

# A Pornóapáti–Dozmat terület felszínközeli üledékeinek geológiai–geokémiai vizsgálata

*Geology and geochemistry of the near surface sediments of Pornóapáti–Dozmat area*

KUTI László<sup>1</sup>, FÜGEDI Ubul<sup>1</sup>, KALMÁR János<sup>1</sup>, MÜLLER Tamás<sup>1</sup>,  
SZENDREINÉ KÖREN Eszter<sup>2</sup>

(3 ábra, 4 táblázat, 2 tábla)

*Kulcsszavak: Nyugat-Dunántúl, Pinka vízgyűjtő medence, pleisztocén, törmelékes üledék, talajképződés, ásványos összetétel, őskörnyezet, ősföldrajz*  
*Keywords: Western Transdanubia, Pinka basin, Pleistocene, terrigenous materials, pedogenesis, mineral composition, palaeoenvironment, palaeogeography*

## Abstract

In this paper the soil and loose sediment samples of six pedological trenches from the West Hungarian Pornóapáti–Dozmat forest area were studied. The samples were analysed and they represented mainly clayey and subordinately, sandy and pebble deposits. The analyses involved granulometric, microscopical, X-ray and ICP-MS methods. The aim of our research was to obtain information about the origin of the sedimented material, about the mineralogical and geochemical changes, and about the concentration and movement of the main and trace nutrient elements in the studied forest soil.

The detritic material comes from the Palaeozoic and Jurassic greenschists and metamorphosed basic rocks which outcrop in the nearby-situated Vas-hegy and from similar outcropping sites on the Austrian side of the Pinka hydrographic basin. They were transported eastward by a few small water flows during the last Interstadials of the Würm glaciation. The coarse sediments represent maybe the riverbed facies, while the fine grained ones — i.e. the so called “brown earth” — are the floodplain facies of the same rivulet system. Thus no evidence was found which could prove the existence of a regional coarse level (“Trans-Raba Pebble Cover”) and there was also no evidence for the aeolian origin of the „brown earth”.

The fine grained, Fe-Al rich sediments has suffered a strong differentiation due to the breakdown of Fe-Mg silicates and feldspars, by the loose of a part of the alkalies and of the Ca, and the synthesis of the clay minerals. There are signs that the finer clay fraction and the iron hydroxide colloids were transported downwards. The iron hydroxides formed limonite crusts and pellets in the lower part of the soil profiles.

## Összefoglalás

A Magyar Állami Földtani Intézet és az Erdészeti Tudományos Intézet 1998–2002 között különböző erdőtalaj szelvényeket vizsgált a Dunántúl nyugati részén fekvő Pornóapáti, Horvátlövő, Felsőcsatár és Dozmat közötti, enyhén tagolt, erdős területen (1. ábra), amely a Pinka bal partján elterülő, alacsony dombvidékhez tartozik. Jelen tanulmányt a terepbejárás és hat talajtani szelvény anyagának a vizsgálata alapján készítettük.

Célunk a különböző üledékek ásványtanának és geokémiai sajátosságainak megismerése volt. Kapcsolatot kerestünk a közeli hegyvidék lepusztulása, a hegylábi törmelék felhalmozódása és a vidékre jellemző felszínközeli elváltozások, különösképpen a vas akkumulációja között. A terepi észlelés után mintáztuk a talajszelvényeket, majd komplex szedimentológiai, ásványi és geokémiai vizsgálatokkal próbáltuk tisztázni az elemek fel- és áthalmozódásának törvényszerűségeit.

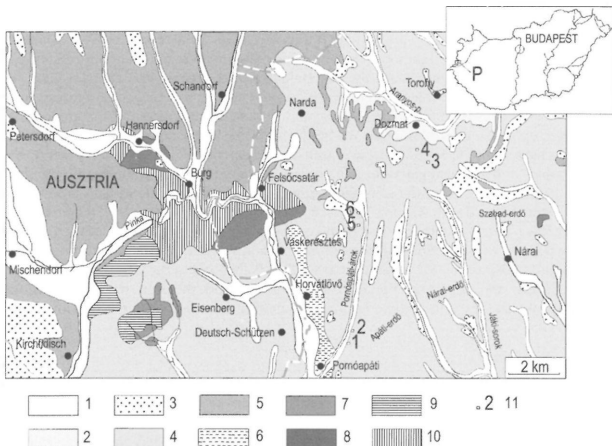
<sup>1</sup> Magyar Állami Földtani Intézet, 1142 Budapest, Stefánia út 14.

<sup>2</sup> Erdészeti Tudományos Intézet, 1021 Budapest, Frankel Leó út 45.

## Bevezető

A Magyar Állami Földtani Intézet és az Erdészeti Tudományos Intézet 1998–2002 között erdőtalaj szelvényeket vizsgált a Dunántúl nyugati részén, a Vas-hegytől keletre, a Pinka bal partján elterülő, alacsony dombvidéken, a Pornóapáti, Horvátlövő, Felsőcsatár és Dozmat közötti, enyhén tagolt, erdős területen (1. ábra). Jelen tanulmányt a terepbejárás és hat talajtani szelvény vizsgálata alapján állítottuk össze.

Célunk a különböző korú, összetételű és genetikájú üledékek képződési körülményeinek megismerése volt. Meg kívántuk vizsgálni, mennyire helytállóak a felszínközeli képződmények keletkezését igencsak különféle módokon magyarázó elméletek. Kapcsolatot kerestünk a közeli hegyvidék lepusztulása, a hegylábi törmelék felhalmozódása és a vidékre jellemző felszínközeli elváltozások között. Ehhez megvizsgáltuk, milyen tényezők hatottak az egyes képződményekre az üledék lerakódása előtt, illetve után.



1. ábra. Pornóapáti–Felsőcsatár–Dozmat területe (részben SCHÖNLAUB 2000 után), a vizsgált talajtani szelvényekkel. 1. Holocén allúvium; 2. Holocén és felső pleisztocén delúvium; 3. Felső-pleisztocén kavics; 4. Felső-pleisztocén „barnaföld”; 5. Felső-pleisztocén lejtőtörmelék; 6. Felső-pannoniai lignites homok (Toronyi F); 7. Milonit; 8. Szericitcsisz; 9. Szerpentin; 10. Zöldpala; 11. Talajszelvények

Fig. 1. Pornóapáti–Felsőcsatár–Dozmat Area (in part after SCHÖNLAUB 2000), with the soil sampling sites. 1 Holocene alluvia; 2 Holocene and Upper Pleistocene deluvia; 3 Upper Pleistocene pebbles; 4 Upper Pleistocene “brown earth”; 5 Upper Pleistocene slope deposits; 6 Upper Pannonian sand with lignite (Toronyi Fm.); 7 Milonite; 8 Sericitic calcschist; 9 Serpentine; 10 Greenschist; 11 Soil sampling sites

## Előzmények, kutatástörténet

Az osztrák-magyar országhatáron átnyúló Vas-hegy és a környező, hegyláb jellegű dombvidék szakirodalmából megemlítendő BENDEFFY (1929) morfológiai megfigyelései a Vas-hegy csoportról, az Oberwart és Rechnitz térképlapok magyarázói (PAAHR 1960, 1961, 1962, 1963, 1964), WINKLER-HERMANDER (1955) és FINK (1963) kutatásai az Alpok e keleti nyúlványainak negyedidőszaki fejlődéséről, valamint NAGY E. (1972) tanulmánya, amelyben kimutatja, hogy a Vas-hegy jura–kréta zöldpalás összletére az osztrák területhez hasonlóan devon korú kőzetek tolódtak fel. Részletes petrográfiai és geokémiai adatokat találunk a Vas-hegyen és környékén végzett nyersanyagkutatást összefoglaló jelentésekben (VARRÓK 1956; KRIZSÁN & RADNÓTI 1967) és az ezek eredményeit feldolgozó közleményekben (NAGY K. 1958; BÖJTÖSNÉ VARRÓK 1955, 1963, 1964, 1965a, 1965b; VENDEL 1967, KISHÁZI & IVANCSICS 1985, 1986). A Felsőcsatári Zöldpala Formációról LELKES-FELVÁRI (1998) is részletes kőzettani leírást ad. A Vas-hegy zöldpaláiról a legfrissebb analitikai adatokat KÖRPÁS & HOFSTRA (2000) értekezésében találhatjuk.

Az országhatárig és a Vas-hegy aljáig terjedő nyugat-dunántúli dombság fiatal üledékeiről az 1960–1970-es években a Torony környéki lignitkutatás szolgáltatott jelentős információt, amit SOMMSSICH & CSAJÁGI (1977) összesített. Ez az anyag szerepel a pannóniai képződmények szintézisében is (KÖRPÁSNÉ HÓDI 1988). A harántolt kavicsanyagot HEGYI (1965) vizsgálta. A durvakerámiai nyersanyagként művelt szombathelyi és nárai agyagról ILLÉS (1954), illetve PÁLFFY (1974) jelentéseiben főleg kémiai és geotechnikai adatokat találunk.

A terület földtani felépítésének bemutatásához felhasználtuk FRANYÓ et al. (1976) 1:200 000-es térképét, valamint SCHAREK (ed.) 2004 digitális 1:100 000-es térképét. Korszerű szemléletű, a határ mindkét oldalát bemutató munka Burgenland földtani térképe (SCHÖNLAUB 2000). Kutatásaink eredményeit az Erdészeti Tudományos Intézet számára jelentésben összegeztük (SZENDREINÉ KÖREN et al. 1999).

## A terület földtani felépítése

*Devon–karbon* korú kőzeteket száiban csak az államhatár túloldalán, Pinkaóvár (Burg) és Sámfalva (Hannersdorf) között találhatunk. A Penninikumra tolódott Felső-ausztróalpi-egység képződményeit a Tauchenbach völgye tárja fel. A paleozoos összlet tetején meszes és kloritos homokkővek, középső részén agyag- és mészpala, alján alsó-devon dolomitok települnek.

A *Penninikum* az Alpok keleti részén az ún. rohongi ablakcsoportban bukkan felszínre (LELKES-FELVÁRI 1998). A valószínűleg jura–kréta üledékek és ofiolitok metamorfózisa muszkovitokból mért K–Ar adatok szerint mintegy 128–131 millió éves. A Vas-hegy magyarországi részén és a felsőcsatári talktelep mesterséges feltárásaiban VENDEL (1967), VENDEL & KISHÁZI (1967) a csillámpala-fillit sorozat, a zöldpala sorozat és a metamorf konglomerátumok mellett az ún. talktelepes rétegcsoportot különböztette meg.

*Jura*. A terület legidősebb képződményei, a Velemi Mészfillit Formáció zöldpala fáciesű (klorit-albit szubfácies) fillitjei száiban a Vas-hegy körül és a Pinka-patak felsőcsatári szurdokvölgyében jelennek meg (IVANCSICS 1997). A vastag- és vékonypados, kristályos mészkő és dolofillit helyenként fokozatosan szericit-, klorit- és

kvarcfillitbe megy át. A fillit fő ásványai a kvarc, a muszkovit, a biotit, a klorit és az albit; járulékosan apatit, magnetit, grafit, turmalin és limonit fordul még elő. A kvarc-albitpalákban kevés a csillám. A mészpalák fő ásványa a kalcit (dolomit), ami(k) mellett kevés muszkovított, kloritot, kvarcot és albitot, alárendelten pedig klinozoizit-epidotot, titanitot és apatitot találhatunk. A fillitsorozatban több, legfeljebb pár tucat méter vastag metakonglomerátum-lencse is települ. Ezek kavicsanyaga zömmel kalcit (mészkő) és dolomit szélsőségesen változó arányú elegye; a kötőanyag kvarc, albit, muszkovit, biotit, klorit — kevés apatittal, grafittal és titanittal (LELKES-FELVÁRI 1998).

*Kréta.* A Felsőcsatári Zöldpala Formáció bázikus tufákból, tufitokból metamorfizált kőzetei többnyire zöldesszürkék (IVANCSICS 1997). A metatufák fő ásványai a klinozoizit, epidot, tremolit-aktinolit és klorit; mellettük kevés titanit, biotit, muszkovit albit és kvarc fordul még elő. A metagabbro ásványai: amfibol, klorit, biotit, klinozoizit-epidot, titanit. A talktelep kísérő kőzeteinek alaptípusai a szerpentinít, a talkpala, a kloritpala és a tremolitpala, de megtalálhatjuk ezek legkülönbébb átmeneteit, így a szerpentin-talk-klorit-dolomitpalákat, a klorit-talkpalákat, a tremolit-talk-klorit-kalcitpalákat és a magnezit-talk-antigorit-kloritpalákat is. Ezek az ásványegyüttesek egyértelműen a zöldpala fácies klorit és biotit zónáját jelzik, de a metagabbro tömbök nagy ferropargazit kristályaiból egy kékpala fáciesű átalakulás nyomaiként megőrződött ferroglaukofán reliktumok is előkerültek. (LELKES-FELVÁRI 1998).

*Pannóniai.* A paleozoos és mezozoos képződményeket a Kőszegi-hegység szélén, a Felsőpulyai (Oberpullendorfi)-medence peremén és a Vas-hegy körül a felsőpannóniai Toronyi Lignit Formáció deltaüledékei (lignites agyag és homok) fedik le. Az összlet (agyagos, agyagmárgás aleurit, homok, lignit) területünk északi felén szálban az Arany-patak jobb oldalán, elszórt foltokban Dozmat, Felsőcsatár és Náriai között tűnik fel, de a lignitkutatásnak köszönhetően számos fúrásból is ismerjük. Jellemzőek rá a pirit- és mészkonkréciók, a levélmaradványok és egyéb növény-törödékek, valamint a kiszáradási nyomok. Szelvényeink közül a 3. (Dozmat) alján jelenik meg, ahol felszíne eróziós, vasoxidos (1. tábla, 1. kép).

*Pleisztocén.* A pannóniai üledékekre vörös agyaggal kevert durvaszemcsés törmelék települ. Ezt a régebben (BENDEFFY 1929; FINK 1963) a felső-pliocénbe (levanteibe) sorolták. FRANYÓ et al. (1976) térképén „Rábán túli kavicsstakaróként” szerepel, ma pedig SCHAREK (2004) egyértelműen a pleisztocén legaljába helyezi. Fontos tudni, hogy a terület több kavicsszintje csak ott különíthető el, ahol megfelelő feltárásokban egymást fedik, vagy fúrások harántolják őket, és köztük durva homok-, homok- vagy agyagos homokrétegek vannak (HEGYI 1965). ÁDÁM (1962) szerint a Keleti-Alpokból a mostani, nagyobb vízfolyások ősei léptek ki, és (meglehetősen különböző időben) azok alakították ki hordalékkúpjaikat, amelyek közül a legidősebb (ópleisztocén) éppen a Pinkáé. Tanulmányunkban bizonyítani kívánjuk, hogy a helyzet ennél bonyolultabb: a hordalékkúpban nem egy nagy, hanem sok kis vízfolyás üledékei települnek. Ugyancsak ÁDÁM (1962) szerint a törmelékkúp felszíni képződményeit a pleisztocén szoliflukció a lejtő mentén DK felé halmozta át.

FINK (1963) véleménye, hogy a „manapság a hátakat fedő törmelék egy gyengén DK felé lejtő tábla lapos vápaiban halmozódott fel” és jelenlegi, kiemelt helyzete a reliefinverzió eredménye. Eszerint a pleisztocén végén, amikor a tábla feldarabolódott, és abba bevágódtak az É-D-i irányú friss árkok, a régi völgyekben lerakott kavics az

alatta települő „puha fiatal pannóniai homokokat az elhordástól megvédte”. Ilyen tektonikus árok a Pornóapáti-patak völgye és ilyen az a széles, egyenes árok is, amelyben a Pinka Felsőcsatár és Pinkamindszent között folyik. A hipotézisnek jelentősen ellentmond egyrészt, hogy a lapos dombháton nemigen van kavics, másrészt hogy a hordalékkúp lerakásának idején a lehordás iránya DK (K) volt, szükségképp ez kellett volna legyen Fink vápáinak általános iránya is. Mivel ezt a fiatal, tektonikus völgyek mintegy 45–60°-os szögben metszik, a kavicsos mederfáciéseket át kellett vágniuk: a dombhátak azok lefutását nem követhetik. Reliefinverziót csak az ezekből kiágazó, DDK csapású maradványgerinceken tételezhetnénk fel — mindenesetre a három, dombháton ásott szelvényünk egyikében sem találtunk kavicsos réteget, a három, völgyoldalban mélyített szelvényben viszont igen (az egyikben kettőt is).

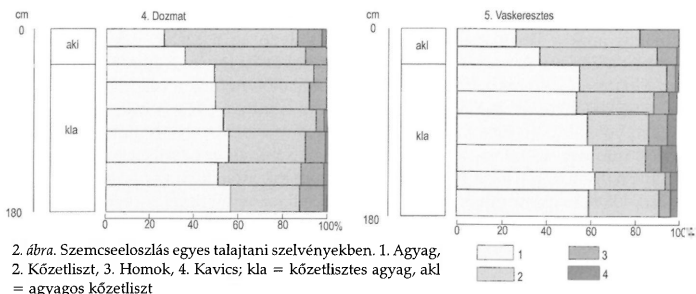
A kavicsra vagy közvetlenül a pannóniai rétegekre hol lösznek, barna lösznek, hol barnaföldnek vagy barna agyagnak nevezett, finomszemű üledék települ, 2–5 m vastagon borítja a dombhátak nagy részét. Tanulmányunkban bizonyítjuk, hogy a kutatási területünkön feltárt, és a térképen „barna löszként” szereplő üledék nem eolikus, hanem egyértelműen folyóvízi (ártéri) üledék: ugyanazok a (medrüket rendszeresen változtató) patakok rakták le, amelyek mederfáciéseiként a kavicsszinteket azonosíthatjuk. A helyben maradt barna agyag késő-pleisztocén (würmi) korú. Áthalmozásából, lejtőlábi felhalmozódásából jöttek létre a részben késő-pleisztocén, részben holocén korú deluviális üledékek.

*Holocén.* Az Aranyos-patak völgyét, a Pinka és mellékfolyásainak árterét néhány méter vastag homokos-agyagos allúvium fedi, vékony kavicsszintekkel. Csak a Pornóapáti-patak völgyében mélyített talajtani szelvényeinkben találtunk érdemleges mennyiségű kavicsot; részaránya a többi feltárás agyagos-közetlisztes üledékeiben nem éri el a 10%-ot.

### Talajtani szelvények

A területen hat talajszelvényt mélyítettünk:

1. A Pornó-árok bal, Apáti-erdő alatti lankás oldala: szürkésbarna, sárgásbarna, majd vörös, agyagos közetliszt 1 m-ig; alatta 1,7 m-ig vörös, majd a szelvény alján szürke homokos-közetlisztes mátrixban durva kavics (1. tábla, 2. kép).
2. Pornóapáti, a Pornó-árok bal, Apáti-erdő alatti lankás oldala: sárga és barna, közetlisztes felszíni réteg 0,40 m-ig; alatta 1,45 m-ig vörös közetlisztes agyag, sárga és szürke foltokkal. A kavics 1,45–1,60 m között jelenik meg; alatta 1,80-ig szürke és barna, hólyagos, limonittal átítatott, agyagos-homokos közetliszt települ.
3. Dozmat, a helység fölötti 311,6 m magas domb ÉK felé enyhén lejtő oldalán: 0,50 m-ig szürke és barna agyagos közetliszt; alatta 1,50 m-ig vörös, közetlisztes agyag. Ez alatt 10 cm-nyi vörös, majd sárga (pannóniai?) finomszemcsés homok 1,80 m-ig.
4. Dozmat, a helység fölötti 311,6 m magas domb ÉK felé enyhén lejtő oldalán: 0,40 m-ig barna agyagos közetliszt, 0,40–2,00 m között vörös agyag, közetlisztes agyagszintekkel; 2 m alatt, a szelvény talpán szürke, sárgafoltos finomszemcsés homok.
5. Vaskeresztes: 1,10 m-ig szürke és barna közetlisztes agyag; alatta 2,10 m-ig vörös agyag, 1,60–1,80 m között szürkés-sárga foltokkal.
6. Felsőcsatár, Lövvő-árok: 0,15 m-ig szürkésbarna közetliszt, 0,15-től 0,50 m-ig közepes kavics agyagos-közetlisztes mátrixban, alatta vörös agyag, 1,60–2,00 m



2. ábra. Szemcseeloszlás egyes talajtani szelvényekben. 1. Agyag, 2. Kőzetliszt, 3. Homok, 4. Kavics; kla = kőzetlisztes agyag, ak1 = agyagos kőzetliszt

Fig. 2. Grain size distribution in some soil profiles 1. Clay, 2. Silt, 3. Sand, 4. Pebble; kla = silty clay, ak1 = clayey silt

között homokos, apró-közepes szemű kavicslencsékkel, sötétbarna limonit konkréciókkal.

Az agyagos-kőzetlisztes rétegben vasborsók, a kavicsban limonitos kérgék és földes vagy tömör limonitlencsék láthatók.

Mind a hat szelvény a pleisztocén korú „barna” üledékeket harántolja (2. ábra). A 3. akna (Dozmat) elérte a pannóniai homokot.

### Adatfeldolgozás

Az üledékek ásványtani összetételében csak a kvalitatív különbségeket mutattuk ki.

A koncentráció-eloszlások tisztázatlan (gyakorta nyilvánvalóan aszimmetrikus) jellege okán az egyes képződmények várható elemtartalmainak különbségeit a Kruskal-Wallis próbával (illetve ennek részesetként a Mann-Whitney próbával) határoztuk meg. Hasonló megfontolásokból a kapcsolatokat a Spearman-féle rangkorrelációs együtthatóval próbáltuk meg tisztázni. Az egyes várható értékeket a Hodges-Lehmann-féle mediánnal becsüljük (HOLLANDER & WOLF 1973).

### Szemcseeloszlás, karbonáttartalom és pH

A 44 minta szemcseeloszlását az 1. táblázatban és részben a 2. ábrán mutatjuk be.

Az üledék szemcséinek mérete tág tartományt ölel fel a 0,002 mm alatti finom agyagtól a 10 mm fölötti kavicsig. Egyes kavicszemek átmérője eléri a 100 mm-t is, tehát az üledék nagyon rosszul osztályozott. A minták 44%-a agyag, 4%-a kőzetliszt, a többi vegyes (3. ábra): homok (+kavics), kőzetliszt és agyag különböző arányú keveréke.

A szelvények felső, 0,40–0,75 m vastag szintjében főleg fakó, leveles vagy apró-morzás, gyakran homokos kőzetlisztet találunk. Ez a szint a holocén talajosodás bélyegeit viseli magán, lévén a talajszelvény A szintje. Az agyagbemosódás hatására

I. táblázat. Pornóapáti üledékminták szemcseeloszlási és pH-vizsgálata

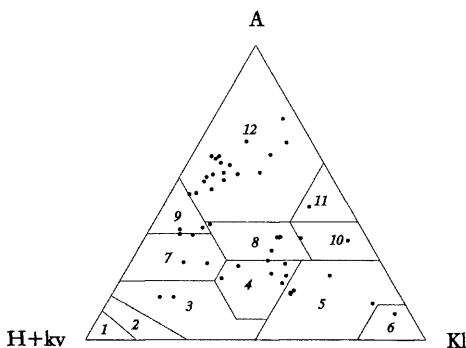
Table I. Grain size and pH analyses of sediment samples from Pornóapáti Area

Szám	Mélység, m	Szemcseeloszlás, %				pH
		agyag	közetliszt	homok	kavics	
1/1	0,00–0,20	14,8	47,4	36,1	0,9	4,82
1/3	0,20–0,40	33,8	47,9	17,4	0,6	5,36
1/4	0,40–0,60	34,5	42,1	29,8	0,6	5,49
1/5	0,60–1,00	37,7	46,1	14,7	0,5	6,16
1/6	1,00–1,50	5,8	25,0	49,5	19,1	6,15
1/7	1,50–2,00	9,7	21,7	35,6	32,7	6,50
2/1–2	0,00–0,05	26,1	57,4	15,1	0,6	5,17
2/2	0,05–0,15	25,7	50,6	16,4	6,1	5,28
2/3	0,15–0,40	35,5	50,6	13,7	0,0	5,65
2/4	0,40–0,70	45,0	41,6	12,7	0,3	5,81
2/5	0,70–1,05	38,9	43,4	16,6	0,2	6,19
2/6	1,05–1,45	37,0	45,9	16,4	0,1	6,45
2/7	1,45–1,60	36,4	44,9	17,5	0,0	6,43
2/8	1,60–1,80	33,0	36,3	29,5	0,0	6,27
3/1	0,00–0,25	22,8	51,0	25,1	0,0	5,00
3/2	0,25–0,50	26,9	43,8	27,8	0,3	5,00
3/3	0,50–0,75	47,5	32,3	19,7	0,0	5,18
3/4	0,75–1,05	52,4	24,6	22,3	0,0	5,66
3/5	1,05–1,15	55,9	30,4	13,0	0,0	6,05
3/6	1,15–1,40	61,6	31,4	5,9	0,0	6,69
3/7	1,40–1,50	55,7	26,8	16,5	0,0	6,85
3/8	1,50–1,80	34,5	19,5	45,7	0,2	6,67
4/1	0,00–0,20	26,1	60,0	10,9	2,0	4,43
4/2	0,20–0,40	35,6	54,1	9,7	0,0	4,44
4/3	0,40–0,60	49,0	44,4	5,8	0,0	4,62
4/4	0,60–1,00	49,5	42,0	7,8	0,0	4,42
4/5	1,00–1,25	53,1	37,9	7,8	0,2	4,93
4/6	1,25–1,50	55,4	34,3	9,0	0,5	5,44
4/7	1,50–1,80	50,7	37,1	10,2	1,3	5,01
4/8	1,80–2,00	56,3	30,8	11,0	1,3	5,76
5/2	0,20–0,40	37,1	53,1	8,2	0,6	3,78
5/3	0,40–0,70	55,0	36,6	5,6	2,4	4,12
5/4	0,70–0,95	53,7	31,9	6,0	7,6	4,64
5/5	0,95–1,30	58,7	27,5	4,8	7,9	5,02
5/6	1,30–1,60	61,2	30,8	4,3	3,3	5,26
5/7	1,60–1,80	62,0	29,4	4,9	3,2	5,91
5/8	1,80–2,10	59,2	29,7	4,9	4,8	6,92
6/1	0,00–0,15	20,7	49,0	21,7	7,6	4,33
6/2	0,15–0,25	26,9	32,8	19,7	20,4	3,77
6/3	0,25–0,50	34,8	23,3	12,4	29,4	3,50
6/4	0,50–0,90	56,2	20,2	13,6	9,1	3,92
6/5	0,90–1,25	66,8	18,9	7,6	5,9	3,91
6/6	1,25–1,60	62,6	14,2	7,4	15,5	4,10
6/8	1,60–2,00	33,6	6,1	34,9	25,2	5,81

A kavicsos és a rá települő, kavicsmentes üledék határa mindig éles. A kavicsos rétegeket jó közelítéssel mederfáciesnek, a kavics nélkülieket pedig ártéri üledéknek tekinthetjük. Ez utóbbi feltételezést támasztja alá az, hogy a finomszemű (kavicsmentes) rétegekben fölfelé csökken a homok részaránya. Ezzel látszólag ellentétes tendenciaként a 2., 3., 4. és 5. szelvényben lefelé nő az agyag mennyisége is — ez azonban egy jóval későbbi ok, a talajtanban ismert agyagbemosódás eredménye.

ez lefelé morfológiai helyzetűtől és eredeti szemcseösszetételtől függetlenül minden szelvényben vörösbarna vagy vörös, hasábos szerkezetű agyagba megy át — ezt perze a kavicsszintek azért megszakítják. Az agyagban világosabb színűk alapján könnyen elkülöníthetjük a kisebb-nagyobb közetlisztes vagy homokos agyagszinteket. A texturdifferenciáció az egyes szelvényekben 1,4–2,4 közötti, megfelel STEFANOVITS (1972) az agyagbemosódásos erdőtalajokra megadott értékeinek Az akkumulációs szintben különösen a finom agyag részaránya nő meg. Ugyanitt jelennek meg a vas mozgására jellemző márványos, barnavörös-sárga-szürke foltok és a barnásvörös vasborsók. Ez a morfológia és szemcseösszetétel a Magyarország nyugati részén gyakori „pangóvízes barna erdőtalajokra” (STEFANOVITS 1972) jellemző.

A Pornóapáti-patak völgyében telepített 1., 2. és 6. szelvényben a felszíni finomszemű üledék legfeljebb 1,5 m vastag, és alatta durvaszemű, kavicsos réteg települ. A 6. szelvény üledéksorában két kavicsos szint is látható, közöttük ártéri jellegű, finomszemű üledékekkel. A bemosódás eredményeként az agyagtartalom az 1. talajtani szelvény kivételével még a kavicsos rétegekben is több, mint 30%. A legtöbb agyagot a kavicsrétegek közötti vörös vagy szürke betelepülésekben találhatjuk.



3. ábra. A Pornóapáti üledékminták szemcseösszetétel szerinti osztályozása. 1. Homok; 2. Vályogos homok; 3. Homokos vályog; 4. Vályog; 5. Kőzetlisztes vályog; 6. Kőzetliszt; 7. Homokos-agyagos vályog; 8. Agyagos vályog; 9. Kőzetlisztes-agyagos vályog; 10. Homokos agyag; 11. Kőzetlisztes agyag; 12. Agyag

Fig. 3. Classification of sediment samples from Pornóapáti area after their grain size composition. 1. Sand; 2. Loamy sand; 3. Sandy loam; 4. Loam; 5. Silty loam; 6. Silt; 7. Sandy-clayey loam; 8. Clayey loam; 9. Silty-clayey loam; 10. Sandy clay; 11. Silty clay; 12. Clay

Itt jegyezzük meg, hogy sehol se találtunk olyan, uralkodóan durvakőzetlisztes üledéket, amely a „barnaföld” eolikus eredetére utalna.

A feltárt üledékek pH-ja a felszín közelében savanyú; lefelé folyamatosan, szinte monoton nő, és ezt a tendenciát jóformán csak a réteghatárok zavarják meg. Ennek egyenes következményeként a felszínközeli rétegek karbonáttartalma kioldódott: 3% könnyen oldható és 1% nehezen oldható karbonátot (dolomitot) csak két szelvény 0,40–0,60 m mélységközében figyeltünk meg. Alacsony pH-n a vas és számos más elem könnyen mobilizálódik.

### Az üledékek ásványos összetétele

A 0,063 mm alatti finomszemcsés frakció, a leválasztott homokfrakció és a szelvényekből külön vett kavicsok ásványos összetételét vizsgáltattuk meg.

Amint a szemcsevizsgálat alapján várható volt, a finomszemcsés frakcióból röntgendiffrakcióval meghatározott agyagásványok aránya (II. táblázat) a szelvények tetején és az alsó, durvaszemcsés rétegben jóval kisebb, mint a szelvények közepén, az „akkumulációs” zónában. Itt a montmorillonit dominál, a mélyebb szinteken pedig az illit. Az egyes agyagásványok aránya STEFANOVITS & BIDLÓ (1963) elemzéseéhez közeli, de nem találtuk meg a pangóvízes barna erdőtalajokban STEFANOVITS (1972) szerint szokásos, az agyagásványok szétesésére utaló alumínium-hidroxidokat. Nárjai környékén és Szombathelytől nyugatra, ahol ez a réteg



II. táblázat. Pornóapáti üledékminták fázisanalitikai eredményei  
Table II. Results of X-ray and thermal analyses of some samples from Pornóapáti Area

Szám	Mélység, m	%																	
		Montmorillonit*	Vermikulit	Illit-montmorillonit	Illit	Muskovit	Kaoli-nit	Fe-klorit	Kvarc	Kálföldpát	Plagioklász	Gipsz	Kalcit	Dolomit	Amfibol	Goethit **	Amorf fázis	Összesen	
1/3	0,20–0,40	20		5	18			8	38				1				7	4	100
1/6	1,00–1,50	13	28	12	5	7		8	11								7	8	100
1/7	1,50–2,00	16		13	16	18			9	16					3		6	2	100
2/3	0,15–0,40	3		5	20	2	1	9	51	1			1		1		2	3	100
2/5	0,70–1,05	16		8	14	8		7	28	9	1			1			7	3	100
2/8	1,60–1,80	18		6	17	7		7	30	6	1						6	3	100
3/3	0,50–0,75	29		4	16	1		8	25	4	1	1		1			7	4	100
3/6	1,15–1,40	12		7	20	15	18	2	16	2							7	2	100
3/8	1,50–1,80	2		8	1	14	29	3	32	2							5	3	100
4/3	0,40–0,60	17			14		2	10	39	8			1		1		5	4	100
4/5	1,00–1,25	24		4	13		1	2	38	9					1		5	4	100
4/8	1,80–2,00	37		5	18			2	6	16	1						9	5	100
5/3	0,40–0,70	24		6	2			2	43	10							9	4	100
5/5	0,95–1,30	35		4	2			2	40	4	1						8	4	100
5/8	1,80–2,10	5		5	12			14	45	5	1	1					8	5	100
6/3	0,25–0,50	12		3	10			11	52	5	1			2			1	3	100
6/5	0,90–1,25	29		4	10			16	29	2	1						7	4	100
6/6	1,25–1,60	29		3	13			14	27	3	1						6	4	100

Megjegyzés:

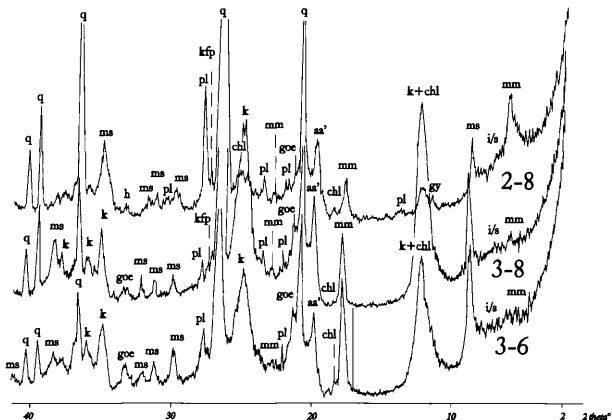
\*A montmorillonit rendezetlen, szinte bázisreflexió nélküli szerkezetű ásvány.

\*\* A goethit mellett kevés ferrihidrit is jelen van. Valószínű, hogy az amorf fázisban is található röntgenamorf, gélyszerű Fe-hidroxid.

több méter vastag, az itteninél nagyobb kőzetliszt- és homoktartalma a minőségi téglá- illetve cserépgyártásra is alkalmassá teszi (ILLÉS 1954; PÁLFFY 1974).

A montmorillonit a leggyakoribb agyagásvány; ez abban is megnyilvánul, hogy az agyagfrakció részarányával nő a minták montmorillonittartalma is. Az illit részaránya értelemszerűen csökken, a montmorillonit/illit kevert szerkezetű agyagásványé pedig nagyjából állandó.

Az agyagásványok rácsszerkezete változóan rendezett. A felszínközeli mintáknál a talajásványokra jellemző rendezetlenség látható; a bázisreflexió elmosódott vagy hiányzik (4. ábra), akárcsak egyes, nagyobb agyagtartalmú mintákban, ahol a montmorillonit apró, hajlított, csipkés szélű, függőnszerű lemezkék formájában jelenik meg (II. tábla, 1. kép). Számos esetben viszont a montmorillonit és az illit bázisreflexiói egyaránt élesek — ez a jelenség a kloritnál általános. Valószínű, hogy a mintákban a talajban keletkezett agyagásványokon kívül jelen van az idősebb kőzetekből áthalmozott anyag is, főleg a zöldpalából származó, saját alakú klorit (II. tábla, 2. kép). A csillámok közül a minden mintában



4. ábra. Jellegzetes röntgen-diffraktogramok: aa. agyagásványok; chl. klorit; goe. goethit; gy. gipsz; h. hematit; i/s. illit-smektit kevert szerkezetű ásvány; k. kaolinit; kfp. káli földpát; mm. montmorillonit; ms. muszkovit (és részben illit); pl. plagioklász; q. kvarc. Pordiagram felvételek, készültek a MÁFI fázisanalitikai laboratóriumában (KOVÁCS-PÁLFY Péter és BARÁTHNÉ SZINNYEI Katalin), Phillips 256P diffraktométer, CuK $\alpha$  antikatód

Fig. 4. Some characteristic X-ray diffractometric diagrams. aa' unidentified clay minerals; chl, chlorite; goe. goethite; gy. gypsum; h, hematite; i/s, illite/smectite mixed layers; k, kaolinite; kfp, potassic feldspar; mm, montmorillonite; ms, muscovite and illite; pl, plagioclase; q, quartz. Analysed in Phasis-analytical Laboratories of GIH, by Péter KOVÁCS-PÁLFY and Katalin BARÁTHNÉ SZINNYEI, diffractometer Phillips 256P, anticatode CuK $\alpha$

megtalálható klorit mellett az 1., 2. és 3. szelvényben konzekvensen előforduló (0–18%) muszkovit érdemel említést. Az összetétel efféle drasztikus különbözősége alapján bizonyosra vehető, hogy a „barna” réteg anyaga semmiképp sem ülepedhetett a levegőből: akkor ugyanis a muszkovit eloszlása a kloritéhoz hasonlóan egyenletes lenne. A muszkovitot jó közelítéssel a jura fillitekéből, a kloritot a kréta metavulkanitokból származtathatjuk, és ennek alapján feltételezhetjük, hogy az 1–3. szelvények anyagát lerakó patak vízgyűjtője a 4–6. szelvények patakjától Ny-ra (távolabb) terjedt ki.

Ezt szépen alátámasztja, hogy az 1. szelvény 6. mintájában vermikulitot is találtunk, ami a felszínen csak Burgenlandban, Badersdorftól D-re ismert szerpentinitek mállásterméke lehet. 1,0–1,5 m között a finom frakció vermikulittartalma 28% — ez az ásvány egyetlen más mintában sem fordul elő. Erősen valószínűsíthető, hogy a badersdorfi szerpentinitek lepusztuló anyagát a pleisztocén időszak nagyobb részében (mintánk anyagának leülepedése előtt és után egyaránt) egy, kutatási területünkől D-re folyó patak szállította DK felé. A hordalékkúpot felépítő patakok rendszeresen áthelyezték medrüket, és egyszer (az 1/6.

minta lerakásának idején) ez a feltételezett déli patak egészen 1. kutatóaknáknig felkanyarodhatott.

Sok (> 15%) kaolinitet találunk a 3. akna pleisztocén üledéksorának alján, egy keveset a 4. akna „barna” összletének közepén és szórványosan a 2. akna 0,15–0,4 m közötti szakaszán. A röntgendiffrakciós diagramok alapján úgy tűnik, hogy a szórványosan előforduló kaolinit egyik része helyben — savas közegben, a többi agyagásvány rovására — keletkezett (rendezetlen), másik (rendezett, jól kristályosodott) része pedig földpátok áthalmazott málladéka.

A nem agyag ásványok közül a kvarc mellett őt szelvényben esetenként a 10%-ot is elérő mennyiségű földpátot és valamennyi mintában 1–9% közötti goethitet találtunk. A vastartalom egy része ferrihidritben és a valószínűleg vaskolloidokból álló amorf fázisban jelleik meg.

Tíz minta *homokfrakciójának* binokuláris vizsgálatával a kvarc, a bontott földpát és a szórványos csillámlapok mellett sok kőzettörmelékét találtunk — egyes mintákban ez a frakció többsége. A kloritos palán, valamint a csillámos és grafitos kvarcítadarabkákon kívül nagyrészt bontott, limonitosodott felületű bázikus kőzettörmelékét és számos, részben vasoxiddal helyettesített szerpentint azonosítottunk — ez mind a vashegyi Penninikumból származik. Az agyagos szint homokfrakciójában, valamint a kavics köztes homok mátrixában gyakoriak a héjas szerkezetű limonitborsók (*I. tábla, 4. kép*) és sok az opak nehézásvány (magnetit?). A durvább frakciókban esetenként gipszhasábokat is találhatunk.

A homokszemcsék szegletesek, igen gyengén koptatottak. A kvarc áttetsző, sötétzöld, sárga, kagylós törésfelületekkel. Limonitkéreg nem csak a kőzettörmeléken jelenik meg, de számos kvarcsemcsén is.

Az 1., 2. és 6. szelvényből gyűjtöttünk *kavicsokat*. Ezek kőzettani összetétele egyértelműen alpi lehordási területre utal. A kvarc (kvarcít) jó részének eredete azonosíthatatlan; zöme föltehetően többszöri áthalmazással került jelenlegi helyére. A kavicsok enyhe többsége penninikumi: a szericites és a grafitos kvarcít (Velemi Mészfillit Formáció) gyaníthatóan a Vas-hegy délkeleti részéről puszult le, a zöldpalát és a bázisos vulkanitokat pedig a hegy északi részétől Pinkaóváron is túl követhető Felsőcsatári Zöldpala Formáció kőzeteiből származtathatjuk. A vörös homokkő és az agyagpala felső-ausztróalpi eredetű; utóbbi föltehetőleg, előbbi talán a Pinkaóvártól Ny-ra a Penninikumra tolódott devon pikkelyből származtatható. A szerpentinitet szálban a Vas-hegytől DNy-ra (Badersdorftól D-re) találhatjuk. Fentiek alapján bizonyosak lehetünk abban, hogy a kavicsanyag (*I. tábla, 3. kép*) több mint felét a víz 10–15 km-ről (a Vas-hegyről és az attól Ny-ra található devon pikkelyből) hozta.

A vizsgált kavicsok mérete 15–50 mm között változott. A zöldpala részben, a mikrogabbro, a diabáz jelentősen bontott, a szerpentindarabok viszont meglepően üdék, kevés limonitos beszüremléssel (*II. tábla, 1. kép*). A kavicsok a kvarc kivételével laposak, szögletesek, kevésbé koptatottak, rajtuk vörösésbarna limonitos-agyagos kéreg fejlődött ki.

A limonit önálló ásványként az agyagos-kőzetlisztes szintek alsó részén és a kavicsrétegekben jelenik meg. A finomszemcsés üledékben héjas-pikkelyes szerkezetű vasborsóként (*I. tábla, 4. kép*) vagy diffúz, szabálytalan lécekből és szétágazó mezőkből álló impregnációként jelenik meg (*II. tábla, 3. kép*). A ho-

mokban, kavicsban a limonit helyenként alapanyagszerű cementként fogja össze a szemcséket (II. tábla, 4. kép), amelyeken sötétbarna, hólyagos kérgék, közöttük pedig tömör, 10–35 mm-es, szabálytalan alakú limonitdarabokból álló fészkek is kialakultak. Felületi csiszolatban látható, hogy a pórusos szerkezetű limonitgélből 0,005 mm-es, íves goethit-szálak válnak ki. Egyes limonitmezőkben beágyazott magnetitzemcséket is találhatunk. A limonit jelenléte és szerkezete is azt bizonyítja, hogy az alacsony pH-érték megkönnyítette a kationok többségének deszcendens migrációját. Szükségképpen a geokémiai különbségeket is két fő okra: a lehordási területek különbözőségére és az agyag (vas stb.) bemosódására kell visszavezetnünk.

### Geokémiai vizsgálatok

A 30 talajmintából királyvizes kioldással a következő elemek koncentrációját vizsgáltuk meg: Cr, Zn, Ni, Ba, Mn, Ni, Ti, Cu, Sr, Ca, Mg, Fe, Al, V, Mo, Pb, Co, Cd, P, As, Na, Li, K.

Statistikailag a finomszemű "barna" összletet (és korlátozottan a kavicsos betelepüléseket) tudjuk jellemezni; a pannon homokból és a limonittal cementált üledékből mindössze egy-egy mintánk van. Az egyes talajtani szintek elemtartalmait (IV–V. táblázat) összehasonlítva egyetlen tendenciát jelölhetünk ki, és ez a bemosódás. A leszálló víz (a Ba, Sr, Al, Pb, Na és Ti kivételével) kimossa egyrészt az agyagot, másrészt az oldható ionokat a talajból, ahol a kationok zömmel szerves komplexekben fordulnak elő.

A humusztól redukív környezetet elhagyva ezek a komplexek lebomlanak, és a további elemvándorlás, illetve -felhalmozódás fő tényezője az üledékek porozítása.

A C szint kavicsos lencséiben több a Mn és a Cr, kevesebb a Ca és a Mg (Li), mint ugyanitt a finomabb szemcseösszetételű üledékekben. Amint BARTHA et al. (1987) kimutatta, ez annak köszönhető, hogy a durvább szemű üledékek pórusai levegősebbek, míg a kőzetlisztes agyag pórusait feltöltő kapilláris víz az év nagy részében meggátolja az oxigén bejutását. A változó vegyértékű Fe, Cr és Mn kiválik a levegős, durva pórusokban, és a vashidroxidok megkötik a leszálló víz arzéntartalmát is. Szükségképpen a háromfázisú zónában az oldatosan vándorló elemek folyamatosan két elemakkumulátor fázis: az agyag és a vashidroxid között oszlanak meg.

A fentiekkel részleges összhangban a B szint egyetlen, kavicsos mintájában (6/2) a szint minden más mintájánál több a Fe, Mg, Pb és As — egyúttal kevesebb a részben az agyagásványokhoz kötődő Cr, Zn, Ni, Ba, Cu, Ti, Sr, Al, Co — ugyanis a két vegyértékű kationok itt legalább részben az agyagásványokhoz kötődnek. E két összevetésből valószínűsíthetjük, hogy a leszálló oldatokból az agyag és a vas eltérő körülmények között és mélységben ülepszik ki.

E feltételezés ellenőrzésére mindhárom szintben megvizsgáltuk az elemek korrelációs kapcsolatát. A korrelációs együtthatók eloszlása valamennyi képződménytípusban (leginkább az A<sub>2</sub>, legkevésbé a B szintben) a normálhoz közeli; várható értékük alig tér el a 0-tól (az A<sub>1</sub> szintben 0,06, az A<sub>2</sub> szintben 0,04), azaz a korrelálatlan geokémiai háttérben várhatótól. Ebből arra következtethetünk, hogy az egyes minták/szintek elemkoncentrációinak különbségeit nem annyira a

III. táblázat. A „barna” öszlet elemtartalmai (kavicsos betelepülések nélkül)

Table III Element content of the „brown soil” (without pebbles)

Minta- szám	Mélység	Agyag	Kőzetliszt	Homok	Kavics	Cr	Zn	Ni	Ba	Mn	Cu	Ti	Sr	Ca	Fe	Mg	Al	V	P	Pb	Co	As	Na	Li	K			
	m	%				g/t								%								g/t						
1/1 <sup>1</sup>	0,00–0,20	14,8	47,4	36,1	0,9	17,5	22,3	8,8	50	75	7,5	1100	15,8	0,55	1,04	0,75	4,26	15,5	125	28,5	10,5	8,0	335	8,5	880			
1/3 <sup>2</sup>	0,20–0,40	33,8	47,9	17,4	0,6	35,8	66,2	25,7	122	255	18,7	850	27,6	0,41	0,89	0,36	5,53	31,6	85	18,5	12,0	5,0	225	10,0	650			
1/4 <sup>2</sup>	0,40–0,60	34,5	42,1	29,8	0,6	34,2	60,4	31,3	180	620	25,4	755	22,3	0,73	1,08	0,42	4,98	27,6	115	22,5	15,4	11,5	235	9,5	740			
1/5 <sup>2</sup>	0,60–1,00	37,7	46,1	14,7	0,5	33,8	75,5	42,4	150	1100	36,2	120	27,5	1,02	1,58	0,48	3,58	30,5	220	18,0	22,8	20,6	266	12,4	1150			
2/1 <sup>1</sup>	0,00–0,05	26,1	57,4	15,1	0,6	22,4	11,5	8,5	220	85	13,0	66	24,5	0,12	1,06	0,23	5,83	10,6	66	18,5	7,5	6,0	710	7,5	660			
2/2 <sup>1</sup>	0,05–0,15	25,7	50,6	16,4	6,1	25,5	20,3	10,6	105	125	10,5	150	32,6	0,56	0,32	0,43	6,01	12,5	56	25,0	10,2	8,5	250	12,0	580			
2/3 <sup>2</sup>	0,15–0,40	35,5	50,6	13,7	0,0	35,5	28,3	22,5	250	655	20,6	210	33,7	0,67	0,45	0,33	4,52	10,6	75	22,0	20,4	12,0	650	22,4	1200			
2/5 <sup>2</sup>	0,70–1,05	38,9	43,4	16,6	0,2	42,0	22,5	25,4	118	250	18,4	225	27,5	0,36	2,49	0,45	3,76	20,4	122	18,5	37,5	27,4	440	15,6	1450			
3/1 <sup>1</sup>	0,00–0,25	22,8	51,0	25,1	0,0	11,6	30,5	10,5	226	850	15,3	355	12,6	0,12	0,69	0,55	3,54	22,6	85	27,0	18,0	5,8	880	7,5	1300			
3/2 <sup>1</sup>	0,25–0,50	26,9	43,8	27,8	0,3	22,5	28,6	27,4	225	1100	22,4	155	43,5	0,46	1,26	0,36	2,69	18,6	112	32,5	25,8	22,5	150	12,5	1250			
3/4 <sup>3</sup>	0,75–1,05	52,4	24,6	22,3	0,0	45,6	42,4	66,5	252	1300	32,5	220	25,4	0,85	1,36	0,46	4,56	30,6	220	52,5	45,5	28,8	220	25,1	1520			
3/5 <sup>3</sup>	1,05–1,15	55,9	30,4	13,0	0,0	45,8	46,4	59,6	240	1150	40,6	115	34,5	0,92	2,25	0,46	3,85	33,4	305	25,5	88,3	35,5	215	18,5	1600			
3/7 <sup>3</sup>	1,40–1,50	55,7	26,8	16,5	0,0	38,5	28,6	60,4	155	1250	38,5	162	36,5	0,56	9,86	1,03	4,43	55,8	285	28,5	75,4	85,2	255	35,0	1450			
4/1 <sup>1</sup>	0,00–0,20	26,1	60,0	10,9	2,0	27,8	80,2	26,1	114	1580	13,4	303	13,5	0,29	2,07	0,37	1,36	34,2	508	29,6	14,7	10,3	475	14,1	1770			
4/3 <sup>2</sup>	0,40–0,60	49,0	44,4	5,8	0,0	55,7	115,6	35,5	210	1250	26,8	165	20,5	0,53	1,66	0,25	2,58	52,1	336	29,6	23,4	8,5	525	26,2	1650			
4/5 <sup>3</sup>	1,00–1,25	53,1	37,9	7,8	0,2	65,8	126,5	32,5	228	1365	38,8	225	55,3	0,84	2,56	0,37	3,57	66,4	122	45,5	25,4	11,6	565	30,5	1840			
4/7 <sup>3</sup>	1,50–1,80	50,7	37,1	10,2	1,3	49,6	103,8	17,5	185	1650	30,5	127	22,4	0,62	6,55	0,42	2,85	56,8	402	33,5	28,6	27,6	490	18,5	1750			
4/8 <sup>1</sup>	1,80–2,00	56,3	30,8	11,0	1,3	61,3	87,6	50,8	195	1090	33,0	215	19,0	0,54	4,39	0,62	2,96	67,3	376	18,6	24,8	16,8	265	21,7	1810			
5/2 <sup>2</sup>	0,20–0,40	37,1	53,1	8,2	0,6	32,6	74,1	26,2	123	940	15,6	98	11,1	0,13	2,77	0,43	1,79	46,7	239	24,4	18,9	13,7	404	17,4	1500			
5/3 <sup>3</sup>	0,40–0,70	55,0	36,6	5,6	2,4	72,3	102,5	66,0	202	1120	27,9	77	22,0	0,68	8,65	0,73	3,35	55,4	405	16,3	28,5	30,5	1116	31,0	2060			
5/6 <sup>3</sup>	1,30–1,60	61,2	30,8	4,3	3,3	105,5	95,6	25,5	155	1650	29,6	70	27,5	0,33	10,56	0,67	4,22	70,0	335	11,6	31,5	41,5	203	42,5	1750			
5/8 <sup>3</sup>	1,80–2,10	59,2	29,7	4,9	4,8	67,2	83,2	55,8	223	842	33,3	80	28,8	1,00	5,05	0,65	3,71	84,2	174	22,9	28,0	18,5	257	22,9	1790			
6/1 <sup>1</sup>	0,00–0,15	20,7	49,0	21,7	7,6	32,5	70,5	17,6	82	1190	8,5	175	11,1	0,24	2,21	0,17	1,23	44,3	331	36,9	19,2	9,8	426	11,5	800			
6/4 <sup>3</sup>	0,50–0,90	56,2	20,2	13,6	9,1	22,5	55,4	20,5	96	1050	18,6	225	12,5	1,06	8,84	0,37	1,13	27,5	155	22,5	12,4	44,5	160	17,6	1120			
	Kr-W*	20,23	17,56	7,05	—	15,2	6,4	9,48	2,6	6,36	15,25	6,59	1,45	8,4	13,22	5,5	0,39	10,63	5,27	3,38	10,6	12,9	1,26	14,52	9,77			

1 — „A” szint, 2 — „B” szint, 3 — „C” szint, Kr-W — a Kruskal-Wallis-próba eredménye. Szignifikancia-szintek: 90% = 4,6, 95% = 6,0, 99% = 9,2, 99,9% = 13,8

V. táblázat. Az egyes talajszelek elemtartalmainak összevetése  
 Table V Comparison of the element contents of soil zones

Szint	Agyag	Kőzetliszt	Homok	Cr	Zn	Ni	Ba	Mn	Cu	Ti	Sr	
A-B	A < B <sup>1</sup>			A < B <sup>1</sup>		A < B <sup>2</sup>			A < B <sup>1</sup>	A < B <sup>3</sup>		
A-C	A < C <sup>1</sup>	A > C <sup>1</sup>	A > C	A < C <sup>1</sup>	A < C <sup>1</sup>	A < C <sup>2</sup>			A < C <sup>1</sup>			
B-C	B < C <sup>1</sup>	B > C <sup>1</sup>		B < C <sup>3</sup>				B < C <sup>2</sup>	B < C <sup>2</sup>	B > C <sup>2</sup>		
Szint	Ca	Fe	Mg	Al	V	P	Pb	Co	As	Na	Li	K
A-B							A > C				A < B <sup>3</sup>	
A-C	A < C <sup>3</sup>							A < C <sup>3</sup>	A < C <sup>3</sup>		A < C <sup>2</sup>	
B-C		B < C <sup>2</sup>	B < C <sup>3</sup>			B < C <sup>3</sup>		B < C <sup>3</sup>	B < C <sup>1</sup>		B < C <sup>2</sup>	B < C <sup>1</sup>

A Mann-Whitney próba szignifikancia-szintjei:<sup>1</sup> — 99%,<sup>2</sup> — 98%,<sup>3</sup> — 95%,<sup>4</sup> — 90%

talajosodás határozza meg, mint inkább az egyes elemakkumulátor fázisok mennyiségei, tehát a lehordási területek különbözőségei (anyagszolgáltatás) és a lerakódás körülményei (szemcse-, illetve pórusméret).

### Következtetések

A Szombathelytől délnyugatra fekvő területen talajszelvényeink pannon, felső pleisztocén és holocén korú üledékeket tártak fel; ezek legnagyobb részét a térképek a nyugat-Magyarországon gyakori, felerészét agyagásványokból álló „bar-nafölddel” azonosítják. A leggyakoribb agyagásvány a montmorillonit-illit, amit részben elsődleges, részben színes ásványokból keletkezett, másodlagos klorit kísér.

Az agyagos-kőzetlisztes mátrixban változó mennyiségű homok mellett helyenként kavicsokat is találunk; az uralkodóan finomszemű öszletbe három feltárásunkban is pár deciméter vastag, rosszul osztályozott, homokos-kavicsos zsinórok, illetve lencsék települnek. A kavicsok többsége jól körülhatárolható vízgyűjtő területekről: a Vas-hegyről, a Pinkaóvár környékén feltárt felsőcsatári zöldpalából, a Pinkaóvártól Ny-ra erre tolodott devon pikkelyből és Vas-hegytől DNy-ra megtalálható szerpentineteiből pusztult le.

Ezt a vízgyűjtő területet a finomszemcsés frakció ásványos összetétele alapján jelentősen tovább tagolhatjuk. Mivel a jura fillitekből származtatható muszkovit csak az 1., 2. és 3. szelvényben fordul elő (de ott konzekvensen), bizonyosra vehető, hogy az e szelvények anyagát lerakó patak vízgyűjtője a 4–6. szelvények patakjától Ny-ra (távolabb) terjed ki.

Az 1. szelvény 6. mintájában talált vermikulit csak a Badersdorftól D-re ismert szerpentinete mállásterméke lehet: ez a fél méter vastag réteg egy harmadik vízgyűjtőről érkező és átmenetileg erre kanyargó patak üledéke.

Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a „barna” öszlet kutatási területünkön semmiképp sem eolikus képződmény: anyagát a jelenlegi államhatár túloldaláról érkező, legfeljebb pár tucat négyzetkilométeres vízgyűjtőjű patakok rakták le. A finomszemű

összetétel ártéri üledéknek tekinthetjük, a kavicsos zsinórok, illetve lencsék pedig a medrekben vagy parti hátakon rakódhattak le. A nyugat-dunántúli kavicsotakarót nem értük el.

A rétegsor ásványtani-geokémiai arculatát két folyamat határozza meg: a fentebb részletezett üledékképződés és az agyagbemosódás. A talaj „A” szintjében az agyagtartalom mindössze 15–25%, az akkumulációs szintben mindenütt 50%-nál is több.

Az „A” szintben a montmorillonit dominál, a szelvények alján a durvaszemű betelepülésekben pedig, az illit. Az agyagfrakció részarányával nő (az illit rovására) a minták montmorillonit-tartalma is.

Vizsgálataink alapján a feltárt üledékek keletkezésében három, ásványtanilag és geokémiailag megkülönböztethető fázist tételezünk fel: száraz, hideg éghajlat alatt a fizikai aprózódást, mérsékelt csapadékos klíma alatt, semleges vagy gyengén lúgos közegben az agyagosodást és a jelenkorinál melegebb, időszakosan csapadékos éghajlat alatt erőteljes bontást savas közegben. A legtöbb, vizgált alkotó mozgása kimutathatóan deszcendens; az agyagbemosódás mellett a durvább szemű üledékekben a vasakkumulációs szint kialakulása is megkezdődött.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton fejezik ki köszönetüket a Magyar Állami Földtani Intézet fázisanalitikai laboratóriuma kutatóinak, közöttük dr. KOVÁCS-PÁLFY PÉTERNEK és dr. FÖLDEVÁRI MÁRIÁNAK, valamint az Intézet kémiai laboratóriumának a minőségi és precíz analitikai eredményekért, valamint a Szombathelyi Erdészet munkatársainak a talajszelvények feltárásáért. Munkánk eredményeinek közérthetővé tételéért rengeteget tett dr. Szentpétery Ildikó: ha fáradozása netán csak részleges sikert hozott volna, az csakis a szerzők hibája lehet.

Jelen tanulmány az OTKA T-025925. sz. pályázata anyagi támogatásával készült.

### Irodalom — References

- ÁDÁM L. 1962: A rábántúli kavicsotakaró. — *Földrajzi Értesítő* **11**, 41–52.
- BALOGH K., ÁRVÁNE SÓS E., PÉCSKAY Z. et al., 1983: Kronológiai tanulmányok a Kőszegi hegység metamorf kőzetein. — Kézirat, ATOMKI, Debrecen.
- BARTHA A., FÜGEDI P. U., KUTI L., 1987: Fiatál, laza üledékek mikrotáplem vizsgálata a Bodroghözben. — *MÁFI Évi Jel. az 1985. évről*, 165–186.
- BENDEFFY L. 1929: Morfológiai megfigyelések a Vashegy-csoportban. — *Földrajzi Közlemények* **57**, 21–30.
- BŐJTÖSNÉ VARRÓK K. 1963: Földtani vizsgálatok a Kőszegi-hegységben. — *MÁFI Évi Jelentése 1960-ról*, 7–20.
- BŐJTÖSNÉ VARRÓK K. 1964: A Kőszegi-hegység és a Vas-hegy földtani felépítése. — *Melléklet a Magyarhoni Földtani Társulat nyugat-magyarországi vándorgyűléséhez*. V. 28–31. 1–6.
- BŐJTÖSNÉ VARRÓK K. 1965a: Felsőcsatári talk- és szerpentinelőfordulás ismertetése és Cr-Ni-Co tartalmának vizsgálata. — *OFG Adattár*, 1–25.
- BŐJTÖSNÉ VARRÓK K. 1965b: A Nyugat-Magyarország kristályos paláinak geokémiai vizsgálata. — *MÁFI Évi Jelentése 1963-ról*. 149–156.
- FINK J. 1963: Felszínformálódás az Alpok keleti peremén. — *Földrajzi Közlemények* **11** (87) **2**, 141–144.
- FRANYÓ E., ERDHARDT GY., JASKÓ S., JUHÁSZ Á., SZÉLES M., SZÜCS L. & WEIN GY. 1976: Magyarázó Magyarország 200.000-es térképsorozatához. L-34-XI. Zalaegerszeg. — *MÁFI kiadvány*, 7–144.
- HEGYI J. 1965: Nyugatmagyarországi kavicsanyag vizsgálata. — *OFG Adattár*, 8–52.
- HOLLANDER, M. & WOLF, D. 1973: Nonparametric statistical methods. — Wileyand Sons, New York, 173 p.

- ILLÉS Gy. 1954: Évi részletes jelentés a szombathelyi tégl- és cserépanyag kutatásról. — *OFG Adattár*, 1-24.
- IVANCSICS J. 1997: Velemi Mészfillit Formáció  ${}^{\circ}J_{2-3}$  — In: CSÁSZÁR G. (ed.): Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. MÁFI, Budapest. p. 87.
- KISHÁZI P & IVANCSICS J. 1985, 1986: Magyarország Geológiai Alapszelvényei: Kőszegi-hegység, Cák, felső kőfejtő, Kőszeg Szabó-hegy, velemi út bevágása, Szabó hegy, szerpentin út, Borospincék völgyfője, szirt, szurdok-völgy, Velem, Szent Vid-hegyi Szépkilátó útbevágás, Bozsok, Ny-i lejtő, kőfejtő. — *A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa*, Budapest
- KORPÁS L. & HOFSTRA, A., H. 2000: Carling Gold in Hungary. — *Gaeologica Hungarica series Geologica* 24, 131–303.
- KORPÁSNE HÓDI M. 1998: A medenceperemi pannóniai s.l. üledékes formációk rétegtana — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk): *Magyarország képződményeinek rétegtana*. 453–468.
- KRIZSÁN P & RADNÓTI E. 1967: A felsőcsatári talk- és serpentinelfordulás összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása. — I. OÉÁ Pilisvörösvár, 3–55.
- LELKES-FELVÁRI Gy. 1998: Nyugat-magyarországi metamorfitek. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország képződményeinek rétegtana*. 55–71.
- NAGY E. 1972: Vizsgálataink a Kőszegi-hegységben. — *MÁFI Évi Jelentése 1970-ről*, 197–207.
- NAGY K. 1958: A felsőcsatári talk és kísérő kőzeteinek ásványtani vizsgálata. — *OFG Adattár*, 2–15.
- PAHR, A. 1960: Aufnahmsbericht 1960. Blatt Oberwart (137). Kristalliner Anteil. — *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt* Wien, 53–54.
- PAHR, A. 1961: Aufnahmsbericht 1960. Blatt Oberwart (137). Kristalliner Anteil. — *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt* Wien, 42–43.
- PAHR, A. 1962: Aufnahmsbericht 1961. Blatt Oberwart (137). Kristalliner Anteil. — *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt* Wien, 42–44.
- PAHR, A. 1963: Aufnahmsbericht 1962. Blatt Rednitz (138). Kristalliner Anteil. — *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt* Wien, 34–35.
- PAHR, A. 1964: Aufnahmsbericht 1963. Blatt Rednitz (138). Kristalliner Anteil. — *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt* Wien, 31–32.
- PAHR, A. 1965: Aufnahmsbericht 1964. Blatt Oberwart (137). Kristalliner Anteil. — *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt* Wien, 33–34.
- PÁLFY J. 1974: Nárai durvakarámi agyagkutatás. — *Országos Tégl- és Cserépipari Egyesület, OFG Adattár*, 1–4.
- SCHAREK P. 2004: A Kőszegi-hegység földtani térképe. M=1:100 000. — *Magyar Állami Földtani Intézet digitális kiadványa*
- SCHÖNLAUB, H. P. (ed.) 2000: Burgenland. Erläuterungen zur Geologischen Karte des Burgenlandes 1:200 000. — *Geologische Bundesanstalt*, Wien, p. 130.
- SOMMSSICH L.-NÉ & CSAJÁGI Zs. 1977 A toronykörnyéki lignitkutatási terület összefoglaló földtani jelentése. — *OFG Adattár*, II. 1–98. Várpalota
- STEFANOVITS P & BIDLÓ G. 1963: Barna erdőtalaj-típusok agyagfrakcióinak vizsgálata. — *Földtani Közlöny* 93. (Agyagásvány-füzet), 40–49.
- STEFANOVITS P. 1972: Pangóvízes barna erdőtalajok genetikája. — *Agrártudományi Közlemények* 31, 189–193.
- STEFANOVITS P. 1981: *Talajtan*. [Második, átdolgozott kiadás.] — Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 380 p.
- .SZENDREINÉ KOREN E. 1999: Különböző klimatikus viszonyok között előforduló többletvíz kutaktól független erdei termőhelyek talajtípusai — elsődlegesen barnaföldek és agyagbemosódásos barna erdőtalajok — száradási folyamatának vizsgálata különböző erdőállományok esetében. — *OTKA T-025925 zárójelentés*. ERTI 0–14.
- VARRÓK K. 1955: Felsőcsatár környékének földtani felépítése, talkum- és vasérc-előfordulásai. — *MÁFI Évi Jelentése 1953-ról* (2). 479–490.
- VARRÓK K. 1956: Összefoglaló földtani jelentés a felsőcsatári talkum-kutatásról. II. Rövid földtani jellemzés. — *OFG Adattár*, 8–14.
- VENDEL M. 1967: A felsőcsatári talktelepek genetikája. — *BKI Petrográfiai osztálya Sopron, OFG Adattár*, 5–6.
- VENDEL M., KISHÁZI P, 1967: A felsőcsatári talktelep genetikája. — *Bányászati Kutató Intézeti Közleményei különkiadványa*, 153 p..
- WINKLER-HERNANDER, A. 1955: Ergebnisse und Probleme den quartären Entwicklungsgeschichte im östlichen Alpenraum ausserhalb der Vereisausgebiete. — *Denkschrift Akad. Wiss. Wien* 110–112.



### I. tábla — Plate I

1. kép: Limonitos kötőanyagú kavicszint (lim+kv) az 1. talajszelvényben (Pornóapáti).

*Photo 1. Limonite cemented pebble level (lim+kv) in soil profile No. 1. (Pornóapáti)*

2. kép. Vörös limonitkéreg a pannóniai homok eróziós felületén a 3. talajszelvényben (Dozmat).

*Photo 2. Red limonite crust on the erosion surface of the Pannonian sands, in soil sampling section No. 3. (Dozmat)*

3. kép. Szerpentinít, opak ásványok; kavics a 2. talajszelvényből (Pornóapáti), 1,50 m mélyről. Vékonycsiszolat, + nikolok, a fénykép hossza 4 mm.

*Photo 3. Serpentine and dark minerals, pebble piece from soil profile No. 2 (Pornóapáti). Thin section, + Nichols, the long side of the photo measures 4 mm.*

4. kép. Héjas szerkezetű, limonitos vasborsó: 6. talajszelvény (Felsőcsatár), 16 m. SEM felvétel; a kép hossza 0,5 mm.

*Photo 4. Iron hydroxide pellet with coated structure from soil profile No. 6 (Felsőcsatár), 160 cm. SEM micrograph, the long side of the photo measures 0,5 mm.*

### II. tábla — Plate II

1. kép. Függönyszerű, csipkézett montmorillonit lapocskák. 5. talajszelvény (Vaskeresztes), 2,00 m. SEM felvétel

*Photo 1. Curtain-like, indented montmorillonite sheets. Soil profile No. 5 (Vaskeresztes), 2,00 m; SEM micrograph*

2. kép. Saját alakú kloritlapocskák. 2. talajszelvény (Pornóapáti), 1,30 m. SEM felvétel.

*Photo 2. Euhedral chlorite sheets. Soil profile No. 2 (Pornóapáti), 1,30 m. SEM micrograph*

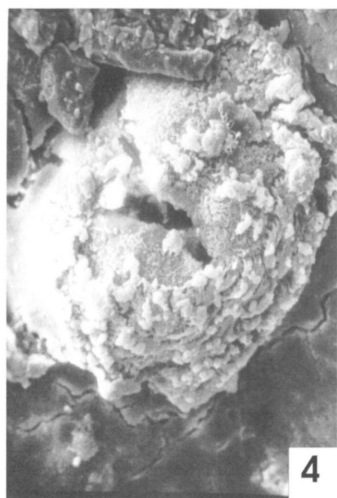
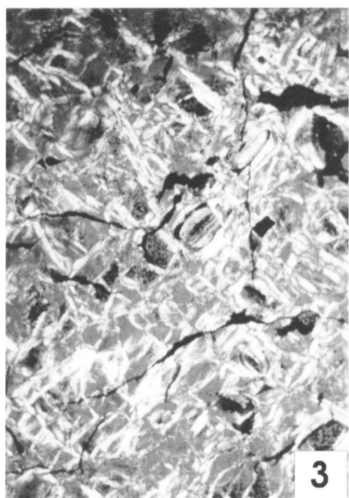
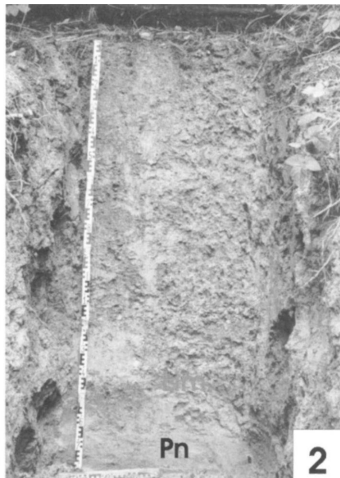
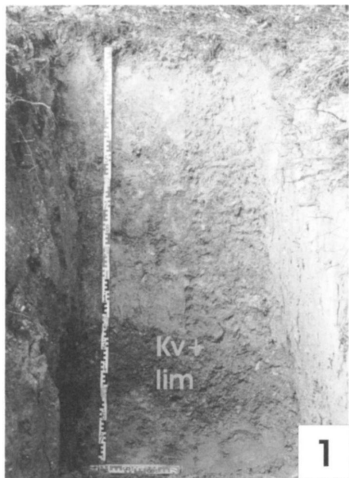
3. kép. Diffúz limonitfészkek (I) agyagban. 2. talajszelvény (Pornóapáti), 1,70 m. Felületi csiszolat.

*Photo 3. Limonite nests (I) in clay. Soil profile No. 2 (Pornóapáti), 1,75 m. Polished surface.*

4. kép. Homokszemcséket cementáló, goethitszálás limonitgél (L), magnetit szemcsével (M). 6. talajszelvény (Felsőcsatár), 1,90 m. Felületi csiszolat

*Photo 4. Sandstone with limonitic (L) cement and with a magnetite grain (M). Soil profile No. 6 (Felsőcsatár), 1,90 m. Polished surface*

## I. tábla — Plate I



II. tábla — Plate II

