mi esetünkben ez azt jelenti, hogy csupán a felső két-három méter igazán jól vizsgálható. Ennek ellenére több szakaszon, akár 10–20 méter mélyre is leláttunk, igaz csak nagyon gyenge, sokszor nehezen értelmezhető jeleket fogtunk.

A légifénykép-elemzések alapján egykori meanderező folyó nyomát, keresztrétegzett övzátónysorozatot, felhagyott mederkitöltéseket és ártéri sorozatokat vártunk. Ezek, ha bizonytalanul is, de megfigyelhetők a szelvényeken. A többnyire horizontális, párhuzamos reflexiókkal jellemezhető szeizmikus fációs felfelé gyarapodó, agyag-aleurit anyagú ártéri üledékként értelmezhető (20. ábra), amely gyakran jelentős, akár 10–15 méter vastagágban jelenik meg. Szinte az egész szelvényen végigkövethető körülbelül 16 méter mélyen egy viszonylag erős, vízszintes horizont, amely egy idős, ártéri szintet jelezhet (21. ábra).

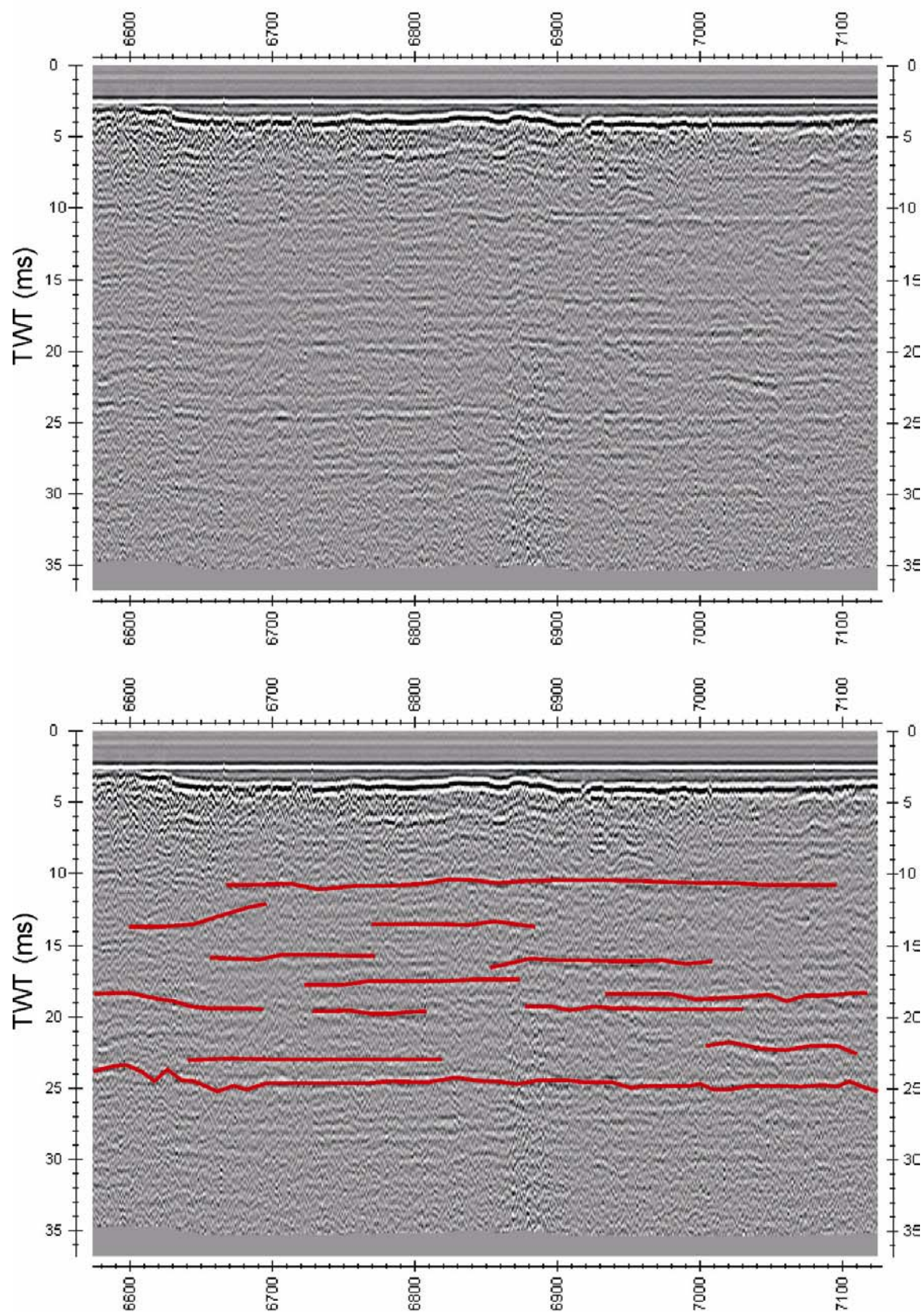


19. ábra A vízi szeizmikus mérések helyszínrajza

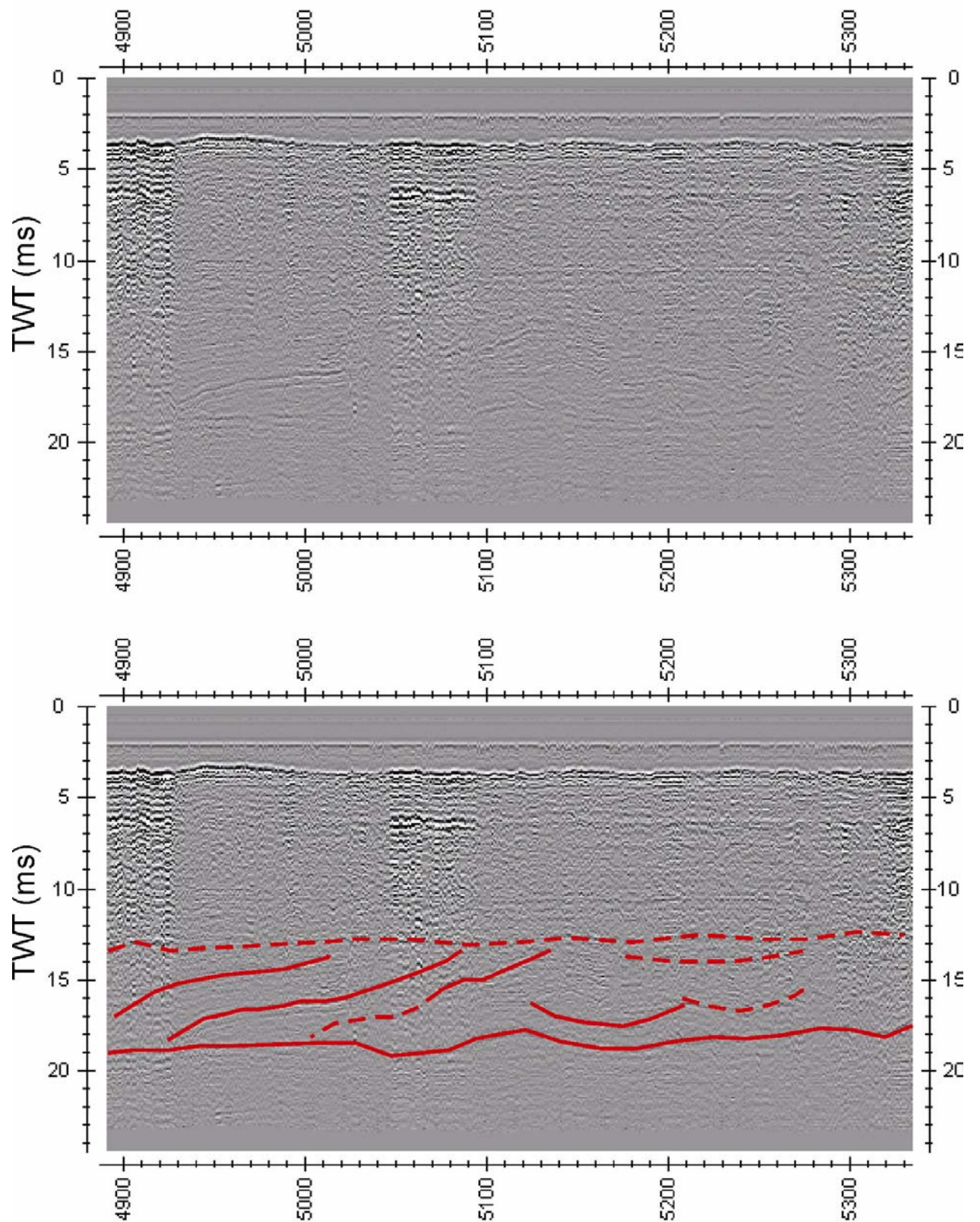
Sok esetben megfigyelhetők ferde, tangenciális, vagy szigmoidális reflexiók, melyek kötegekre bonthatók (22. ábra). A kötegeket alulról határoló reflexió gyakran mutat mélységbeli ingadozást, amely ismételt bevágódás következménye lehet. A kötegek általában 4–5 méter, de szélsőséges esetben 2–8 méter vastagok is lehetnek. Helyenként több szintben is követhetők, akár ellentétes irányba dőlő reflexiókkal. Ezek a rétegsorok a meanderező folyó oldalirányú gyarapodásával létrejött üledékként értelmezhetők.

Néhol megfigyelhetők tál alakú reflexiók, melyekben halvány vízszintes kitöltés sejthető (21. ábra). Körülbelül 100–120 méter szélesek és 2–4 méter mélyek. Ezek az egykori felhagyott, lefűződött medrek utólagos feltöltései lehetnek.

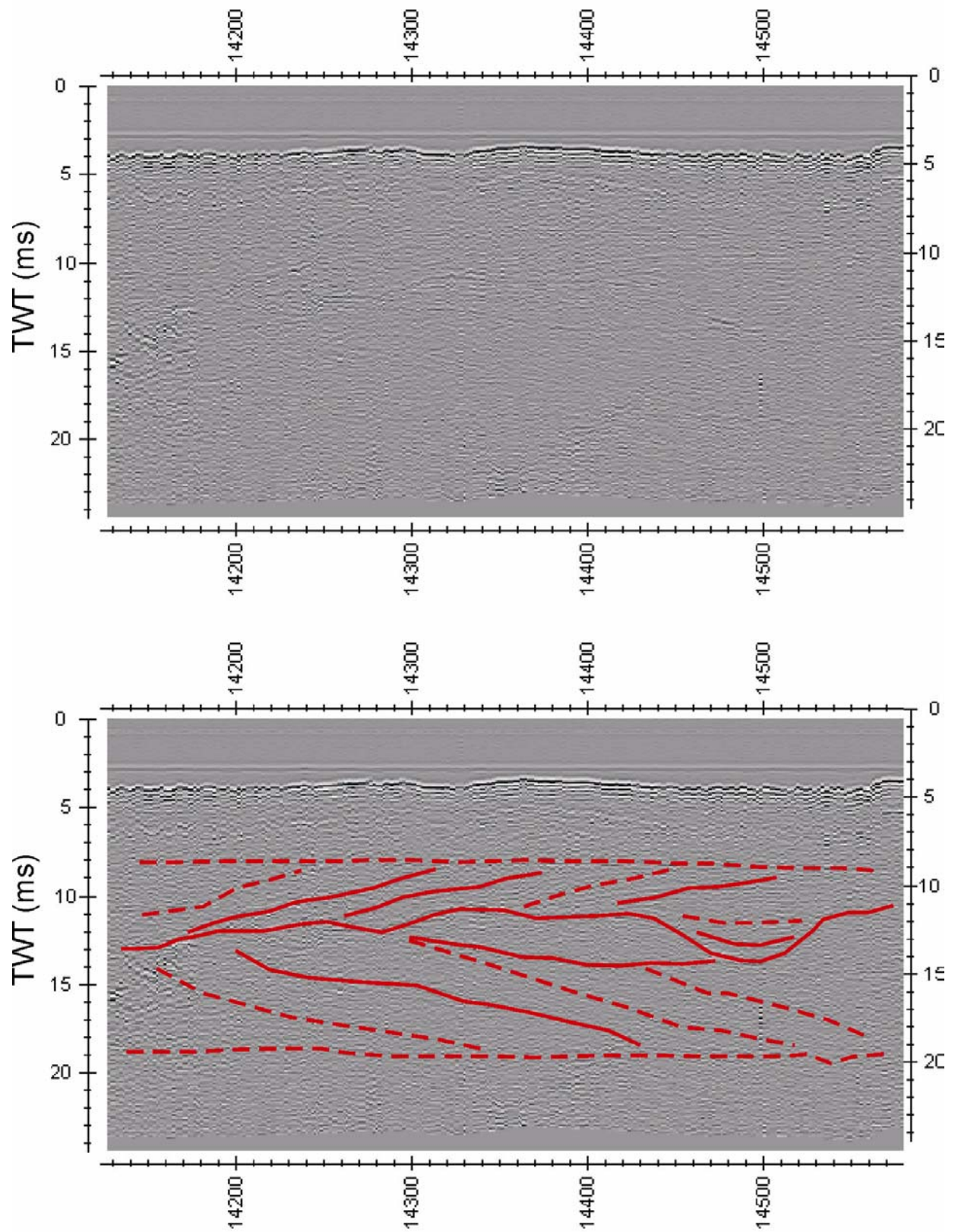
Ha a bizonytalanul kirajzolódó szerkezeteket háromdimenziós ábrán jelenítjük meg (23. ábra), akkor jól látszik, hogy a Hortobágy-Berettyó jelenlegi meanderei alatt kirajzolódnak egy ősi folyó kanyarulatai, amelyek egyéb vizsgálati eredményeink szerint az ősi-Tiszával azonosíthatóak.



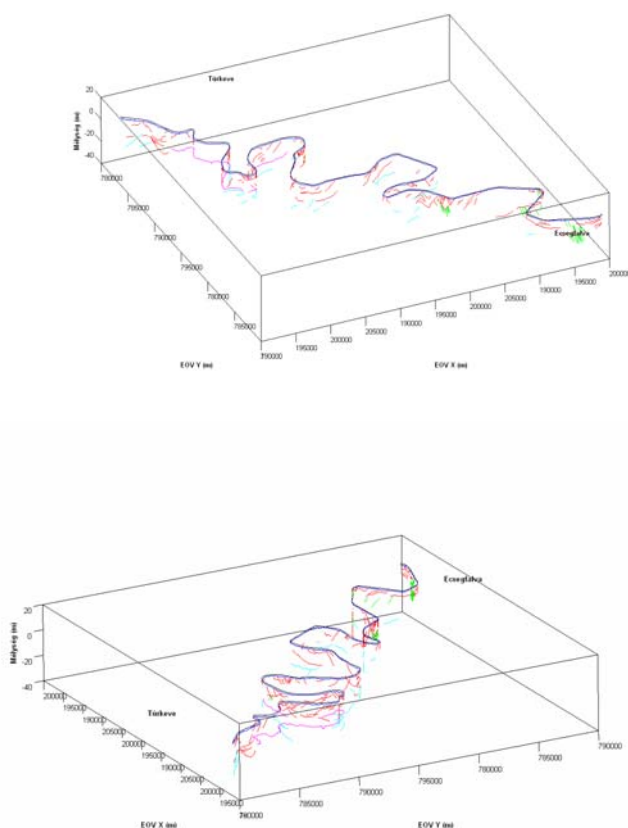
20. ábra Párhuzamos reflexiókkal jellemezhető szeizmikus fácies



21. ábra Idős ártéri szint (?) a szelvényben



22. ábra A meanderező folyó oldalirányú gyarapodását jelző szigmoidális reflexió kötegek



23. ábra A vízi szeizmikus mérések 3D ábrázolása.

Érmellék

Az Alföld folyóvíz hálózat fejlődésének vizsgálatához a Körös-medencében végzett kutatásokat a medencétől ÉK-re elhelyezkedő Ér- és a Berettyó folyók völgyének területére is kiterjesztettük. A szedimentológiai, neotektonikai, és morfológiai vizsgálatokat fotolumineszcens (OSL) kormeghatározással és nehézasvány vizsgálatával egészítettük ki.

Az új OSL korok szerint az Érmellék középső részén elhelyezkedő Szalacsonnál (Salacea) 47-49 ezer éves a lösz. Nagykárolynál (Carei) és Értarcsánál (Tarcea) a folyóvízi homokok nagyjából 46, 42 és 39 ezer éve rakódtak le. Hasonló korú, kb. 44 és 39 ezer éves löszet datáltunk Margittánál (Marghita) és 25 ezer éves löszet Magyarécánál (Chet). A hegyektől távolabb Vámospércsnél 9-10 ezer éve eolikus homok rakódott le, amelyek az érmelléki üledékek áthalmazódásával keletkeztek (2. tábla).

Az új eredmények alapján az Ér-völgy területét a mai Érnél egy sokkal nagyobb folyó foglalta el a 46 ± 4 és 39 ± 4 ezer évvel ezelőtti időszakban. Ezeknek a folyóvízi üledékeknek a kora egyben az aktív tektonikai fázis korát is jelzi Érmellék-süllyedék területén. Az Ér-völgy egykori nagy folyója gránát és magnetit-ilmenit ásványokban gazdag üledékanyagot rakott le, melynek anyaga a közeli metamorf és neogén vulkáni kőzetekből, valamint törmelékes üledékes kőzetek áthalmazódásából származtatható. E folyó lehordási területe az Apuseni hegység északi részén lehetett, mivel üledékanyagának összetétele hasonló a mai Berettyó, Ér és Sebes-Körös folyókéhoz, és részben a Tiszáéhoz is. A datált eolikus homokok és löszök anyagát a szél valószínűleg a közeli folyók ártéri üledékeiből fújta ki, halmozta át, mivel ezek nehézasványi összetétele nagyon hasonló.