

SOPRONI EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI KAR

KITAIBEL PÁL KÖRNYEZETTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

GEOKÖRNYEZETTUDOMÁNYI PROGRAM

Mészkövön képződött talajok ásványtani vizsgálatai a Bükk-hegységben

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Hofmann Eszter

Témavezető:

Prof. dr. Bidló András intézetigazgató, egyetemi tanár

Sopron

2017

**MÉSZKÖVÖN KÉPZŐDÖTT TALAJOK ÁSVÁNYTANI VIZSGÁLATAI A
BÜKK-HEGYSÉGBEN**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Készült a Soproni Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
Geokörnyezettudományi (K2) programja keretében.

Írta:
Hofmann Eszter

Témavezető: Prof. dr. Bidló András

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Sopron,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDHT elnöke

NYILATKOZAT

Alulírott **Hofmann Eszter** jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a **Mészkövön képződött talajok ásványtani vizsgálatai a Bükk-hegységben** című PhD értekezésem önálló munkám, az értekezés készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény szabályait, valamint a **Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola** által előírt, a doktori értekezés készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.¹

Kijelentem továbbá, hogy az értekezés készítése során az önálló kutatómunka kitétel tekintetében témavezető(i)met, illetve a programvezetőt nem tévesztettem meg.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy az értekezést nem magam készítettem, vagy az értekezéssel kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem megtagadja az értekezés befogadását.

Az értekezés befogadásának megtagadása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 20.....

.....
doktorjelölt

¹ 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) **A mű részletét – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.**

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára – a cél által indokolt terjedelemben – szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást – a szerző nevével együtt – fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

TARTALOMJEGYZÉK

KIVONAT.....	1
ABSTRACT	2
1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. Bükk-hegység.....	5
2.1.1. Kutatástörténet	5
2.1.2. Földtörténeti áttekintés.....	6
2.1.3. Rétegtani áttekintés	8
2.1.3.1. <i>Karbon, perm</i>	8
2.1.3.2. <i>Triász</i>	9
2.1.3.3. <i>Jura, kréta, paleocén-Eocén</i>	12
2.2. Domborzat, éghajlat, vízrajz, növényzet, területhasználat	13
2.2.1. Domborzat	13
2.2.2. Éghajlat	14
2.2.3. Vízrajz.....	15
2.2.4. Területhasználat, termőhelyi jellemzés	16
2.2.5. Növényzet	17
2.3. A Bükk-fennsík talajai.....	18
2.3.1. Mészkövön képződött talajok	19
2.3.1.1. <i>Mészkövön képződött talajok hazai szakirodalma</i>	19
2.3.1.2. <i>Mészkövön képződött talajok nemzetközi szakirodalma</i>	22
2.3.1.3. <i>Összegzés</i>	26
2.3.2. A vizsgált terület talajainak WRB besorolása.....	26
2.4. A talaj ásványai és az eloszlásukat befolyásoló tényezők	29
2.4.1. A mállási folyamatok általános jellemzése és azok hatása az ásványi összetételre	30
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	31
3.1. Mintaterület bemutatása, jellemzése	31
3.2. Talajszelvények kijelölése, mintavétel.....	32
3.2.1. Bolygatott talajminták.....	33
3.2.2. Bolygatatlan talajminták	33
3.3. Talajkémiai és talajfizikai alapvizsgálatok	34
3.3.1. Kémhatás	34
3.3.2. Szénsavas mésztartalom.....	34
3.3.3. Szemcseösszetétel	34
3.3.4. Szervesanyag-tartalom.....	35
3.4. Ásványtani vizsgálati módszerek.....	35
3.4.1. Termoanalitika	36
3.4.2. Röntgen-pordiffrakció.....	37
3.4.3. Mikromorfológia	38
3.4.4. Elektronmikroszkópia – röntgen mikroanalízis	38
3.4.5. Nehézfém tartalmi-vizsgálatok	39
3.5. Statisztikai kiértékelések	40
4. EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSŰK.....	41
4.1. Szelvénymorfológiai megfigyelések	41
4.2. Talajkémiai és talajfizikai alapvizsgálatok eredményei	43
4.2.1. Kémhatás	43
4.2.2. Szénsavas mésztartalom.....	46
4.2.3. Szemcseösszetétel	47
4.2.4. Szervesanyag-tartalom.....	50
4.2.5. Összegzés.....	51
4.3. Ásványtani összetétel	52
4.3.1. Termoanalitika	52

4.3.1.1. A talajminták termikus viselkedése és a különböző talajtípusok termoanalitikai eredményeinek összesítése	57
4.3.1.2. Az ásványok előfordulása a leülepitett frakciókban a termoanalízis módszerével vizsgálva.....	60
4.3.1.3. A különböző talajtípusok ásványi összetétele	64
4.3.1.4. Összegzés	68
4.3.2. Röntgen-pordiffrakció.....	69
4.3.2.1. Az alapkőzet vizsgálata röntgen-pordiffrakcióval	71
4.3.2.2. Összegzés	71
4.3.3. A termoanalitikai és a röntgen-pordiffrakciós eredmények összehasonlítása	72
4.3.3.1. Összegzés	77
4.3.4. A talajszelvények kalcit-tartalmának összehasonlítása a különböző mérési módszerek eredményei alapján	82
4.3.4.1. A kalcit és kvarc mennyiségek arányai a különböző rendzina altípusokban	84
4.3.5. Mikromorfológia.....	86
4.3.5.1. Összegzés	94
4.3.6. Elektronmikroszkópia – röntgen mikroanalízis	95
4.3.6.1. Összegzés	101
4.3.7. Nehézfém tartalmi-vizsgálatok	101
4.3.7.1. Összegzés	108
4.4. Eredmények összefoglalása	108
4.4.1. A vizsgált talajszelvények ásványainak eloszlása az őket befolyásoló tényezők tükrében	108
4.4.2. A vizsgált talajszelvények mállási folyamatainak ásványtani vonatkozásai	109
5. KÖVETKEZTETÉSEK	113
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	117
TÉZISEK.....	119
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	120
FELHASZNÁLT IRODALOM.....	121
A DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBAN KÉSZÜLT SAJÁT KÖZLEMÉNYEK.....	132
MELLÉKLETEK	134

KIVONAT

Mészkövön képződött talajok ásványtani vizsgálatai a Bükk-hegységben

Kutatásom célja a bükki, mészkövön képződött talajok minél részletesebb ásványtani vizsgálata volt. A hazai talajtannal foglalkozó kutatók már évtizedekkel ezelőtt felvetették annak lehetőségét, hogy ezeken a talajokon nem csak az alapkőzetből, hanem idegen anyagból is történhetett a talajképződés - azonban átfogó, bizonyító erejű vizsgálatok eddig még nem történtek. A Bükk-fennsíkon összesen 13 talajszelvényt vizsgáltam. A talajmintákat genetikai szintek szerint vettem, hogy a talajképződési folyamatok jól nyomon követhetők legyenek. A talajminták kémiai és fizikai paramétereinek laboratóriumi vizsgálata mellett az ásványi összetételre vonatkozóan termoanalitikai (TG, DTG, HF) és röntgen-pordiffrakciós (XRPD) elemzéseket, a talajminták morfológiájára és elemi összetételére vonatkozóan pásztázó elektronmikroszkópiái (SEM és EDX)- és talaj-mikromorfológiai vizsgálatokat végeztem, melyeket kiegészítettem elemtartalmi vizsgálatokkal is (ICP-OES).

A talajok ásványos komponensei a vizsgálatok alapján a kvarc, az agyagásványok (illit, kaolinit, montmorillonit, illit/montmorillonit közberétegzett szerkezetek), a kloritok, a plagioklász, a kálföldpát, a kalcit, a dolomit, a goethit. Emellett a minták jelentős amorf tartalommal („ferrihidrit”) is rendelkeztek. A kalcit jelentősebb mennyiségben a talajszelvények alsó szintjeiben volt jelen, jelezve az alapkőzet közelségét; a felső talajszintekben mennyisége csekély vagy nem volt kimutatható.

A vizsgált talajokban elsősorban a kvarc kimagasló mennyisége az összes ásványhoz – legfőképpen a kalcithoz – képest jelzi, hogy a vizsgált talajok nem keletkezhettek kizárólag a mészkő kőzet mállástermékeként, melyet a mészkő kőzetminták röntgen-diffrakcióval mért tisztasága is alátámaszt. Az ásványtani vizsgálatok alapján – a mészkő mellett – a talajképződési folyamatokban a külső, légkörből leülepedő eolikus por és homok, illetve a szomszédos területek kőzetanyagából történő helyi eolikus porszállítás, valamint eróziós folyamatok hatására áthalmazódott anyagok is szerepet játszhattak. Ennek megfelelően a mészkő mállástermékei mellett, más anyagok is részt vettek a talajfejlődés folyamatában, ami lehetővé teszi, ezeken a területeken is a mélyebb termőrétegű talajok kialakulását.

ABSTRACT

Mineralogical investigations of soils formed on limestone in the Bükk-Mountains

The aim of the present PhD dissertation was the detailed mineralogical and pedological investigation of the soils, formed on the limestone bedrock in the Bükk Mountains, Hungary. Hungarian experts of pedology have already postulated many decades ago that the formation of these soils had not occurred solely from the limestone bedrock, but also from extraneous materials. However, comprehensive research to prove these suggestions has not been carried out yet. In the course of my research 13 soil profiles were investigated in the forest reserve of the Bükk Mountains. In order to monitor soil forming processes the soil samples were taken according to genetic soil layers. Besides of the basic physical and chemical laboratory investigations of the samples, their mineral composition was assessed by thermoanalytical methods (TG, DTG, HF) and X-ray powder diffraction (XRPD), the elemental composition and morphology was analyzed by electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray microanalysis (EDX) as well as soil-micromorphological methods. Metal content was measured by the use of ICP-OES method. The applied methods complemented each other well and proved to be highly suitable for the assessment of the mineral composition of the soil samples. The major mineral constituents of the investigated soils, formed on limestone bedrock in the Bükk Mountains were quartz, clay minerals (illite, kaolinite, montmorillonite, illite/montmorillonite interstratified structures), plagioclase, potassium feldspar, calcite, dolomite, goethite and chlorites. Samples were also characterized by the presence of significant amounts of amorphous material („ferrihydrite”). Calcite content was only high in the lowest layers, due to the closeness of the bedrock; in the upper layers calcite was found only in minor concentrations or was completely absent. In the investigated soil samples the amounts of quartz and silicate minerals were found to be higher than the amounts which could have possibly originated from the weathering of the limestone bedrock. The superior amounts of quartz compared to those of other minerals (especially calcite) indicated unequivocally that the investigated soils had not originated from the weathering of the bedrock solely, which was also approved by the high purity of the limestone bedrock, determined by X-ray powder diffraction. According to the results soil formation processes were also influenced by extraneous, settling atmospheric eolian dust and sand as well as eolian dust transported from the rock material of adjacent territories. These sources provided basis for the formation of the soils of the investigated areas. Besides the weathering products of limestone other materials also took part in soil formation processes enabling the formation of soils with a deeper tilth.

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

„A Bükk csodálatos! Minél többet nézem, annál több arcát ismerem meg, minél mélyebbre hatolok titkainak kutatásába, annál több újabb rejtélyt állít elém.”

/Jakucs László/

Ez az idézet hűen tükrözi a hegység és a tudósember viszonyát, kapcsolatát, hiszen máig feltáratlan tudományos eredményeket rejt magában ez a táj. Még mind a földtan, mind a biológia, mind pedig a társadalomtudományok hozhatnak olyan új eredményeket, amelyek fényében bizonyos megállapításokat át kell értékelni, ténynek hitt kijelentéseket újra kell fogalmazni. Ettől a kimeríthetetlen mélységtől, végtelen gazdagságtól csodálatos a Bükk (BARÁZ 2002).

A doktori témát vezérlő szempontok egyike az volt, hogy a Bükk-hegység egyik viszonylag feltáratlan területén történjenek vizsgálatok, melyek új tudományos eredményeket szolgáltathatnak, tágabb értelemben a földtan, szűkebb értelemben a termőhelyismerettan és a talajásványtan számára. Munkám során 13 talajszelvényt vizsgáltam részletesen, melyek a Bükk-fennsík területén, mészkövön képződtek. A doktori disszertáció egyik célja a főbb fizikai és kémiai talajtani paraméterek és az ásványos összetétel alapos és minél sokoldalúbb vizsgálata, valamint a talajtípusok részletes jellemzése és leírása volt, mely kitér a termőrétegek vastagságára és a talajok morfológiájára egyaránt.

A mészkövön képződött talajok Stefanovits Pál, magyar genetikus talajosztályozási rendszerében önálló típusként szerepelnek a közethatású vagy litomorf erdőtalajok főtípusán belül, mint rendzina talajok, melynek három altípusát is megkülönböztették (fekete-, barna- és vöröstasyagos rendzina). A STEFANOVITS (1963, 1972, 1992), JÁRÓ (1963) és STEFANOVITS ET AL. (1999) által leírt jellemzés óta hazánkban kevesen és csak néhány adattal gazdagították a rendzinákról meglévő ismereteket (SZENDREI 1992, 1996; BARTA ET AL. 2009; KISS 2012). Ennek egyik valószínű oka, hogy szántóföldként hasznosíthatatlan, fölművelésre alkalmatlan talajtípusról van szó, amely így kizárólag az erdőszet érdeklődési körébe tartozik. Az ásványos összetétel vizsgálata rengeteg, eddig fel nem tárt ismeretet rejt magában. Már maga az ásványos összetétel új információt ad a mészkövön képződött talajokról; az ásványok minőségi és mennyiségi előfordulása alapján következtetni tudunk a mállási folyamatok milyenségére, az ásványok eredetére egyaránt. Az ásványos összetétel sokoldalú vizsgálata pontosabb eredményekre vezethet, ezért kutatásom céljai közé tartozott, hogy minél több vizsgálati módszert alkalmazzak, illetve, hogy megállapítsam a különböző vizsgálati módszerek alkalmasságát a talajok ásványos összetételének, azok eredetének és átalakulásainak megismerésére. Elsősorban a termoanalitika módszereit alkalmaztam, mellyel célom az volt, hogy mérésekkel bizonyítsam a – talajtani kutatásokban gyakran háttérbe szoruló – termoanalitikai módszerekben rejlő lehetőségeket a mészkövön képződött talajok ásványos összetételének vizsgálatában. A termoanalitikai eredményeket röntgenpordiffrakciós vizsgálatokkal is megerősítettem. A méréseket kiegészítettem mikromorfológiai vizsgálatokkal és lehetőségem nyílt néhány minta elektronmikroszkópos vizsgálatára is. Emellett végeztem (nehéz)fém tartalmi méréseket a mállás során felszabaduló elem tartalom megismerésére. A kutatás ásványokra vonatkozó legfőbb célja a természetes állapotában lévő talajok ásványi összetételének vizsgálata volt, így a különböző módszerek alkalmazása során a teljes talajminták (>2mm) elemzéséhez nem használtam roncsoló anyagot. Ahol ülepitéses eljárással a

kisebb frakciók összetételét is vizsgáltam, a szerves anyag eltávolítására H_2O_2 -ot is alkalmaztam.

A mészkövön képződött talajokra irányuló külföldi publikációk száma nagyon kevés. Az eddigi vizsgálatok nagy morfológiai, kémiai és ásványi diverzitásról (OLIVEIRA ET AL. 1998) és poligenetikus eredetről számolnak be (SCHRIER & LAVKULICH 1985). A különböző éghajlatú, különböző csapadékmennyiségű területekről publikált leírások során felmerült a mészkő alapkőzet és a rajta kialakult talaj ásványi összetételének különbözősége (DOBRZAŃSKI & TURSKI 1964; UZIAK ET AL. 1999; KÜFMANN 2003; EGLI ET AL. 2008; PRIORI ET AL. 2008; KNEŽEVIĆ & KOŠANIN 2010; ZAGÓRSKI 2010). A kutatás tehát nem csak a mészkövön képződött talajok ásványi összetételére próbál új információkat szolgáltatni, hanem megpróbálja kideríteni ezeknek a talajoknak az eredetét, és a különböző vizsgálati módszerek talajmintákra való használhatóságát.

Doktori disszertációm fontosabb célkitűzései a következők voltak:

- A különböző talajszelvények főbb fizikai és kémiai sajátosságainak, ásványi összetételüknek a vizsgálata, mely a talaj típusáról és a talajképződés kiindulási anyagáról és feltételeiről ad információt.
- A mért fizikai és kémiai, valamint ásványtani paraméterek alapján a mállási és ásványátalakulási folyamatok értelmezése.
- A vizsgált talajok és alapkőzetük kapcsolatának vizsgálata, mellyel céлом kideríteni, hogy ezek a talajok származhatnak-e kizárólag a mészkő mállásából.
- A talajminták termoanalitikai eredményeinek értelmezése, a termoanalízis alkalmazhatóságának vizsgálata, kiemelten a mészkövön képződött talajok esetén.
- Az ásványi összetétel meghatározására használt módszerek hatékonyságának és alkalmazhatóságának vizsgálata a mészkövön képződött talajok esetén.
- Újabb adatok szolgáltatása a bükki mészkövön kialakult talajok tulajdonságairól, jellegéről, ásványi összetételéről, mellyel céлом a hiányos ismeretek bővítése, illetve az ellentmondásos ismeretek tisztázása.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Bükk-hegység

2.1.1. Kutatástörténet

A Bükk-hegység kutatásának részletes leírását LESS ET AL. (2005) „A Bükk-hegység földtana” című monográfia alapján ismertetem, melynél részletesebb munkát nem találhatunk erről a területről. A 2.1.1. fejezetben megjelölt szakirodalmi hivatkozások pontos bibliográfiai adatai LESS ET AL. (2005) munkájában találhatóak meg részletesen.

Elsőként Jokély (1854) adott rövid, szabatos leírást az Eger környékén található paleogén-neogén fedőképződményekről, viszont az idősebb, sötét és világos mészkövek korát kőületek hiánya miatt nem tudta megállapítani. Mártonffy (1854) szintén Eger környékét ismertetve, kitért a földtani viszonyokra is. Véleménye szerint a Bükk-hegységet liász és jura képződmények alkotják. Heinrich Wolf 1858 őszén végigjárta Észak-Magyarországot, hogy készülő földtani térképéhez barometrikus magassági adatokat gyűjthesse. Mérési adatain kívül egy rövid beszámoló is fennmaradt a Bükk-hegység földtani észleléseiről. Stache (1866) a térképezési munkákról szóló beszámolójában a Bükk-hegységet az egyik legnehezebb és leghálátlanabb felvételi területként jellemezte, ahol a rétegsor megfejtése nagyon nehezen megoldható földtani probléma. Az első, átnézetes térképezés eredményeit Böckh (1867) foglalta össze és ősmaradvány leletekkel igazolta – számos részletében máig helytálló módon – a hegységet övező paleogén-neogén képződményeket. A következő majd negyven év részleteket feldolgozó munkálataiból Vadász (1909) tevékenysége emelhető ki, aki jelentős mennyiségű ősmaradvány-leletet gyűjtött be sikeresen, főleg az északi palaterületen. Schréter Zoltán 1912-1917 között térképezte a hegységet 1:25 000 méretarányban. Felismerte a hegység gyűrt-pikkelyes szerkezetét, de a kialakított tektonikai kép túl bonyolult sikeredett. 1935-ben az időközben összegyűlt kőületanyag alapján jelentősen átalakította a rétegsor tagolását, majd az 1943-as összefoglalásában már ezt az átalakított rétegtani modellt alkalmazta. Magmás kőzetekkel Szentpétery Zsigmond foglalkozott több évtizeden keresztül (1923-1953), aki leginkább közettani leírásokat készített, nem térképezett, korkérdésekben általában elfogadta Schréter besorolásait.

Balogh Kálmán 1950-es irányadó dolgozatában a rétegtani beosztást radikálisan átalakította. A lillafüredi szelvény átbuktatott voltának felismerésével olyan folyamatos triász rétegsort kapott, ami alapján a Gömöri-karszt és a Rudabányai-hegység triász rétegsorát érvényesnek tekintette a Bükkre nézve is. 1951-es, majd 1952-es térképezései alapján azonban a beosztást kissé megváltoztatta, módosította. Balogh Kálmán 1961-ben akadémiai doktori értekezés formájában foglalta össze a hegységről addig felgyűlt ismereteket, dolgozata kisebb módosításokkal 1964-ben jelent meg nyomtatásban, melyben kikerekedett az addig vázlatos rétegtani és szerkezeti kép. Az általa közölt rétegsor azután a következő két évtizedre meghatározta a Bükk felépítéséről általánosan elfogadott felfogást. 1980-81-ben néhány mikropaleontológiai adat hatására a sorrend változatlanul hagyása mellett kissé megfiatalította a triász rétegsor felső részét, kitöltve csaknem a teljes triászt, ezzel megalkotva a bükki triász formációk első átfogó rendszerét. A Magyar Állami Földtani Intézet által az 1970-es évek második felében végzett munkálatok egyre inkább megkérdőjelezték a dél-bükki palák korának és a hegységszerkezeti modellnek a helyességét, de az első módosítási kísérlet kéziratban maradt. 1982-ben ősmaradványokkal sikerült bizonyítani a hegység néhány pontján a jura időszaki képződmények létét. Az 1979-ben kezdődött alapszelvény-vizsgálatok dokumentációi jórészt kéziratban maradtak. Az alapszelvény vizsgálatokhoz

kapcsolódva a képződmények metamorf fokának meghatározását Árkai (1973, 1983) végezte el. Balla Zoltán 1981-ben megkezdte a Szarvaskő környéki térképezést, illetve Csontos (1988) az egész hegység földtani felépítéséről áttekintő képet adott.

1986-2000 között a Magyar Állami Földtani Intézet geológusai térképezték a Bükk és az Upponyi-hegység teljes területét. A rétegtanra és szerkezetre vonatkozó kutatási eredményeiket publikációkban, előadásokon és terepbejárásokon folyamatosan ismertették, ezáltal rétegtani álláspontjuk beépült a Magyarország litosztratigráfiai alapegységeit leíró kiadványokba (Fülöp 1994; Haas szerk. 1995; Gyalog szerk. 1996; Trunkó 1996; Császár ed. 1997; Bérczi, Jámbor 1998; Haas szerk. 2001; Haas szerk. 2004). Ugyancsak az új eredményekre alapozva készült el a Bükki Nemzeti Parkot bemutató könyv földtani része (Pelikán 2002).

Az utolsó évtizedre eső kutatások zöme elsősorban ásványtani-kőzettani, geokémiai, vulkanológiai, radiometrikus, paleomágneses vizsgálatokra korlátozódtak előnyben részesítve a legújabb műszerek kínálta módszereket (Harangi et al. 2000; Zelenka 1998). A Magyar Állami Földtani Intézetben Radócz Gyula 2001-ben a Bükkalja északkeleti peremén, valamint a Borsodi-medencében mélyített fúrások alapján foglalkozott a miocén piroklasztikum-szintek helyzetével, bekorolásával.

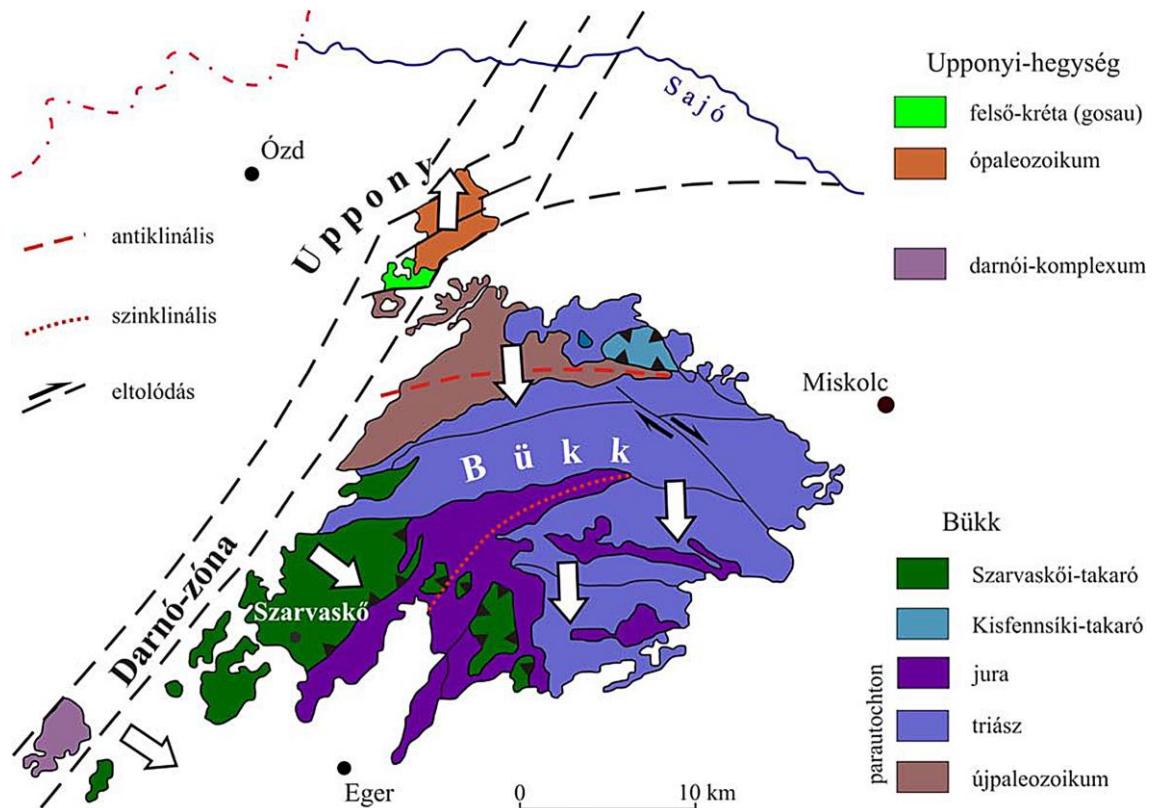
Majd sor került a Bükk-hegység teljes fűrési adatbázisának újraértékelésére, digitalizálására és ennek felhasználásával 1:100 000-es földtani térképváltozatok – fedett, fedetlen – készítésére (Pentelényi in Gyalog et al. 1999, 2001). Végül 2002-ben került kiadásra a Bükk-hegység földtani térképe 1:50 000-es méretarányban (Less et al. 2002).

2.1.2. Földtörténeti áttekintés

A genetikai talajtípus kialakulását döntően meghatározza az alapkőzet milyensége. A vizsgált terület mai változatos kőzettani felépítését a földtörténet különböző szakaszaiban történt földtani események sora hozta létre. Éppen ezért, a dolgozat eredményeinek értelmezéséhez először szükséges áttekinteni a Bükk hegység, különös tekintettel a vizsgált terület földtani fejlődését és felépítését.

A morfológiájában valódi magashegységet idéző Bükk és a hozzá kapcsolódó kicsiny Upponyi-hegység földtani felépítését tekintve Magyarország legbonyolultabb területei közé tartozik. A Bükk többszakaszú, ritmusos fejlődésen átment poliantiklinális tönkröghegység, melyen többfázisú kiemelkedése következtében csúcshintlépcsők alakultak ki (LESS ET AL. 2005). A középső-kréta gyűrődést és metamorfózist követő kiemelkedés során több ezer méter vastag kőzetanyag tarolódott le (PELIKÁN 2002). Tönkösödése a középső-eocén végén, illetve a késő-eocén elején fejeződött be, melynek maradványait a Bükk-fennsík őrzi. A kora-miocénben már biztosan szárazulat volt a teljes terület, amely az újabb kiemelkedés utáni felfokozott denudációval ismételt felszabdaldott. A középső-miocénben rövid időre újra elborította a tenger, ezután emelkedett ki a mai hegység (LESS ET AL. 2005). Az ismét kitakaródzó tönkfelszín az újharmadidőszaki emelkedések következtében megifjodott és fiatal völgyek, illetve lepusztulási lépcsők mentén a Bükk-fennsík, az Északi- és a Déli-Bükk középhegységi, valamint a Bükkhát és a Bükkalja hegyláb felszíni tájegységeire tagolódott (HEVESI 1980). Emelkedés előtti völgyeknek csupán a Nagy-fennsík völgyelődései tekinthetők, ezek azonban a kiemelkedés után nem fejlődtek tovább lényegesen. A Bükk a köztudatban, mint mészkőhegység szerepel, azonban a földtani térképre pillantva látható, hogy a felénél is kisebb a karbonátos kőzetekből álló felszín (LESS ET AL. 2005). A jelentős kiterjedésű mészkőterületek részben fedett, vegyes, nem önálló karsztot alkotnak. Ennek formakincse a fejlődéstörténet során folyamatosan alakult, módosult (LESS ET AL. 2005).

A Bükk szerkezetét az újpaleozoos–triász és felső-jura képződményekből álló ún. parautochton egység, a jura bázisos magmatitokból és mélytengeri törmelékes üledékekből álló Szarvaskői-takaró, valamint a felső-triász karbonátokból álló Kisfennsíki-takaró alkotja (BUDAI & KONRÁD 2011) (1. ábra).



1. ábra A Bükki-egység újpaleozoos-mezozoos képződményeinek felszíni elterjedése és szerkezetének déli vergenciája (fehér nyilak) (IN BUDAI & KONRÁD 2011)

Mai ismereteink szerint a Bükk-hegység földtörténeti fejlődése három nagy üledékciklusként értelmezhető (PELIKÁN 2002; LESS ET AL. 2005):

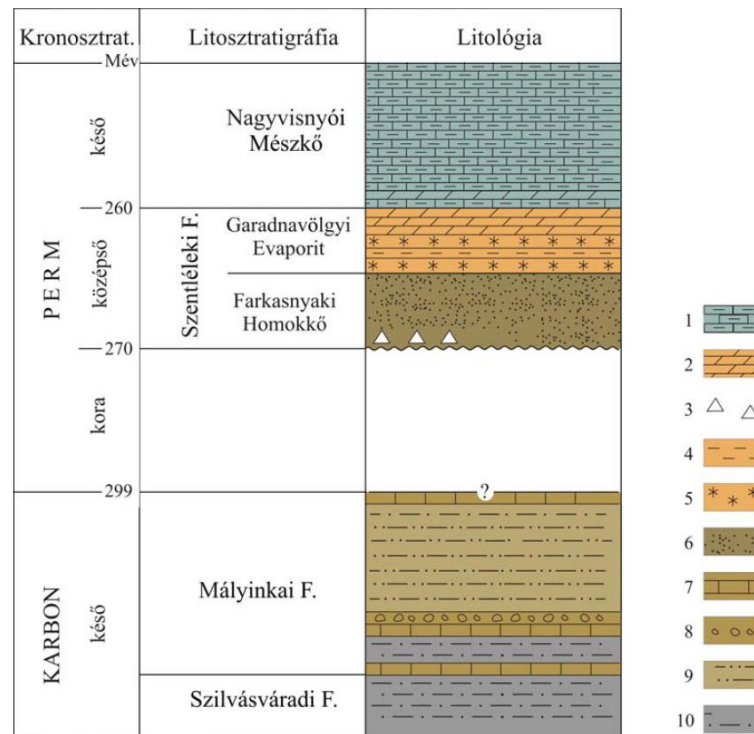
1. Az első a paleozóos (variszkuszi) üledékciklus regressziós szárnya, mely a karbon mélytenger fokozatos, de gyors feltöltődésével, elsekélyesedésével, végül szárazulattá válásával zárult.
2. A második az alpi üledékciklus, mely a paleozoikum végére és a mezozoikumra esik, ahol a perm időszaki partközeli-sekélytengeriből a triász folyamán fokozatosan nyílttengerivé váló, vulkánokkal tarkított környezet a jura időszakban riftesedéssel kapcsolatos óceáni medencévé alakult át; ezután a mélyen betemetődött kőzetegyüttes meggyűrődött, nagyon kismélységi metamorfózist szenvedett és kiemelkedve szárazföldre alakult, majd erősen lepusztult.
3. Végül a fedőképződményeket létrehozó harmadik nagy üledékciklus a késő-eocénban indult és a pannon végéig tartott, ahol kezdetben a tenger ismét meghódította a területet, ahonnan csak a neogén végén, a pannóniaiban vonult vissza véglegesen. Az ezt követő kiemelkedés és szárazföldi lepusztulás alakította ki a hegység mai képét.

2.1.3. Rétegtani áttekintés

A hegység változatos közettani felépítését, összetételét a terület rétegtani felépítése alapján lehet pontosítani, melynek háttérben részletes terepi és térképezési munkák állnak. A legutóbbi földtani térkép a Bükk-hegységről, 2002-ben került kiadásra 1:50 000-es méretarányban (LESS ET AL. 2002), mely az 1. mellékletben megtalálható.

2.1.3.1. Karbon, perm

A Bükki-egység legidősebb elemei a variszkuszi lemeztektonikai ciklust képviselő paleozoos, karbon korú agyagpalák (*Zobóhegyesi Agyagpala Formáció*, *Mályinkai Agyagpala Formáció*) mely összetételük kora késő-karbon eleji (CSONTOS 2014). Dél felé a *Szilvásváradi Formációval* (palás aleurolit, homok, homokkő) üledékfolytonos kapcsolatban állnak. A karbon palákra eróziós kontaktussal, üledékhézaggal előbb törmelékes–evaporitos (*Szentléleki Formáció*), majd karbonátos felső-perm rétegek települnek (FÜLÖP 1994; CSONTOS 2014). A felső-perm karbonátos rétegeket a fekete (sötétszürke) mészkőből álló *Nagyvisnyói Mészkő Formáció* képviseli (LESS ET AL. 2005; BUDAI & KONRÁD 2011). Ezek a formációk a vizsgált területtől északra fordulnak elő, jellemző kőzetösszetételüket a 2. ábra mutatja.



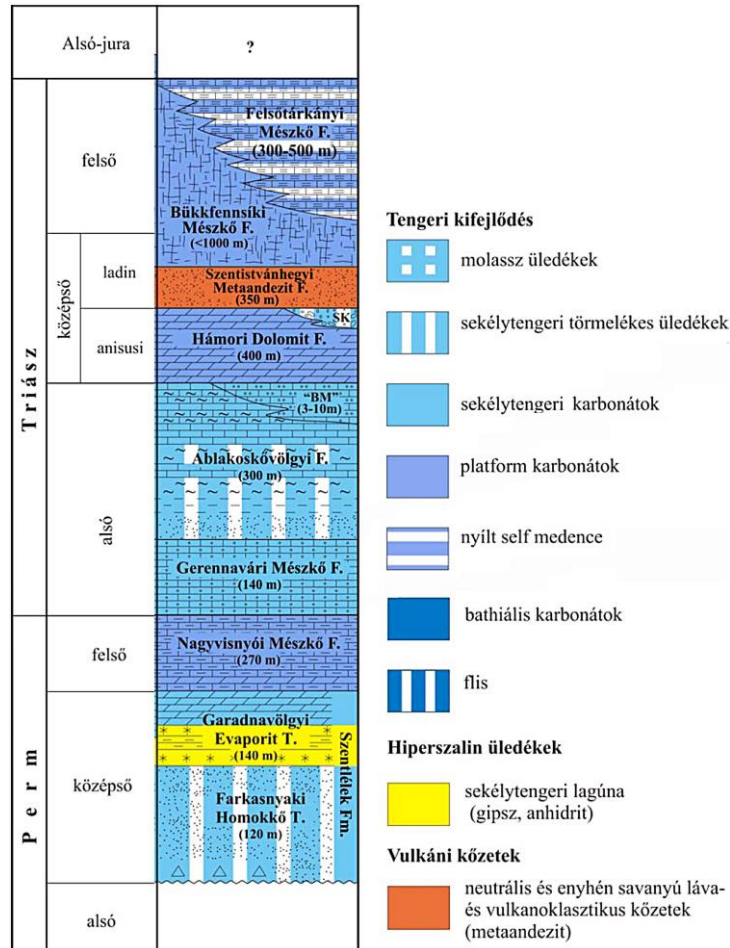
2. ábra A Bükk-hegység karbon-perm képződményeinek litosztratigráfiája

1. mészkő 2. dolomit 3. breccsa 4. agyagpala 5. evaporit 6. homokkő 7. mészkőlencse 8. konglomerátum 9. homok-aleurolitpala 10. aleurolit-agyagpala (In BUDAI & KONRÁD 2011)

A bükki tengeri fáciesű folyamatos rétegsor – a földtörténetben ismert legnagyobb mértékű globális változás – a perm/triász határ szempontjából kiemelkedő fontosságú. A perm végi tömeges kihalási esemény következményeként az élővilág nagy része e területen is kipusztult, de az üledékképződési viszonyokban lényeges változás nem történt (PELIKÁN 2002; HAAS ET AL. 2007).

2.1.3.2. Triász

A variszkuszi lemeztektonikai ciklust, a perm-i sekélytengeri rámpa kialakulásával kezdődő alpi lemeztektonikai ciklus követte, amely a középső-triász folyamán a Neotethys felnyílásához kötődő riftesedés hatására feldarabolódott. Az így kialakult platform–medencerendszer a triász végéig fennmaradt, majd a jura során az egész terület tovább süllyedt (VELLEDITS 2000; LESS ET AL. 2005). A perm-triász határ a folyamatos sekélytengeri rétegsoron belül bio- és kemosztratigráfiai módszerekkel pontosan kijelölhető (HAAS ET AL. 2007) (3. ábra).



3. ábra A bükki perm/triász formációk rétegtani helyzete (In BUDAI T. „A Bükk-hegység földtana” előadás anyag PTE TTK)

A vizsgált területtől északra elhelyezkedő karbon-perm kőzeteket felváltó triász kőzetek, a vizsgálati terület kőzettani felépítésében is döntő szerepet játszanak, így a triász földtörténeti eseményeket kicsit részletesebben tárgyalom.

A perm-i Nagyvisnyói Mésző Formációra éles határral települő bázisréteggel (agyagmárga és homokkő, felső-permi makrofossziliák (FÜLÖP 1994) és e fölött, egy ún. átmeneti szakasszal kezdődő alsó-triász, tisztán mészköves rész a Gerennavári Mésző Formáció nevet kapta (PELIKÁN 1995). A mészkőpadok között sötétszürke, mállottan vöröses-, vagy barnássárga agyag- és márgarétegek települnek (LESS ET AL. 2005). A formáció üledéke a self külső, erősen mozgatott részén és védettebb medencéiben képződött (PELIKÁN 2002).

A sekélytengeri rámpára történő változó mennyiségű, finom, terrigén anyag szállítódása következtében a Bükk alsó-triászának felsőbb részében a finom sziliciklasztos és a

karbonátos kőzettípusok váltakozása jellemző, melyet az *Ablakoskővölgyi Formáció* képvisel. A formáció négy jól elkülöníthető tagozatra osztható; a sekély szublitorális fáciesű, **rétegzett, tarka homokkő** (*Ablakoskővölgyi Homokkő Tagozat*), **lemezes mészkő** (*Lillafüredi Mészkő Tagozat*), **agyagmárga** (*Savósvölgyi Márga Tagozat*) és **mészmárga** (*Újmassai Mészkő Tagozat*) kőzettípusokból álló rétegcsoportokra (LESS ET AL. 2005). Ezek a formációk a vizsgálati terület közvetlen, északi szomszédságában találhatóak. A következő formációk pedig már a vizsgált területen helyezkednek el.

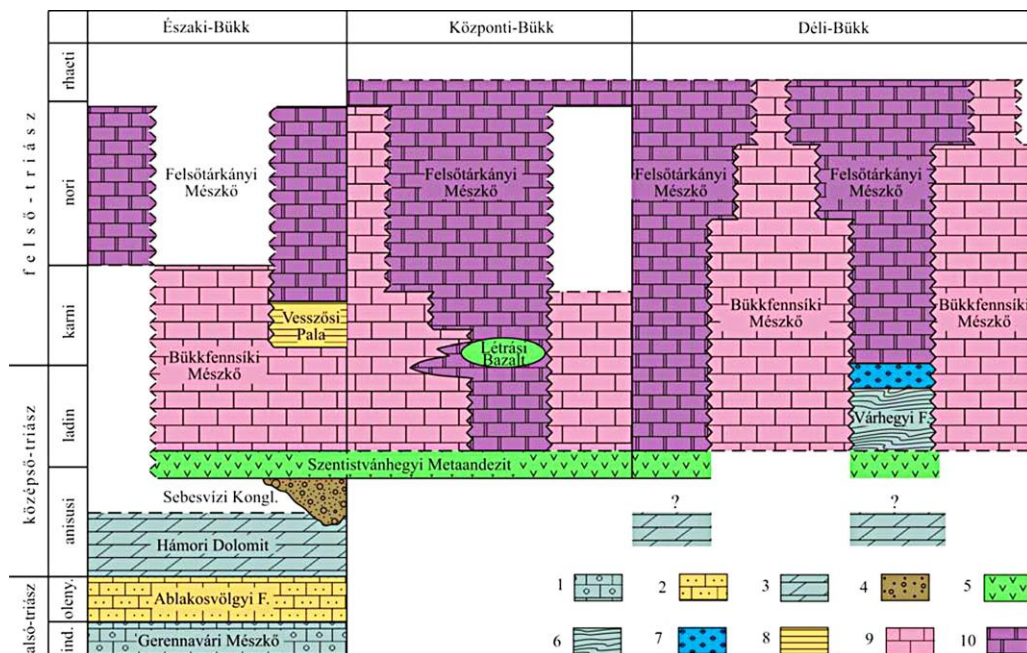
Az alsó-triász *Ablakoskővölgyi Formáció Savósvölgyi Márga Tagozatára* viszonylag éles határral, míg az *Újmassai Mészkő Tagozatra* folyamatos átmenettel következik a *Hámori Dolomit Formáció*. A formáció legfelső szakaszát a *Nyavalyási Mészkő Tagozat* alkotja. A dolomit fölé tömeges és vastagpados megjelenésű, osztályozatlan, rendkívül változatos szemcseméretű és koptatottságú törmelékanyag települ, ez a *Sebesvízi Konglomerátum Tagozat*. A tagozat legfelső részében a fölé települő *Szentistvánhegyi Porfirit* keveredik a kavicsanyaggal. A Tethys egykori déli selfjéhez tartozó Bükki-egységben is lecsökkent az anisusi kezdetére a terrigén anyag beszállítódása és megkezdődött a karbonátos plató épülése. A formáció üledékei a karbonátos platform védett, belső részén képződtek. A környezet megváltozását jelzi a dolomitra települő üledékes breccsa-konglomerátum is, melynek képződése a terület emerziójával állhat kapcsolatban (LESS ET AL. 2005). Nagyobb kiterjedésű, hosszabb ideig fennmaradó szárazulatok jelenlétére utal a tagozatba települő vörös agyagmárga. Az egykori „szigeteken” laterites mállással keletkezett talaj lemosódva összekeveredett a karbonát anyaggal. Lateritesedésre utal a magas hematit-tartalom mellett a különleges összetételű klorit (sudaít) jelenléte (VICZIÁN 1999). A málladék alapanyagát az időközben meginduló vulkanizmus is szolgáltathatta, hiszen néhány szelvényben megfigyelhető, hogy a vörösgyag betelepülés fölött a dolomitkavicsok zöld vulkáni anyaggal keverednek (VELLEDITS 2000; LESS ET AL. 2005).

A ladin emelet elején a karbonátos plató épülését megzavaró vulkanizmus egyik terméke a vizsgált területen is kibukkanó *Szentistvánhegyi Metaandezit Formáció* (Szentistvánhegyi Porfirit) (PELIKÁN 2002). A formáció kőzetanyaga a külső selfen, karbonátos plató környezetben lejátszódott magmatizmus terméke; részint szárazulati, részint víz alatti felhalmozódásúak (LESS ET AL. 2005). HARANGI ET AL. (1996) szerint a Bükk-hegység perm – mélyebb triász rétegsorában nincs nyoma szubdukcióra utaló folyamatoknak.

A középső-felső triász platformfejlődést megszakító első vulkanizmus befejeződésével egyes területeken visszatért a karbonátos üledékképződés, ezáltal a ladinban több szigetplatform jöhetett létre, melyek egy része a késő-triászig fennmaradt (PELIKÁN 2002; LESS ET AL. 2005). A világosszürke, pados *Fehérkői Mészkő Formáció* bázisán még érzékelhető a fekü *Szentistvánhegyi Metaandezit* hatása (*Bolhási Mészkő Tagozat*). Karbonátplatform kifejlődésű mészkő, melynek metamorf foka területileg változó. A formáció tetején néhány tíz méter vastagságú, barna tűzkölcsezes lemezes mészkő (*Disznósi Mészkő Tagozat*) jelenti az átmenetet a *Vesszősi Formáció* felé. A nagy kiterjedésű ladin-karni platform képviselője a *Bervai Mészkő Formáció*, mely biogén zátony mészkő és ciklusos lagúna kifejlődésű. A Bükk-hegység területén a legnagyobb kiterjedésű formáció a *Bükkfennsíki Mészkő Formáció*, melyből igen kevés részletes vizsgálat történt. Jelentősen nehezíti a kutatók helyzetét a kőzetet ért anchizonális metamorfózis, ami az eredeti üledékjegyeket erősen átalakította. Legnagyobb kiterjedésben az egykori lagúna üledékei találhatóak meg benne. A fennsík nyugati részén, a fekete-sári útelágazásnál vörös és zöld színű, mandulaköves, mészkőtöredékes vulkanit települ közbe. A *Bükkfennsíki Mészkő* a Bükk központi részét alkotja. Vastagsága az erősen gyúrt belső szerkezet felderítetlensége miatt bizonytalan,

de elérheti az 1000 métert. A formáció nagy vastagságú, karbonátplatform fáciesű, világosszürke, anchimetamorf mészkő, a Nyugati-Tethysben általánosan elterjedt, ladin-karni korú wettersteini típusú platform része (PELIKÁN 2002; LESS ET AL. 2005).

A karbonátos platform fejlődését megszakító első vulkanizmus befejeződésével a karbonátplatform csak részben hódította vissza a területet. Egyes helyeken a lezökkenés már a ladin közepétől megkezdődött és a késő-triászban egyre kiterjedtebb lett, a nóri korszakban pedig általánossá vált a medencekifejlődés, melyet a vizsgált terület közelében a *Vesszősi Formáció* jelenléte jelez (PELIKÁN 1999). A hasonló medencekifejlődések már törmelékes-karbonátos jellegűek. Ide tartozik pl. a *Répáshutai Mészkő Formáció*, melyet a földtani térkép a Bükkfennsík Mészkő Formációval együtt jelöl. A formáció a felső-triászban lezökkent karbonátplatform helyén kialakult pelágikus medencerész, illetve lejtőláb üledéke. A harmadik törmelékes-karbonátos medencekifejlődésű üledék – a vizsgált területtől keletre – a *Felsőtárkányi Mészkő Formáció*, melyet dominánsan pados tűzkölcensés mészkő alkot, benne platform közelségét jelző sekélyvízi mészszipap és üledékes breccsa-konglomerátum testek jelennek meg. Alsó szakaszán epigén dolomitosodás jellemző, melynek nagyobb előfordulásait *Belvácsi Dolomit Tagozat* néven különítették el (PELIKÁN 2002; LESS ET AL. 2005). A platformperemi és mélyebb vízi kifejlődésű *Felsőtárkányi Mészkő Formáció* a Nagy-fennsík körzetében még két tagozatra bontható, melyek a *Bükkfennsík Mészkő Formációra* települnek. Az egyik a rétegtanilag mélyebb helyzetű *Hollóstetői Mészkő Tagozat*, mely a ladin legvégén lezökkent platformrészletek fölött keletkezett. A másik a Nagy-fennsík nyugati részén – a *Répáshutai Mészkő* közbeiktatásával – a tűzkőréteges, márga-közbetelepüléssel *Rónabükk Mészkő Tagozat*, mely a bükki platform általános elsüllyedését, a medencefácies kiterjedését jelzi a nóri korszak elején (PELIKÁN 2002; LESS ET AL. 2005). A 4. ábrán ezeknek a triász képződményeknek az egymáshoz viszonyított helyzete látható.



4. ábra A Bükk-hegység triász képződményei

1. ooidos mészkő; 2. márga, mészkő, homokkő 3. dolomit 4. szárazföldi törmelék (konglomerátum, homokkő) 5. metavulkanit (andezit, bazalt) 6. lemezes mészkő 7. radiolarit 8. márgapala 9. platform fáciesű mészkő 10. medence fáciesű mészkő (IN BUDAI & KONRÁD 2011)

2.1.3.3. Jura, kréta, paleocén-eocén

A jura folyamán a bükki üledékgyűjtő tovább mélyült, mely a platformterületek megfulladását, s mélytengeri környezet kialakulását eredményezte. A jurában mélytengeri, átülepített lejtő- és lejtőlábi üledékek (olisztosztrómák) és kondenzált pelágikus üledékek képződtek (CSONTOS 2014). A kialakult riftárokban radiolaritképződés kezdődött, majd rövidesen a medenceperemekről terrigén turbiditek formájában nagyvastagságú üledékanyag zúdult le, melybe epizodikusan karbonátanyag érkezett a szegélyező karbonátos platóról. A rifttengelyben mélytengeri bazaltvulkánok működtek, a felhalmozódó üledékanyagba bázisos intrúziók nyomultak (LESS ET AL. 2005). A mélytengeri kovaiszap lerakódása a középső-jura végére és a késő-jura elejére tehető, melynek képviselője a *Bányahegyi Radiolarit Formáció* (BUDAI & KONRÁD 2011), melynek keletkezése kapcsolatos lehet a kialakult medence magmás aktivizálódásával (szarvaskői rift) (PELIKÁN 2002). Fedőjében rövid üledékátmenettel mindenütt a *Lökvölgyi Pala Formáció* (turbidit-sorozat) következik (LESS ET AL. 2005), mely a jura üledékképződés záró formációja a bükki parautochton területén (BUDAI & KONRÁD 2011). A karbonátplatform szétdarabolódása következtében kialakult mélymedencébe terrigén turbiditek formájában lezúduló finomtörmelékből halmozódott fel, a mélytengeri törmelékűp távoli fácieseit képviseli. Az üledékáthalmozódás szüneteiben, valamint a turbiditek által el nem ért területeken radiolarit-képződés folyt (LESS ET AL. 2005). A vizsgált területtől délre a Lökvölgyi Pala Formáció és a Bányahegyi Radiolarit Formáció található.

Az üledékfelhalmozódás még a kora-krétában is folytatódhatott (PELIKÁN 2002). A Bükki-egység kompressziós szerkezetének kialakulását a Bükk-hegységet felépítő antiklinális és szinklinális szerkezetek, a gyűrődések és a takarós szerkezetek is jelzik. A paleogén eleji szárazföldi lepusztulás során több ezer méter vastagságú kőzetegyüttes tarolódott le, tagolt térszín alakult ki, sok helyen a triász mészkő is felszínre került (PELIKÁN 2002). A paleocén – mélyebb eocén időszakban volt a hegység első jelentős karsztosodása. A fedőképződmények a késő-eocén, a pannon végéig képződtek. A miocén során több ciklusú vulkanizmus szakította félbe az üledékképződést, mely kitörések képződményei szárazföldön halmozódtak fel. A *Gyulakeszi Riolituffa Formáció* („alsó riolituffa szint”) riolit ártufa különböző mértékű összesüléssel, ignimbrít padokkal (*Kisgyőri Ignimbrít Tagozat*), de hullott, lavina és áthalmozott tufatufit. A vulkáni működést viszonylag hosszú nyugalmi periódus követte, miközben a bükkaljai régióban szárazföldi lepusztulás folyt. A formáció képződményei eredetileg a jelenleginél jóval nagyobb területet, feltehetően a mai Bükk-hegység legnagyobb részét beborították, de a hegység belsejében a lepusztulás miatt már csak az egykori mélyedésekben maradtak meg. A kárpáti emelet végén jelentős kémizmusbeli változással újult meg a vulkáni működés, ennek terméke a *Tari Dácituffa Formáció* (dácit ignimbrít-összlet), mely megfelel a „középső riolituffának”. Ezután újabb nyugalmi periódus következett, amit a Bükkalja nagy részén a szárazföldi jelleg (vörösetarka agyagközbetelepülés) jelez, ÉK-en viszont a dácituffa szint felett tengeri, valószínűleg bádeni üledékösszlet jelenik meg. A vulkanizmus a bádeni emelet előrehaladott részén újult ki, és kisebb-nagyobb szünetek közbeiktatásával a pannóniai emelet elejéig eltartott (*Harsányi Riolituffa Formáció*). A hagyományos tufaszintek közül megfelel a „felső riolituffának”, kivéve a Bükkalján, ahol a speciális kifejlődési viszonyok miatt nem alkalmazható a bükkaljai fedő tufaösszletre (*Galgavölgyi Riolituffa F.*) (PELIKÁN 2002; LESS ET AL. 2005).

A szarmata-pannóniai határon kezdődött meg a mai hegység kiemelkedése. Ekkor indult meg az a mai napig tartó gyors vonalas erózió, amely feltagolta a korábban kiegyenlített felszíneket. Létrejöttek a vékonyabb-vastagabb málladéktakarók, megkezdődött a

hegység recens karsztosodása. A hegység utolsó jégkorszak utáni beerdősödése lefékezte ugyan a lepusztulást, az azonban változó intenzitással máig tart (PELIKÁN 2002).

Mivel a Bükk-hegység részletes földtani felépítését a vizsgált területre és közvetlen közelére vonatkozóan tárgyaltam, szükségesnek tartottam egy átfogó részletes közettani-ásványtani képet adni a hegység változatos felépítéséről. Ennek érdekében a Bükk-hegység monográfiájában ismertetett rétegtani leírások alapján (LESS ET AL. 2005) és a Magyarországi litosztratigráfiai táblázat alapján (CSÁSZÁR 1997) összefoglaltam a Bükk-hegység formációinak és tagozatainak kőzetanyagát és ásványi összetételét – ahol erre vonatkozó adatot találtam –, illetve a formációk, tagozatok vastagságát, elhelyezkedését a Bükk-hegység területén. A táblázat a 2. mellékletben található.

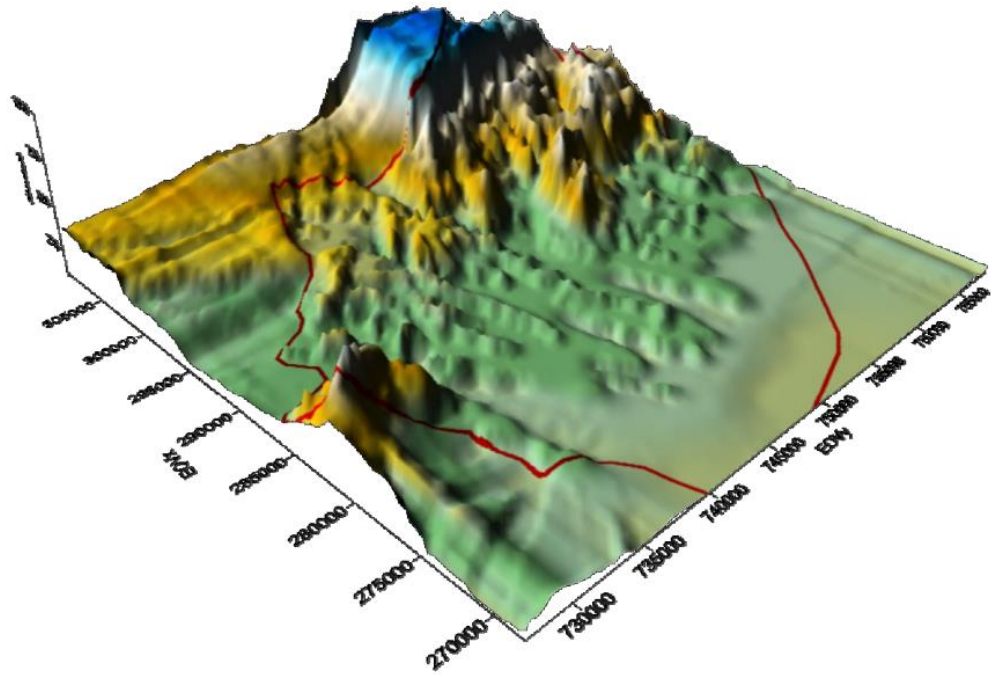
2.2. Domborzat, éghajlat, vízrajz, növényzet, területhasználat

A talajban lévő ásványok keletkezését és átalakulását is befolyásolják azok a feltételek, amelyek meghatározzák a talajképződést (NEMECZ 1973). A talajra az alapkőzeten és az időn kívül, a domborzat, az éghajlat, a vízrajz, a növényzet, és a területhasználat egyaránt hatással bír. A vizsgált terület ezen tényezőinek bemutatását, ezért is szükségesnek vélem, melyek együttesen és sajátos módon alakítják a terület talajainak ásványi összetételét.

2.2.1. Domborzat

A Bükk-vidék tájai Heves és Borsod-Abaúj-Zemplén megyében helyezkednek el (DÖVÉNYI 2010). A Bükk területe 138129 ha, mely 63452,8 ha erdőterülettel rendelkezik. Az erdősültség 45,9%-os az egész tájra nézve. A Bükk az Északi-középhegység legösszetettebb egysége. A vizsgált talajszelvények a Központi-Bükk legmagasabb részén a Bükk-fennsíkon helyezkednek el, amely meredek falú bér-sorozattal, a „bükki kövekkel” (Tar-kő, Három-kő stb.) emelkedik ki a környező alacsonyabb rögsorozatból (HALÁSZ 2006). Ezek a fennsík déli peremén sorakozó „bükki kövek” látványosan jelölik ki a határát (DÖVÉNYI 2010). A Bükk-fennsíkot a Garadna-völgy két részre osztja (Kis-fennsík, Nagy-fennsík). A felszín 70%-a középhegységi magas fennsík, 30%-a háttas típusú középhegységi orográfiai domborzattípusba sorolható. A fennsík felszínét a karsztos képződmények teszik változatossá (HALÁSZ 2006). A mészkő hegységekre jellemző karsztjelenségek csaknem mindegyike megtalálható a Bükk-fennsíkon, amely Magyarország legmagasabban elhelyezkedő, töbörrel sűrűn tagolt karsztos fennsíkja. Jellemző felszíni formái a víznyelők, a töbörökkel mélybe fejezett völgyek és bércek, a mély szurdokvölgyek és kiemelkedő sziklabércek, a karrmezők, a tetővonalatok forrásbarlangjai, zombolyai (DÖVÉNYI 2010). HEVESI (2002) szerint a peremi völgyektől eltekintve a Bükk-fennsíkon szinte nincsen olyan völgy, amelyben legalább egy töbör ne lenne, és a töbörök nélküliek is ritkák. A vizsgált területen elhelyezkedő, platform kifejlődésű Bükkfennsíki Mészkő kitűnően karsztosodik, és jó vízvezető tulajdonságokkal rendelkezik. Számos víznyelő és töbör, valamint fejlett barlangrendszer jellemzi (LESS ET AL. 2005).

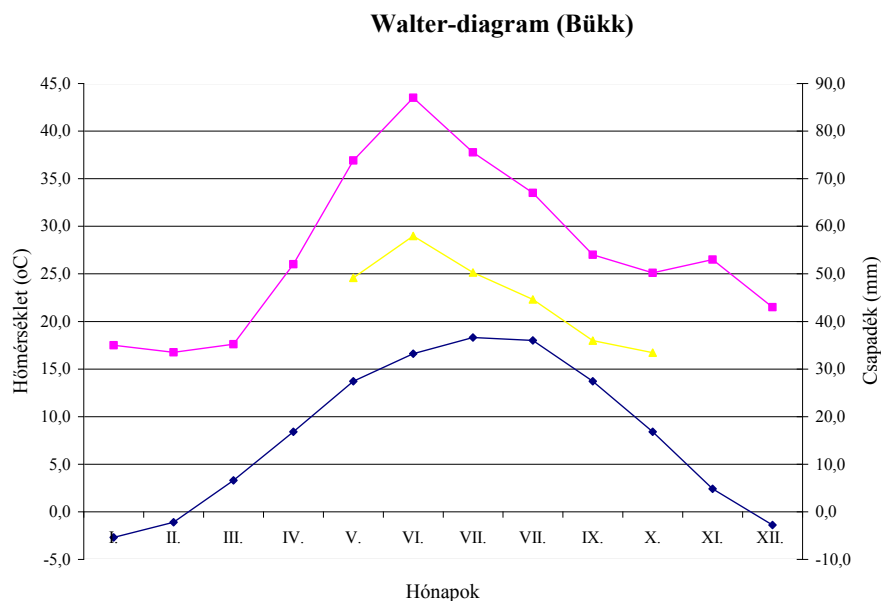
Tengerszint feletti magassága 425 és 959 méter között változik, mely DNy-ról ÉK felé csökken. (5. ábra). A tájban egyformán találunk É-i, K-i, D-i és NY-i kitétséggű erdőállományokat. A sík területek aránya kicsi, ártéri erdőterületek nem fordulnak elő (HALÁSZ 2006).



5. ábra A Bükk-hegység topográfiája (VISZKOK 2015)

2.2.2. Éghajlat

A Központi-Bükk területe hőellátottság szerint a mérsékelt hűvös, illetve hűvös, a vízellátottság alapján a mérsékelt nedves, illetve nedves kategóriákba sorolható. Az évi középhőmérséklet a fennsíkon $6,0^{\circ}\text{C}$ körül van, mely a tenyészidőszakban 13°C (HALÁSZ 2006). A csapadék évi összege a fennsíkon 800 mm, lejjebb 750 mm körüli, a vegetációs időszakban pedig 400-450 mm. Az ariditási index 0,95-1,10, de a magasabban fekvő részekben csak 0,85-0,90. Az éghajlat az erdőgazdálkodásnak kedvez (DÖVÉNYI 2010). A tenyészidőszak öt hónapig tart, s minden téli hónap középhőmérséklete 0°C alatt marad, így ezen a tájon a legalacsonyabb az évi középhőmérséklet területi átlaga ($8,1^{\circ}\text{C}$) (HALÁSZ 2006). A területről készített Walter-diagram alapján látható, hogy a süllyesztett csapadék görbe nem közelíti meg a hőmérsékleti görbét, így a területen egész évben kedvező vízellátottsággal számolhatunk (6. ábra).



6. ábra A területről készített Walter-diagram (NÉMETH ET AL. 2013)

HEVESI (2002) szerint a területre jellemző tagolt formakincs a mikroklímát is sajátosan befolyásolja. Véleménye szerint a délies lejtők, töböroldalok nagyobb hőmennyiséget kapnak, mivel a fehér-világosszürke mészkő-, illetve dolomit-kibúvások a napsugárzás nagy részét visszaverik és a környező levegőben szétszórják, ezért lehet, hogy a hegység más részeihez képest itt hamarabb kezdődik az olvadás és virágzás. Ezzel szemben az északias lejtők karsztos mélyedései a beérkező sugárzást nehezen tudják annyira elnyelni, hogy a fölöttük lévő levegőt fölmelegíthessék, így ezeken a helyeken maradhat meg a hó legtovább (HEVESI 2002).

2.2.3. Vízirajz

A fennsík az öt körülvevő hegyvidék vízfolyásainak felszín alatti forrásvidéke. Egyetlen nevezetesebb vízfolyása a Garadna, amely a Szinva mellékfolyása. Jobbára kiegyenlítő hatású karsztos vízgyűjtő területe van. A Szinva-forrás vízgyűjtőjének legnagyobb hányada a triász korú Bükkfennsíki Mészkő Formáción fekszik, mely a hegység legnagyobb kiterjedésű, karbonátplatform fáciesű mészkő formációja (MIKLÓS ET AL. 2016). A Garadnán kívül, a fennsík, jelentős vízhozamú nagy forrásai még: a Szinva-felső-, a Sebesvíz-, a Szalajka-, és a Bánpaták-forrás. A fennsík felszín alatti vizeinek fő megjelenési formája a karsztvíz, amely a domborzattól és az időjárástól szabályozott mélységben és mennyiségben mindenhol megtalálható (DÖVÉNYI 2010).

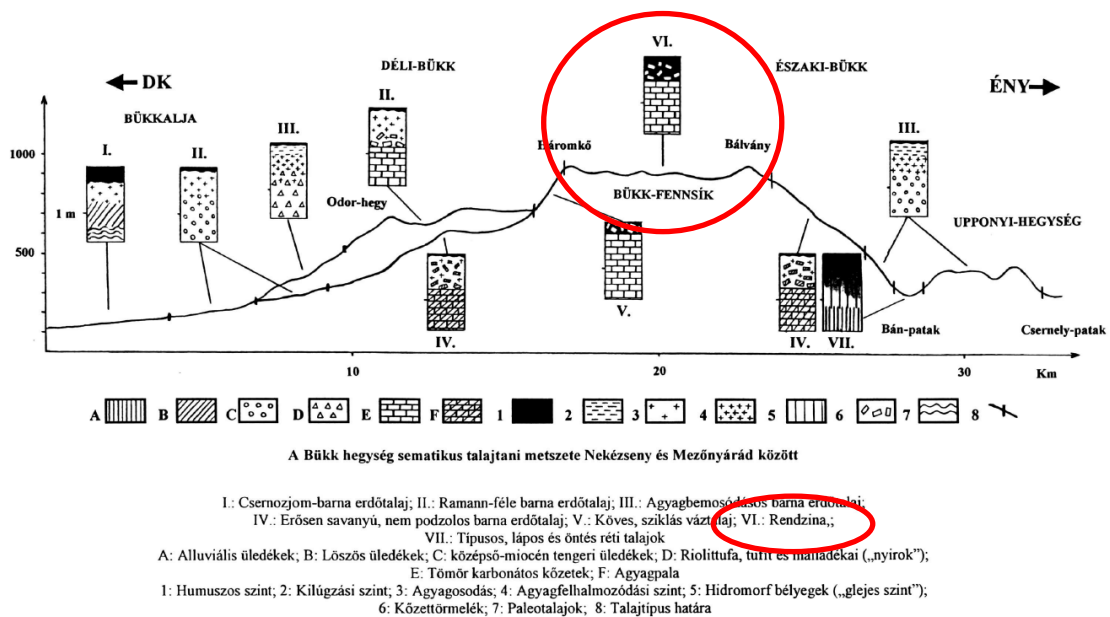
A források eloszlása egyenetlen, a réteg- és hasadékforrások erei, csermelyei vagy időszakos vízfolyásai, rövid felszíni futás után víznyelőkben tűnnek el, melyek szintén hozzátartoznak a vízrajzi képhez. Az eltűnő vízfolyások oldó hatásuk és a szállított hordalék koptató hatása révén barlangrendszereket alakítottak, illetve alakítanak ki, amelyek a vizeket karsztforrásokba juttatják. A Bükk változatos földtani felépítése miatt nincs egyenletesen behálózva vízfolyásokkal. Többnyire vízfolyásmentesek a mészköves területek, a töbrös térszínek felszíni lefolyással nem rendelkeznek (SÁSDI 2002). HEVESI (1991) szerint a negyedidőszakban az emelkedési és nyugalmi szakaszok váltakozása során, a karsztvízszint mélysége megnövekedett és emiatt az átöröklődött völgyek vizei a mészkő belsejébe folytak, ezáltal a fennsíki vízhálózat java megszűnt.

2.2.4. Területhasználat, termőhelyi jellemzés

A hegység sokszínűségéből fakadóan a vidék talajtakarója is változatos, így megtalálhatóak a váztalajok, a közethatású talajok, a barna erdőtalajok, illetve kisebb kiterjedésben a lejtőhordalék talajok különböző típusai is. A Bükk-vidék talajföldrajzi szempontból a barna erdőtalajok zónájába tartozik. A területen hulló csapadék mennyisége meghaladja a párolgás mértékét, amely kilúgzási típusú vízháztartást és savanyodó talajrendszert okoz (DOBOS 2002), azonban úgy vélem, ebben jelentős szerepet játszik a terület természetes erdős növénytakarója is.

Magasabb, meredekebb fekvésben és az erózióknak kitett területeken, az erős lejtésű, növényborítás nélküli hegy-és domboldalakon tömör karbonátos kőzeteken *köves, sziklás váztalajok* jelennek meg (DOBOS 2002). Ezen talajok gyakran mozaikosan jelennek meg más talajokkal (BIDLÓ ET AL. 2008). Túlnyomórészt többletvízhatástól független talajok, elsősorban vályogos szövetűek, de előfordulhatnak törmelék fizikai fűleségűek is (HALÁSZ 2006).

Ott, ahol kedvezőbbek a talajképződés lehetőségei igen jelentős területeket borítanak a *közethatású talajok* (BIDLÓ ET AL. 2008). Sekélységük miatt gyakran teljesen kiszáradnak, így vízszolgáltató képességük kedvezőtlen. Színük általában fekete vagy feketés-barna, ami a magas szervesanyag-tartalomra utal. A szélsőséges vízgazdálkodás miatt zárt erdők csak a magasabb fennsíki területeken vannak. A hegyvidék 400 és 900 méter közötti, erősen tagolt tájrészében legelterjedtebbek a karsztos, töbrös, dolinás triász karbonátos kőzeteken, mészkövön és dolomiton képződött – fekete, barna és vörösgyagyas – rendzinák (DÖVÉNYI 2010) (7. ábra). Tapasztalataim alapján, a Bükk-fennsík mélyebb termőrétegű rendzinái kevésbé száradnak ki a kedvező klimatikus viszonyok miatt, ezért a kedvezőtlen vízszolgáltató képesség kevésbé érvényes rájuk. Általában semleges kémhatásúak, és az erős humuszképződés miatt jó tápanyag-szolgáltató képességgel rendelkeznek, de DOBOS (2002) szerint a magasabban fekvő, bükk-fennsíki rendzina talajok kémiai eltérhetnek, pH-értékeik 5-5,5 között is változhat, mely erős savanyúság a területre hulló nagyobb csapadékmennyiség miatti kilúgzás eredménye. Úgy vélem, azonban ehhez nagyban hozzájárul a terület átlaghőmérséklete és az erdőállomány szerepe is.



7. ábra A Bükk-hegység sematikus talajtani metszete (DOBOS 2006)

A területen legnagyobb kiterjedésben barna erdőtalajokkal találkozhatunk. A barnás-vöröses, rozsdás színről kapta a nevét a *Ramann-féle barna erdőtalaj*, mely elsősorban a Bükk déli részén jellemző, ahol szintén tömör karbonátos kőzeten helyezkedik el. Termőréteg-mélységük általában 60-80 cm, alacsony szervesanyag-tartalmúak. Enyhén savanyú kémhatásúak, tápanyag-szolgáltató képességük jó. Általában magasabb fekvésben – ahova nagyobb mennyiségű csapadék vagy több idő jut a talajképződésre –, az agyagásványok a mélyebb rétegekben felhalmozódnak, mely folyamat az *agyagbemosódásos barna erdőtalajok* kialakulását eredményezi. Ezek a talajok főleg a Bükk északi és déli részen fordulnak elő, alapkőzetük középső miocén tengeri üledék vagy riolittufa- tufit és azok málladécai. A harmadidőszaki üledékeken képződött agyagbemosódásos barna erdőtalaj változat vályog mechanikai összetételű (HALÁSZ 2006). Vízgazdálkodásuk igen kedvező, ami nagyrészt a területre hulló csapadék mellett, a talaj kedvező fizikai féleségének köszönhető, ennek ellenére – a térszíni viszonyok miatt – erdőborítottak, termőrétegük az 1 métert ritkán haladja meg (DOBOS 2002, HALÁSZ 2006). Tapasztalataim alapján az erdők számára kiváló termőtalajok, melyek termőrétege többször meg is haladja az egy métert. A Bükk egyik jellemző kőzetén, az agyagpalán *erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok* képződtek. DOBOS (2002) leírása alapján ezek a talajok erősen savanyúak, gyenge tápanyag-szolgáltató képességűek, így az erdőállományok számára kevésbé jó termőhelyként szolgálnak. Általában nem mutatják a tipikus erdőtalajszinteket, magas agyagtartalmuk miatt rossz vízgazdálkodásúak. A Bükk-hegység sematikus talajtani metszete (7. ábra), csernozjom-barna erdőtalajokat is jelöl, melyek a Bükkalján jellemzőek, alapkőzetük pedig löszös üledék.

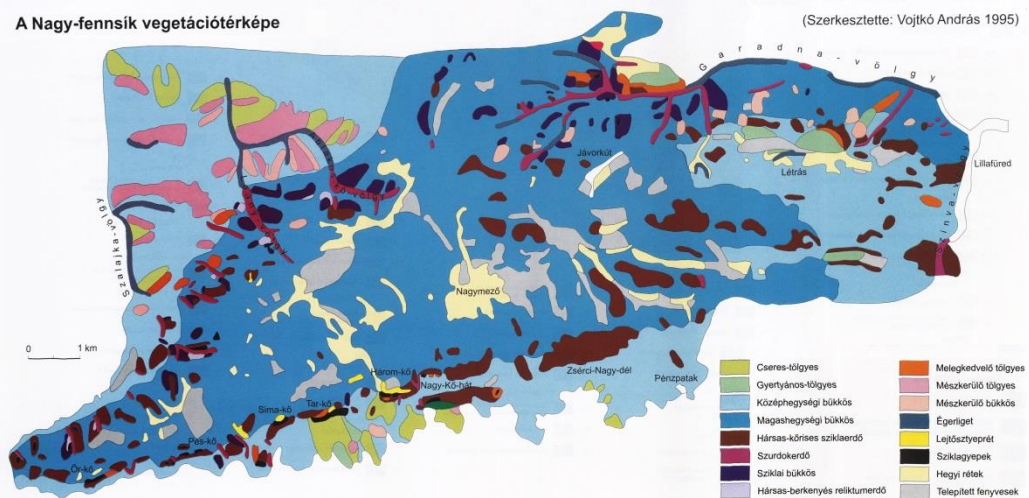
A mélyebben fekvő pontokon *lejtőhordalék talajok* alakulnak ki, melyek minőségét a ráhordott anyag szabja meg. Ilyen talajokat a hegylábi területeken találunk. *Hidromorf talajok* jelennek meg a völgyek alján és a lefolyástalan területeken. A völgyeket és a csökkent lefolyású medencéket a *típusos réti és lápos réti talajok* jellemzik, melyek alapkőzete alluviális üledék. Ezek mély termőrétegűek, vasborsókkal, vashártyákkal és mangánkiválásokkal tarkítottak (DOBOS 2002).

A terület talajai, térszíni elhelyezkedésük (ormok, gerincek) következtében mezőgazdasági művelésre nem alkalmasak, így erdőterületek vagy füves felszínek. Erdősültségük csaknem teljes (98%) (DÖVÉNYI 2010).

2.2.5. Növényzet

A tagoltság miatt a táj mezo- és mikroklímákban gazdag (HALÁSZ 2006). A jelentős nagyságú terület és az átlagmagasság következtében az egymás fölött elhelyezkedő növényzeti övek szabályosan kialakulhattak. Némely övön belül több sajátos társulást is megkülönböztethetünk a domborzati, illetve a talaj- és mikroklímadottságok alapján (ÁROKSZÁLLÁSY 1977). A Bükk hegység flórája igen gazdag, 1300-nál is több fajt számlál, amelyből 18-at csak itt találunk (VOJTKÓ 2002). A növénytakaró nagyfokú fajtagazdagságát, változatos növénytársulását elsősorban a klimatikus viszonyok, valamint az alapkőzet és a rajta kialakult talajtípusok határozták meg (LÉGRÁDY & VOJTKÓ 2002). A Bükk-vidék természetes növénytakarója szinte mindenhol erdő. 750 – 950 m magasságban a Nagy-fennsíkon illetve a Kis-fennsík 700 m fölötti területein *magashegységi (montán) bükkösök* élnek. Rendszerint tiszta állományt alkotnak, csak ritkán elegyednek (ÁROKSZÁLLÁSY 1977). A Bükk-fennsík tetőinek meredek homlokzatain a *montán bükkösöket* változatos megjelenésű *sziklaerdők* váltják fel, melyek az országban itt fordulnak elő a legváltozatosabban. A

fennsíki szurdokokban szurdokerdők magasodnak, lombkoronaszintjükét *bükkök*, *hegyi juharok* és *magas kőrisek* alkotják (ÁROKSZÁLLÁSY 1977). A délies sziklaalakzatokon sziklagyepek és sztyepprétek uralkodnak. Jelentős – de egyre csökkenő – kiterjedésűek a telepített fenyvesek, főként lucosok. Az évszázados területhasználat és emberi tevékenység eredményeként jöttek létre a montán fajokban gazdag kiterjedt hegyi rétek. A nyugati alacsonyabb peremen még zonális előfordulású a cseres- és gyertyános-tölgyes, északon a magasabb részeket már szubmontán és montán bükkös borítja (DÖVÉNYI 2010). A Központi-Bükk az irtásrétek kivételével ma is zárt erdőterület, ahol a klímaregionális erdőtársulások a cseres-tölgyes övtől a hegyvidéki bükkös övig viszonylag szabályszerűen követik egymást (8. ábra). A 8. ábrára tekintve azonban látható, hogy a fennsík növényzeti képét alapvetően a montán bükkösök határozzák meg.



8. ábra A Bükk-fennsík vegetációtérképe (Szerk.: VOJTKÓ A. 1995)

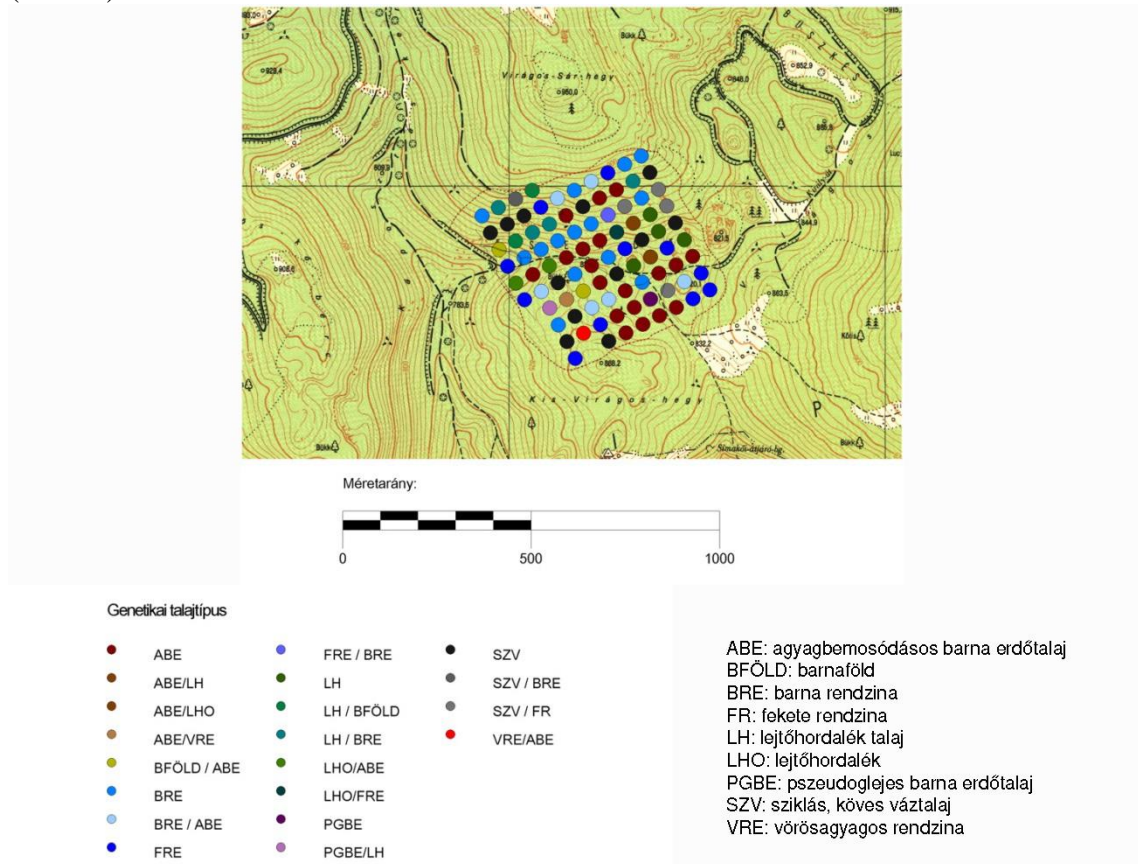
A Központi-Bükkben a jelentéktelen térfoglalású kultúrerdők kivételével, a zömmel természetvédelmi oltalom alatt álló bükkösökben és tölgyesekben nagy hagyományai vannak a természetközeli fokozatos felújítógazdálkodás különböző eljárásainak, amelyek időtartamát a természetvédelmi kritériumoknak megfelelően folyamatosan növelni próbálják (HALÁSZ 2006).

2.3. A Bükk-fennsík talajai

KEVEINÉ BÁRÁNY (1999) szerint a Bükk-hegység Nagy-fennsíki mintaterületén a növényzet és talajok foltosságát szembevetve annak ellenére, hogy genetikailag itt egy homogén tájról van szó. A talajok a növényzethez hasonlóan nagy változatosságban jelennek meg (KEVEINÉ BÁRÁNY 1999). KEVEINÉ BÁRÁNY (2003) vizsgálatai alapján legnagyobb kiterjedésben *rendzina* talajok fordulnak elő a területen, de a fenyvesek alatt *savanyú barna-*, és *podzolos barna erdőtalajok* is gyakoriak, melyet a talajdinamika megváltozásának tart. Véleményem szerint utóbbi talajtípusok legfeljebb csak az agyagpalával fedett részekben alakulhatnak ki. Mészkövön – még a kedvező klimatikus körülmények között – sem találkozhatunk savanyú, illetve podzolos barna erdőtalajokkal a hazai adottságok között. Így, ezen talajtípusok megjelenése, inkább a hegység tagolt földtani felépítésének a következménye, mely különböző kőzetekből épül fel, és a különböző ásványi összetételű kőzeteken eltérő talajtípusok fejlődnek ki, mivel eltérőek a talajfejlődési folyamatok hatásai is.

Az "Óserdő" erdőrezervátumban, a Bükk-fennsík területén a talajtani, a termőhelyi viszonyok, illetve a talajfejlődési folyamatok megismerése céljából talajfúrás

vizsgálatok is történtek, melyek eredményei szintén kis távolságon belül, mozaikosan változatos talajviszonyok előfordulásáról számolnak be a területen (BIDLÓ ET AL. 2008) (9. ábra).



9. ábra Talajfúrások-talajtípusok (BIDLÓ ET AL. 2008)

A Bükk-fennsíkon végzett talajfúrások eredményeinek összegzése szerint ott, ahol a talajfejlődési folyamatok lehetővé tették a *köves-sziklás vázталajok*, illetve kedvezőbb esetben a *fekete rendzina* talajok is jellemzőek. Azokon a részeken, ahol a szilikátos málladékok felhalmozódhattak alakultak ki a *barna-*, illetve *vörösgyagyas rendzina* talajok. Ahol a szilikátos málladék vastagabb (lejtők alján, laposabb részeken) *barna földek* (*Ramann-féle barna erdőtalajok*) és *agyagbemosódásos barna erdőtalajok* alakultak ki. A lejtősebb részeken *lejtőhordalék talajok* is előfordulnak. A barna erdőtalajok, a közethatású talajok és a vázталajok mindegyike viszonylag kis kiterjedésű, a többivel mozaikos előfordulásban (BIDLÓ ET AL. 2008).

2.3.1. Mészkövön képződött talajok

A kutatás célja a mészkövön képződött talajok vizsgálata, melyek a Bükk-fennsík területén jelentős kiterjedésben megtalálhatók. A mészkövön képződött talajokról – elsősorban hasznosíthatatlanságuk miatt – kevés információval rendelkezünk, melyeket a következő fejezetekben foglalok össze, mind a hazai mind a nemzetközi szakirodalom alapján.

2.3.1.1. Mészkövön képződött talajok hazai szakirodalma

Hazánkban a közethatású mészkövön képződött, rendzina talajok részletes kutatása az utóbbi időkig meglehetősen elhanyagolt volt. Osztályozásukat, a hazai genetikai talajosztályozási rendszerbe történő besorolásukat JÁRÓ (1963), STEFANOVITS (1963, 1992), SZABOLCS (1966) és STEFANOVITS ET AL. (1999), az utóbbi időben pedig

MICHÉLI ET AL. (2006), BARTA ET AL. (2009), MICHÉLI (2011) és MICHÉLI ET AL. (2015) munkáiban találjuk meg.

Az eddig megjelent talajtani irodalmakban használt leírások, jellemzések a közethatású talajokra, és azon belül a rendzina talajokra kevés információval szolgálnak.

STEFANOVITS (1992), STEFANOVITS ET AL. (1999) a rendzina talajok közé sorolják azokat a talajtípusokat, amelyek tömör, szénsavas meszet tartalmazó alapkőzeten alakultak ki, és a kőzet málladéka viszonylag kevés szilikátos anyagot tartalmaz. Képződésükre jellemző az erőteljes humuszosodás és a gyenge kilúgzás. Altípusait a talajképző kőzet tulajdonságai alapján különítik el:

- A fekete rendzinák esetén olyan tömör, karbonátos kőzetek, amelyek kevés agyagos részt és kísérőanyagot tartalmaznak, málláskor aprózódnak, és ezek az apró kőzettörmelék-darabok tapadnak össze a mész által kicsapott humuszanyagok hatására. Szerkezete igen jó, morzsás, szervesanyag-tartalma a felszín közelében elérheti a 30–40%-ot is, kémhatása gyengén lúgos vagy – középhegységeinkben – esetenként gyengén savanyú. Ennek az altípusnak a termékenységét elsősorban a földes rész és a kőzettörmelék aránya, valamint a termőréteg vastagsága szabja meg.
- A barna rendzinák altípusa olyan tömör, esetenként könnyen porló, sok szénsavas meszet tartalmazó kőzeten képződik, amelynek mállásakor szilikátok is képződnek vagy szabadulnak fel. Az agyagos rész hatására a humuszos szint színe már nem fekete, hanem feketésbarna vagy sötétbarna.
- A vörösayagos rendzina talajok altípusába azokat a szelvényeket soroljuk, amelyek talajképző kőzetében a mészkövet vagy a dolomitot kísérő vörösayagok is szerephez jutnak. A felső szintekben általában a barnásfekete humusztakarót találjuk, míg a mélyebb szintek felé fokozatosan a vörösayag tulajdonságai érvényesülnek. A különbség nemcsak színben, hanem a talajok szerkezetében is jelentkezik. A humuszos réteg szerkezete morzsás, az agyagos rétege szemcsés, sokszögű. A vörösayagban vagy alatta a szénsavas meszet tartalmazó kőzettörmelék is megtalálható.

SZENDREI (1998) rövid jellemzést ad e három altípusról:

- a fekete rendzinák kevés szennyező anyagot tartalmazó kőzeteken,
- a barna rendzinák jelentősebb mennyiségű szilikátásványokat tartalmazó kőzeten,
- a vörösayagos rendzinák a talajképző kőzet repedéseiben, mélyedéseiben lévő vörösayagon alakultak ki.

JÁRÓ (1999) – STEFANOVITSHOZ hasonlóan (1963) – a rendzina talajokat mészkövön és dolomiton, azaz tömör szénsavas meszet tartalmazó kőzeteken kialakuló talajtípusként írja le, mely alapkőzet kevés agyagkolloidot tartalmaz, és a képződő szerves anyagból kialakuló humusz (rendzinahumusz) uralkodik. Altípusait a következőképpen jellemzi:

- a fekete rendzinát vékony, fekete, porosan morzsás, humuszban rendkívül gazdag A-szintjéről nevezték el. A C-szint nehezen málló, töredezett kemény mészkő vagy dolomit, termőrétege csak 20-40 cm.
- a barna rendzina nagyobb mennyiségű agyagos részt tartalmazó karbonátos tömör kőzeten alakul ki. Hazánkban gyakran hulló por is növelte a talaj finomföld tartalmát.
- a vörösayagos rendzina reliktum talaj. A régi geológiai idők talajának maradványát az erózió mészkő fennsíkokra, mélyedésekbe összehordta, és ezen indult el a talajfejlődés.

A legújabb munkák, főleg a megújuló talajosztályozási rendszer kialakításához köthetőek. MICHÉLI ET AL. (2015) a 2014. évi Talajtani Vándorgyűlés alkalmából megrendezett terepi napon mutatta be a közethatású talajok újabb szempontú besorolásának javaslatát. Az újabb tapasztalatok főleg a mélységek értelmezése, a kilúgzottság, savanyúság és a fejlettség kapcsán kerültek elő. Korábbi elkülönítésük a közet összetétele alapján történt, azonban az utóbbi évtizedek adatgyűjtése és tapasztalatai ezt nem alapozzák meg. Azonos közettípuson igen eltérő, és különböző közettípuson igen hasonló talajok képződhetnek. MICHÉLI ET AL. (2015) a közethatású talajokon belül a rendzina altípusaira azonban csak érintőlegesen tér ki és részletes leírással nem tárgyalja ezeket a talajtípusokat. A fent leírt meghatározások (STEFANOVITS ET AL. 1999, SZENDREI 1998, JÁRÓ 1999) a rendzina típusok kilúgzottságára, termőréteg vastagságára, szerkezetére és szervesanyag-tartalmára egy átfogó leírást adnak, de a szilikát-tartalomra vonatkozóan nem szolgáltatnak se mennyiségi, se minőségi információval. A barna rendzináknál jellemző magasabb szilikáttartalmat a mészkő mállásának és kisebb mennyiségű eolikus por hozzákeveredésnek tekintik. A talajfejlődési folyamatokat a litológiai tulajdonságoknak tulajdonítják, és a hullópor eredetet csak járulékos paraméternek tekintik. Az ásványi összetétel megismerése az eddigi ismeretknél részletesebb információt szolgáltat ezen talajok fejlődéséről, kialakulásukról, a talajképző közettől való függésükről, illetve, hogy a talajok képződésében milyen paraméterek és források játszottak meghatározó szerepet. Ezek alapján a rendzina típusú talajok besorolásának tisztázásához is közelebb kerülhetünk.

A rendzinákról részletes talajvizsgálati adatok az Aggteleki-karszt, a Dunántúli-középhegység és a Dél-Dunántúl területéről állnak rendelkezésünkre, melyek főleg a genetikailag vitatott helyzetű vörösagyag-talajokról készültek (ZÁMBÓ 1970; FEKETE ET AL. 2005; TANÁCS & BARTA 2006; FEKETE ET AL. 2008; BARTA ET AL. 2009; DEZSŐ 2011; KISS 2012). BARTA ET AL. (2009) az Aggtelek karsztos felszínén végeztek részletes leírásokat, és a vörösagyagos rendzinán kívül, a többi altípusra is kiterjesztették vizsgálataikat. FEKETE ET AL. (2005, 2008) a korábbi geológiai korok mállási és talajképződési folyamatainak termékeként értelmezett „vörös földeket” vizsgálták. Munkájukban általános ásványtani jellemzést adtak a Bükk-hegység területén is megtalálható vörös talajokról (alapkőzet: mészkő; agyagtartalom: közepes; ásványok: kvarc: 16-33 %, kaolinit: nincs, illit: 20 % feletti, montmorillonit: nem jellemző, hematit, goethit és gibbsit: néhány %). KISS (2012) munkájában a vörösagyag-talajok hazai genetikai osztályozási rendszerbe illesztésére tett kísérletet. A Bükk-fennsíkra is kiterjedő legújabb vizsgálatok csak érintőlegesen a területen előforduló talajtípusok-altípusok szempontjából; leginkább a talajok tápanyag-szolgáltató tulajdonságai és a területhasználat közötti összefüggésekről (GÖRCS ET AL. 2007), tájökológiai jellegéről (KEVEINÉ BÁRÁNY 1999, 2003), faunisztikai előfordulásáról (FÜLEP 2015), a karsztalajok, forrásvizek nehézfém-szennyezettségéről (ZSENI 2003; JUHÁSZ 2014), illetve a barlangi üledékekről, mint talajokról (DOBOS ET AL. 2013, DOBOS & LÉNÁRT 2013), és a terület hidrodinamikai és hőtranszport modellezéséről (VISZKOK 2015) szólnak.

2.3.1.2. Mészkövön képződött talajok nemzetközi szakirodalma

Az idegen nyelven megjelent, mészkövön képződött talajokkal foglalkozó szakirodalmak száma – hasonlóan a magyar nyelvű, hasonló témájú publikációk mennyiségéhez – meglehetősen alacsony, azonban a hazai szakirodalommal ellentétben, ezekben a publikációkban az ásványi összetételre vonatkozóan is találunk információkat. A mészkövön képződött talajok vizsgálatának témakörében néhány régebbi és újabb publikációt találtam, melyeket megjelenésük valamint témájuk szerint az alábbiakban ismertetek.

A legrégebbi publikáció DOBRZAŃSKI & TURSKI (1964) cikke, melyben a szerzők a rendzinák keletkezésének körülményeit a talaj nehézfém-tartalmának vizsgálatával próbálták értelmezni. Eredményeik alapján igazolták, hogy nem csak a mészkő mállása, hanem az eolikus és glaciális eredetű idegen anyag-hozzákeveredés is hatással van a rendzinák képződésére és hasznosíthatóságára. Véleményük szerint az idegen eredetű anyag megnövekedett mennyisége csökkenti a CaCO_3 -tartalmat a rendzina talajokban.

SCHRIER & LAVKULICH (1985) egy 60 cm-es humuszgazdag A-szinttel jellemezhető meszes alapközetben képződött talajt vizsgálták száraz permafroszt környezetben. A környezetre jellemző volt a huminsavak akkumulációja, mely nagyobb mértékű volt, mint a bomlás, ennek eredményeképpen mészkő-gazdag környezet alakult ki. A szerves komponenseket az alapközet mállásának maradékaiból származtatták.

OLIVEIRA ET AL. (1998) Brazíliában vizsgálták a mészkövön képződött talajok kémiai és ásványtani összetételét. A vizsgált minták olyan – azonos mészkövön képződött – talajok voltak, melyek nagy morfológiai, kémiai és ásványi diverzitást mutattak. Eredményeik alapján a talajok leggyakoribb agyagásványai a kaolinit és az illit voltak. A kaolinitről úgy vélték mindig megtalálható az általuk Vertisolokként és Rendzinaként ismertett talajokban. UZIAK ET AL. (1999) három sekély termőrétegű (0-5 és 0-7 cm), AC felépítésű rendzina talajszelvény ásványi összetételét vizsgálták a hideg, arktikus éghajlatú Spitzbergákon. A finom homok frakció (0,1 -0,05 mm) ásványai az első szelvényt tekintve: 25-50% muszkovit, 5-25% kalcit, vas-oxid, kvarc, 1-5% klorit, mállott szemcsék és azonosítatlan ásványok voltak. A másik talajszelvény finom homok frakcióját (0,1-0,05 mm) 25-50% kalcit, 5-25% vas-oxid, kvarc, muszkovit, 1-5%-ban mállott szemcsék, azonosítatlan ásványok, földpátok, klorit és <1% turmalin jellemezte. A harmadik talajszelvény finom homok frakcióját pedig (0,1-0,05 mm) 25-50% vas-oxid, kvarc, 5-25% muszkovit, 1-5% klorit, földpát, mállott szemcsék, azonosítatlan ásványok és <1% amfibol alkotta. Az agyag frakcióra vonatkozóan a következő ásványos összetételt kapták: domináns: muszkovit, kloritok; járulékos: kalcit, dolomit, kvarc, plagioklász, ortoklász, goethit. A szerzők az agyag frakció egyszerű ásványi összetételét és a duzzadó agyagásványok közül a szmektit hiányát elsősorban a fizikai, és nem a kémiai mállás hatásának tulajdonították. Ezáltal azt a megállapítást tették, hogy a sarkvidéki klímahatások miatt a talajképződési folyamatok hatásai csak gyengén érvényesülnek a vizsgált területen. CHLEBOWSKI (1989) korábbi kutatásai szerint a Spitzbergák területére jellemző ásványok (főleg kloritok) mállása során vas-oxidok könnyen kialakulhatnak. A vas-oxidokat a karbonátos kőzetek – különösen a dolomit – mállási termékeinek vélte. KÜFMANN (2003) a Wettersteini Hegység karszttalajait vizsgálta, melyek tiszta mészkövön képződtek. A talajtani és ásványtani eredmények alapján eolikus eredetet mutatott ki a mintákban, melynek fő forrásaként a késő glaciális- és a mai port jelölte meg. Ezen kívül, a helyi porszállítást is nyilvánvalónak vélte a szomszédos jura és alsó-kréta felszíni kibúvások üledékeiből. A szerző által Cambisoloknak besorolt talajok domináns ásványai a kvarc, a földpát, a csillám, az illit, a klorit, ami jellemző a lösz és a löszhöz

hasznos üledékekre. A felszíni rétegek magas finom homok tartalmát az eolikus por folyamatos érkezésének tulajdonította.

BOUYER (2004) mészkövön illetve annak származékain képződött talajok kutatása során arra jutott, hogy a karsztos karbonátokon képződött talajok lehetnek autochtonok, melyek a mészkőben található szennyeződések által helyben képződtek, illetve allochtonok, amelyek a képződésük helyéről kerültek a mostani helyükre.

EGLI ET AL. (2008) az Olasz Alpokban mészkő és dolomit alapközetű talajok esetében vizsgálták a mészkő és a dolomit mállását, a tömegegyensúlyok változását, a pedogén Fe-és Al képződését, a talajásványok és az agyagásványok reakcióit és átalakulásait, valamint a talaj szerves anyagának akkumulációját és stabilizációs mechanizmusait. A mészkő mállását sokkal intenzívebbnek vélték alacsonyabb térszíneken – bár a mészkőnek és a dolomitnak nagyobb az oldhatósága alacsony hőmérsékleten –, ahol a talaj CO₂-tartalma magasabb és a mállást főleg a szénsavak irányítják. Magasabb térszíneken feltűnnek a szerves savak, melyek még nagyobb mértékben meghatározzák az ásványi átalakulásokat és a mállási folyamatokat. Felvetésük alapján két különböző típusú mállási rezsim létezik a felszíni rétegekben: az egyik a szénsavas, a másik a szerves savas mállás. Ásványtani vizsgálataik alapján az agyag és finom föld frakcióban a fő folyamat a csillám átalakulása vermikulitá. Méréseik alapján a szilikát ásványok mállása már a karbonátok talajból történő teljes elmozdulása előtt megkezdődik. Véleményük szerint az A-és O-szintben található szilikátok átalakulási folyamatai, magasabb térszínen legalább annyira intenzívek, mint melegebb klímájú területeken, azonban, a másodrendű Fe- és Al-fázisok átalakulásának mértékét sokkal kifejezettebbnek vélték az alacsony térszíneken, ami azt jelenti, hogy a folyamatot alapvetően a szénsav irányítja (az elsődleges ásványok mállásával). Az ásványi talajok szervesanyag-tartalma 15 kg/m² volt, és meglepő módon a klíma befolyásoló hatását nem sikerült kimutatniuk. A szerves anyag stabilizálódását inkább a gyengén kristályos Al- és Fe-fázisoknak, valamint a vermikulitnak tulajdonították.

KNEŽEVIĆ & KOŠANIN (2010) a szerb Tara Nemzeti Parkban vizsgáltak puha márgás mészkövön és tömör mészkövön képződött talajokat 1000 méter feletti magasságon, meredek lejtőkön. Az általuk vizsgált rendzina talajok eredetét és tulajdonságait jelentősen befolyásolta a kémiai összetétel, az ásványi szerkezet és az alapközet mállása. Bár a mészkő mennyiségi aránya volt a legnagyobb a szubsztrátum között, mégis jelentős különbségek adódtak a puha-, illetve a tömör mészkövön képződött talajok között az eredet-, valamint a talaj tulajdonságai tekintetében. A tömör mészkövön képződött „fekete földek” fő jellegzetessége az alacsony mennyiségű oldhatatlan maradványok jelenléte, mely feltételezi a talaj hosszú és specifikus keletkezését. Vizsgálataik során arra következtettek, hogy a mállás sebességének, valamint a kioldott ásványi anyagok mennyiségének különbözősége eltérő talajtípusok képződését eredményezi tömör és puha mészkövek esetén. A rendzinák jellegzetességeit erősen meghatározza a humusz-akkumulációs szintben jelenlévő finom-közepesen durva mészkő fragmensek jelenléte, melyek aránya akár 30-40 térfogatszázalék is lehet. Az A-szintben kimutatható jelentős mennyiségű vázanyag – melyből a CaCO₃ is származik – felel a szerves savak állandó pufferáló hatásáért és a Ca-humátok képződéséért, mely egyúttal a stabil szerves-ásványi komplexek képződését is eredményezi. A szerzők által vizsgált rendzinák humuszban gazdag talajok, melyek felső rétegeiből nedves klímán a CaCO₃ kilúgozódik, ennek eredményeként különböző típusú kilúgozódott rendzinák képződhetnek. Az erdőállományok produktivitása a meredek lejtők ellenére is (>45°) is magasnak bizonyult. Emellett az 1000 m feletti magasságokon a mindig nedves klíma

kiegyenlítette az alacsony termőmélység és bizonyos mértékig a szemcseméret-eloszlás kedvezőtlen hatásait.

ZIGOVÁ ET AL. (2014) devon mészkövön képződött (Rendzic Leptosols) talajokat vizsgáltak a Cseh Köztársaságban. A mintaterület átlagos csapadékmennyisége 600-700 mm. A szerzők szerint a rendzina talajok szemcseeloszlása feltehetőleg a mészkő típusának a függvénye, melyet a szerkezet alapján végzett osztályozás szintén igazol. Ásványtani vizsgálataik az agyag frakcióra irányultak, eredményeik alapján az illit 16-25%, a kaolinit 7-8%, a klorit 5-6% a földpát 8-13% volt. Ezeket az ásványokat a mészkő oldhatatlan maradványaiként írták le, de EGLI ET AL. (2008) szerint egy kis részük a csillámok, alkáli földpátok és más szilikátok mállásának termékei is lehetnek lúgos körülmények között. ZIGOVÁ ET AL. (2014) szerint az ásványok eloszlása a szelvényben a talajfejlődés stabilitását jelzi. Az illit mennyiségének növekedését a legalsó talajszintben az alacsony fokú kémiai mállás eredményeként értelmezték.

ZAGÓRSKI (2010) röntgen-diffrakciós és mikromorfológiai vizsgálatai megmutatták, hogy az agyagásványok képesek jelezni az agyag fázisok eredetét azokban a talajokban, melyek mészkövön képződtek (Rendzic Leptosols). Az eredmények értékes adatokat szolgáltatottak a geomorfológiai folyamatok hatásának – illetve a klímaváltozás hatásának – tanulmányozására a meszes kőzeteken képződött talajok esetében. A lengyelországi rendzina talajokat a FAO WRB szerint Rendzic Leptosolsként nevezte el. A klimatikus, közettani és talajtani tényezők a mészkövön képződött talajok esetén az agyag frakció megjelenését okozzák, specifikus ásványi összetétel kialakulásával. Ez a tény rávilágít a talajok karakterisztikus tulajdonságaira és jellemzőire. Néhány agyagásvány indikátor szerepet tölt be a talajképződési folyamatok felismerésében, jelezve a talajok fejlődési folyamatainak irányát és a talaj használhatóságát. A szerző elsősorban azon agyagásványokat tanulmányozta, melyek indikátorként jelennek meg a különböző korú mészkövön képződött talajokban a lengyel Malopolska Felvidék területén. Megállapította, hogy a szemektit ásvány uralkodó alkotója az agyag keverékeknek, a kréta karbonátos kőzetekben a Malopolska Felvidéken. A kaolinit jellemző para-autigén ásvány és jól használható a talaj környezeti változásainak értékelésére hosszú idő periódusok esetén: általában magas kristályosság jellemzi, amely jelzi, hogy a mészkő mállásának nem karbonátos maradványaiból képződött olyan geokémiai környezetben, mely kedvez a kaolinizációnak (pl. meleg klímahatás). A vizsgált mintákhoz hasonló diffrakciós tulajdonságokat tapasztalt a fosszilis szintekből származó kaolinit esetében, mely (terepi és mikromorfológiai elemzések alapján) feltehetőleg devon mészkövön képződött terciér terra rossa fedő üledékek fragmentuma. A kaolinit mennyisége a nem karbonátos szubsztrátban tisztán jelzi a devon és jura mészkövön képződött talaj és a régi geomorfológiai folyamatok közötti kapcsolatot, különösen a terciér karszt jelenségeket. Az illit a rendzinák tipikus allogén agyagtartalmának ásványa. Jellemző indikátor ásványa azon talajoknak, melyek nagy mennyiségű szilikátos keveréket tartalmaznak (ún. kevert rendzinák) és amelyek a Malopolska Felvidék alacsony fekvésű és lapos részein jellemzőek. Az innen származó illit hasonló röntgen-diffrakciós tulajdonságokat mutatott, mint az az illit, amely glaciális üledékekben fordul elő. Ez arra enged következtetni, hogy a nem karbonátos anyag a kvarter glaciális üledékekből származik. Az illit nem csak a felszíni genetikai talajszintekben jelenik meg, hanem az egész talajszelvényre jellemző, ezzel bizonyítva a mélyebb keveredést, elérve a mészkő kőzetet. A szerző a mészkőtörmelék glaciális anyagokkal való keveredését a vizsgált területen a pleisztocén glaciálisok során végbemenő jégtábla előrenyomulás következményeként valószínűsítette. A vizsgált rendzinák agyag frakciójának ásványai közül a talajképződés lehetséges indikátoraiként a kevert szerkezetű ásványokat (illit/szemektit) említi. Ezen ásványok megjelenése az agyag frakcióban, a talaj *in situ*

kémiai és szerkezeti átalakulását jelzi a talajtani folyamatoknak köszönhetően. ZAGÓRSKI (2010) szerint az indikátorásványok jelezhetik a nem karbonátos elemek származásának forrását, magyarázatot adhatnak bizonyos talajtulajdonságokra a mészkő típusának figyelembevételével, és általuk megállapítható a talajok használhatósága, valamint degradációjuk megakadályozható.

HARBAR ÉS POZNYAK (2015) lengyel rendzinák fejlődése közötti különbségeket vizsgálták a litológia, a geomorfológia, az éghajlati paraméterek és az emberi tevékenység szempontjából. Eredményeik alapján arra jutottak, hogy a térbeli heterogenitást és a rendzina komponensek dinamikus változását a talajképző kőzet nagymértékben befolyásolja, mely különböző rendzina típusok előfordulásához vezet akár ugyanazon a lejtőn is, a következő sorrend szerint: sötétszínű tipikus rendzina (Rendzic Leptosols) → pararendzina (Brunic Rendzic Leptosols (Calcaric, Skeletic)), melyek szürke erdőtalajokká (Haplic Luvisols (Greyic) vagy fekete földekké (Luvic Chernozems) válnak. A vizsgált terület rendzináinak fizikai és kémiai paramétereit jelentősen befolyásolja a mezőgazdasági talajhasználat: a talaj szerkezete megsemmisül, a genetikai szintek összetömörödnek, a porozitás és a levegőzöttség lecsökken, a szervesanyag-tartalom csökken, és a kilúgzási folyamatok intenzívebbé válnak.

SILVA ET AL. (2017) karszttalajokat vizsgáltak a Bodoquena platón, Brazíliában. Feltételezték, hogy a mészkő, a lejtő lefutása és a talajszelvény helyzete befolyásolja a talaj tulajdonságait és a talaj fejlődését. Az alapkőzet és a lokális éghajlati viszonyok a CaCO_3 nagymértékű felhalmozódását idézik elő a talajokban, melynek következménye a calcic horizontok kialakulása. A vizsgált talajszelvények tulajdonságaiban jelentős különbségek adódtak, mint például az alapkőzet és a topográfiai elhelyezkedés, mely jelentősen befolyásolta a kilúgzás mértékét és a talajképződési folyamatok intenzitását. A vizes kémhatás értékek 6,6 és 9,1 közöttiek voltak, az ásványos összetételben a kvarc dominált, az agyag frakció főbb ásványai a kalcit > illit > kaolinit volt. A talajok emellett magas CaCO_3 -tartalommal jellemezhetők, a mikromorfológiai jegyek között jellemzőek voltak a pórusokat kitöltő tús kalcit kristályok.

STANCHI ET AL. (2017) a Liguri Alpokban (ÉNY-Olaszország) 800-1600 magasságban vizsgáltak hegyi talajokat 30 km-re a Földközi-tengertől. A terület érdekessége, hogy egyidejűleg több környezeti faktor is befolyásolja, mivel a mediterrán, az alpi és az európai biogeográfiai régiók találkozásánál található. Mészkövön található talajaik kémhatása 6,3-8,1 közötti értékeket mutat. Ásványi összetételükben 8,1 pH-nál az illit, klorit dominál, mellette kevés szmektit, földpát és vermikulit, nyomokban kvarc jellemző. 7,4 pH értéknél illit/szmektit kevert szerkezetű ásványok és illit domináltak, mellette kevés klorit fordult elő, nyomokban kvarc és földpát. A 6,3-as pH értékű talajban illit/szmektit, illit és klorit, és kevés szmektit, illit/klorit, nyomokban kvarc és földpát fordult elő.

A mediterrán régió terra rossa (vörösföld) talajainak eredetére irányuló kutatások szerint két elmélet létezik. Az egyik elmélet szerint ezek ún. talaj rezidumok, amelyek a mészkő *in situ* oldódásának eredményei, a másik szerint képződésükben az eolikus üledékek hatásai nyilvánulnak meg (YAALON 1997). A második elméletet igazolja az a feltevés, hogy a jól oldódó mészkő oldódása csak kis mennyiségű reziduális maradékot eredményez, mely azonban nem elegendő olyan mély talajok képződéséhez, mint a terra rossák (SILVA ET AL. 2017). MERINO & BANERJEE (2008) a vegyes származást vélik valósnak. Szerintük a mediterrán terra rossa a mészkő helyben történő (*in situ*) aprózódásából származik, melyet eolikus üledékek is gazdagítanak. PRIORI ET AL. (2008) az Észak-Appenineken vizsgáltak mészkövön képződött vörös talajokat, melyek jelentős eolikus anyagtartalommal rendelkeztek. Véleményük szerint az eolikus lerakódások szaharai porból vagy löszből vagy vulkáni hamuból állhatnak össze. Az

aktív karbonátok jelenléte az agyagásványok lassú átalakulását eredményezi, mely folyamat véleményük szerint az eolikus anyagok hozzákeveredésével felgyorsulhat. A talajok ásványi összetételében leginkább az illit és a kaolinit dominált, mellette kevés vermikulit és szmektit is előfordult. Pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálataik során eolikus és hidrodinamikus kvarc szemcséket mutattak ki, melyek alapján egy kevert összetételű talajsintet állapítottak meg, melyben kolluviális talaj üledékek keverednek a mészkővel és eolikus porhozzáadás is jellemző.

2.3.1.3. Összegzés

A szakirodalmi adatok alapján a rendzinaként besorolt talajtípusokra az alábbi megállapítások tehetők:

- Mind a nemzetközi mind a hazai szakirodalom csak néhány konkrét példa esetén jellemzi a rendzina fizikai paramétereit kémiai összetételét és talajfejlődési folyamatait.
- Noha legtöbbször egységes típusba sorolják be a vizsgált talajokat nyilvánvaló, hogy ezen talajok összetétele és talajfejlődése nagyon sok tényező függvénye, ami változatos megjelenésű és változatos tulajdonságokkal rendelkező talajokat eredményez.
- A legfontosabb talajformáló paraméterek az alapkőzet, a klimatikus hatások, az emberi (mezőgazdasági) tevékenység és a kitétség az adott vizsgálati területen.
- Az ismertett rendzina talajokban változatos ásványi összetétel jellemző: egyes mintákban nagy mennyiségű kalcium-karbonát található, míg másokban szinte teljesen hiányzik. Az agyagásványok közül az illit, szmektit, illit/szmektit, klorit, vermikulit és kaolinit a jellemző, azonban mennyiségi megjelenésükben jelentős különbségek vannak az egyes mintaterületek között. Ezen kívül még kvarc, földpát, csillám, vas-oxid, turmalin és amfibol ásványokat írtak le a vizsgált talajokban.
- A nemzetközi irodalmakból is látszik, hogy ezeknek a talajoknak a besorolása nem csak a hazai területeken okoz problémát a talajtani kutatók számára, hiszen a WRB alapján történő besorolásnál a Vertisol, a Cambisol és a Rendzic Leptosol kategóriák egyaránt felmerülnek.
- Az adatok alapján szükséges a rendzinaként besorolt talajok mintaterületenkénti pontos jellemzése, ahelyett, hogy egyszerűen csak besoroljuk ebbe a kategóriába őket.

2.3.2. A vizsgált terület talajainak WRB besorolása

Mivel az elmúlt néhány évben a hazai talajtani szakemberek egyik fontos feladatuknak tekintették a magyar genetikai talajosztályozás és a nemzetközi WRB (World Soil Reference Base System) osztályozási rendszer sokrétű és bonyolult kapcsolatrendszerének a feltárását, így lényegesnek tartom, hogy egy rövid, inkább ismertető jellegű fejezetet szánjak az általam vizsgált talajok WRB besorolásának.

Az alapvető különbség a két osztályozási rendszer között, hogy míg a genetikai osztályozás a talajképző folyamatok és a földrajzi tényezők eredményeképpen különít el kategóriákat, addig a WRB egy diagnosztikai alapelvű osztályozás (WRB, 2014), azaz az egyes talajtípusok meghatározása a jelenlegi állapotra jellemző, jobbra számszerűsíthető talajtulajdonságokon alapszik, ami szintén a talajfejlődés eredménye. Az elmúlt években számos publikáció foglalkozott hazánk talajainak osztályozásával (FEHÉR ET AL. 2006; MICHÉLI ET AL. 2006, 2014; FUCHS ET AL. 2011; MADARÁSZ ET AL. 2013; NOVÁK 2013; MICHÉLI 2015; FUCHS & MICHÉLI 2015), melyek között érintőlegesen, a közethatású talajokon belül a rendzina is említésre kerültek (BARTA ET

AL. 2009; KISS 2012). BARTA ET AL. (2009) hazai rendzina típusú (fekete, barna, vörösgyagyas) talajokat vizsgáltak, és eredményeik alapján megkísérelték az egyes altípusoknak a nemzetközi WRB osztályozási rendszerbe illesztését is. Az altípusokon belül a színárnyalati, vastagságbeli különbségek vagy az összefüggő kemény alapkőzet kritériumának határán mozgó kőzetek teljesen más referenciacsoportba vitték el az egyébként hasonló tulajdonságokkal rendelkező talajszelvényeket. Megállapították, hogy a hazai osztályozás szerint jelenleg rendzináknak tartott talajoknál érdemes lenne kidolgozni egy olyan kritériumrendszert, amely a karbonátos alapkőzeten kívül a talaj vastagságát és szintekre tagolódását is figyelembe veszi már a típus meghatározásánál is. Véleményük szerint, különösen fontos lenne egyértelmű feltételrendszerhez kötni az A-szint és a tömör alapkőzet közötti szint pontos besorolását is. Vastagsága mellett kőzet-tartalma és a földes rész főbb jellemzői (agyagtartalom, pH, karbonát-tartalom, illetve ezek A-szinthez viszonyított értékei) határoznák meg, hogy B-szintnek vagy AR-átmenetnek tekinthetjük-e. Javaslatot tesznek egy jól átgondolt osztályozási rendszerre, melyben a vörösgyagyas rendzinák egyértelműen, de a vastagabb barna rendzinák jelentős része is kikerülnének a jelenlegi „rendzina” megnevezésű talajtípusból, és az erdőtalajok közé sorolnának át. A rendzinákon belül az altípusok elkülönítésénél is fontos szemponttá lépne elő a szintekre tagolódás, illetve az egyes szintek vastagsága (BARTA ET AL. 2009). KISS (2012) Aggtelek területén a vörösgyag-talajok legfontosabb morfológiai és talajkémiai tulajdonságaira épülő saját kritériumrendszert létrehozva a vörösgyagyas rendzinák és az erdőtalajok közötti átmeneteket írt le. A talajokat elsősorban kis mélysége (35 cm), a felső két szint magasabb humusztartalma (5-7,8%), valamint a semleges körüli pH és a csekély karbonát-tartalom miatt litogén képződménynek, rendzinának tekintette. Színét, szemcsés szerkezetét, a felső szint vastagságát és kémhatását azonban már a barna erdőtalaj felé mutató fejlődési iránynak vélte. Az osztályozás nehézségét a mélység, a szín és a fejlettség okának tulajdonította. FUCHS & MICHÉLI (2015) munkájában találunk javaslatot a hazai genetikai szintek helyszíni leírásának a nemzetközi ajánlásokhoz alkalmazkodó megújítására, amely a hazai viszonyokra adaptált – a nem jellemző tulajdonságok törlésével rövidített, ill. szükség szerint kiegészített – genetikai talajszint leírásokat és jelöléseket mutatja be. Az új szintjelölések és indexek alkalmazásával a hazai talajtípusok szelvényfelépítésének részletesebb, a meghatározó talajképző folyamatokra és talajtulajdonságokra vonatkozó információt is tartalmazó, és a nemzetközi normákkal harmonizált leírását mutatják be. NOVÁK (2013) a közethatású talajok fő típusába tartozó rendzina talajokat a Leptosols, Cambisols referenciacsoportba sorolja, melybe a fekete, barna és vörösgyagyas rendzina altípus is beletartozik. MICHÉLI ET AL. (2014) a hazai rendzina talajokat, a kavicsos vázta, a ranker és a fekete nyirok talajtípusokkal együtt a litogén talajok típusába sorolja, mely a WRB szerint a Leptosoloknak felel meg. Javasolják ezeknél a talajoknál a litológiai szempontok elhagyását, mélységük erősebb definiálását és a durva fragmentumok arányának figyelembevételét. A közethatású talajok rendzina altípusának javasolt szelvényfelépítése, ezentúl AR lenne, ahol az A-szint a felszíni vagy O-szint alatti humuszosodott, szerves anyagban gazdag talajszintet, míg az R, az összefüggő kemény ágyazati kőzetet jelölné (FUCHS & MICHÉLI 2015).

A vizsgált bükki talajok szelvényfelépítése és ezáltal besorolása az új megújuló rendszerbe még akadályokba ütközik. A hazai osztályozás alapján – a litológiát figyelembe véve – a vizsgált talajokat a rendzina altípusok szerint osztályoztam, fekete-, barna- és vörösgyagyas rendzinaként. A fekete rendzina talajszelvények nagyon magas humusztartalma, az erdőállomány alatt felhalmozódott szerves anyag, kissé vagy közepesen lebomlott maradványai, maga után vonja a szerves talajszint, vagyis az O-szint jelenlétét. [**O-szint** – átlevégőzt körülmények között képződött, le nem bomlott,

vagy csak részlegesen lebomlott nagy mennyiségű szerves anyagot (levél, fenyőtű, ág, gally stb.) tartalmazó felszíni szint (alomtakaró). Mind a szerves, mind az ásványi talajok felszínén, vagy mélyebb rétegekben eróziós folyamatok által eltemetve is előfordulhat. Az ásványi rész ebben a szintben jóval kevesebb, mint 50%.] Az O-szint alatt az ásványi talajszerkezetek közül az A-szint következik, mely humuszban szintén gazdag. [**A-szint** – a felszínen, vagy az O-szint alatt fekvő humuszosodott, szerves anyagban gazdag, *sötét színű* talajszerkezet.] Ezt követően beszélhetünk a talajképző kőzet jelenlétéről, de mivel tömör mészkőről van szó, így az ágyazati kőzet R-rétegének minősül. [**R-réteg** – az összefüggő ágyazati kemény kőzetet jelöli, melyet még nem alakítottak át a mállási, és más talajképző folyamatok. Ásóval nem megbonthatók és 24 óra áztatás után sem iszapolódnak szét.] A fekete rendzina talajok esetén tehát a talajszerkezetfelépítés $O_{(x)}A/R$ lenne, ahol az erősen (a), a közepesen (e) vagy kis mértékben lebomlott (i) szerves maradványokat az O mellett alsó index-szel lehet jelölni (O_a , O_e vagy O_i). Az éles átmenetet az ágyazati kőzet felé pedig a „/” jelöli.

Az általam barna rendzinaként besorolt talajszerkezetek esetén már jóval vastagabb termőrétegek jellemzőek, így szerkezetfelépítésük is másként alakul. Ezek között a talajszerkezetek között is előfordulnak magas humusztartalmú felső rétegek, melyek szintén jelezhetik az O-szint jelenlétét, azonban ez nem mindegyik talaj esetén jellemző (O_x). Ez alatt az A-szint következik, mely szintén humuszban gazdag. A laboratóriumi vizsgálatok alapján a kilúgzás is jellemző néhány talajszerkezetre, így ezeknél a talajoknál az E-szint is megjelenhet. [**E-szint** – a régebbi jelölés szerint az erdőtalajok, esetleg a szikes talajok esetében a felszíni humuszos A_1 -szint alatt, A_2 -vel jelölték a kifakult, ún. kilúgzási szintet. A nemzetközi szakirodalmat követve ezt a szintet E-szintnek, vagyis eluviális, kilúgzási szintnek nevezzük. Az E-szint olyan felszín alatti ásványi talajszerkezet, melyre az agyagásványokban, a vasban, az alumíniumban, vagy ezek kombinációiban történő elszegényedés jellemző. Az E-szint általában a felszín közelében, az O- vagy az A-szint alatt, és a felhalmozódási B-szint felett helyezkedik el. Szerkezete az alatta és felette elhelyezkedő talajszerkezetekhez képest gyengébben fejlett, lazább. Textúrája durvább, színe pedig általában (de nem feltétlenül) fakóbb (nagyobb Munsell érték, vagy kisebb chroma érték jellemzi). Az E-szintekben a talajképző kőzet eredeti szerkezete már nem felismerhető.]

Ezt követi a B-szint, mely néhány esetben B_1 és B_2 szintekre is tagolható. [**B-szint** – az A-, E-, O- vagy a H-szintek alatt fekvő felhalmozódási vagy átmeneti szint. A kilúgzással, sófelhalmozódással, illetve agyagelmozdulással jellemezhető talajokban itt halmozódnak fel a más szintekből érkezett anyagok ($CaCO_3$, agyagásványok, stb.). *Azokban a talajokban, amelyekre nem jellemző az említett szerkezetben belüli anyagmozgás, fokozatosan csökkenő humusztartalmú, átmeneti B-szintet találunk.* A B-szint színe, szerkezete vagy a felhalmozódás jellege alapján tovább tagolható B_1 és B_2 alszintekre. A B-szint talajképződés hatására kialakult talajszerkezettel rendelkezik, a talajképző kőzet eredeti szerkezete benne már nem felismerhető.] A talajszerkezetek alapközete szintén tömör mészkő, mely így inkább ágyazati kőzetnek minősül, tehát szintén az R-réteg megnevezést kapná. A barna rendzina szerkezetek felépítésére többféle változat is felírható, például $(O_x)A(E)BBRR$ vagy AB_1B_2BRR is lehetne. Ezen kívül különböző indexekkel és arab számokkal tovább tagolhatók. Ez a felépítés azonban inkább a barna erdőtalajokra jellemző.

A vörösayagos rendzina felső nagyon humuszos talajszerkezetje szintén felveti az O-szint jelenlétét. Alatta az A-szint következik fokozatos átmenettel, majd éles határozott átmenettel a B-szintek következnek (B_1 , B_2), illetve ennél a típusnál felmerül a C-szint jelenléte is, mely vörös színű agyagos-törmelékes rész határozottan elkülönül a felette lévő rétegektől. [**C-szint** – A nem kemény vagy tömör talajképző kőzet jelölésére

használjuk. A C-szintek nedvesen ásóval megbonthatóak, szárazon pedig vízbe helyezve 24 óra alatt szétiszapolódnak. Másodlagos sófelhalmozódáson, *redukción, glejesedésen* és málláson kívül talajképző folyamatok nem érintik.] Végül az R-réteg következik, mely szintén tömör mészkő. A vörösayagos rendzinák szelvény felépítése ez alapján (O)A/B₁B₂CR lenne. A vizsgált talajok közül az új osztályozásban szereplő rendzina típusoknak a fekete rendzinák felelnének csak meg, bár ott is hangsúlyozni kéne a szerves anyag felhalmozódást jelző O-szint jelenlétét. A barna és a vörösayagos rendzinák szelvényfelépítése inkább a barna erdőtalajokéhoz hasonló, az alapkőzet és ágyazati kőzet különbségével. A barna erdőtalajok a WRB rendszerben a Cambisoloknak és Luvisoloknak felelnek meg. A litológiai szempontok elhagyásával, a vizsgált talajok egy része nem a kőzethatású talajok (Leptosol) típusán belül szereplnének tovább, hanem az erdőtalajok csoportján belül (Cambisol, Luvisol). Ezen kívül azonban még sok más paraméternek kellene megfelelni az új osztályozás alapján, de az biztos, hogy a litológiai szempontok elhagyásával már egy másik referenciacsoportba sorolnának át a vizsgált azonos mészkő kőzeten található bükki talajok.

2.4. A talaj ásványai és az eloszlásukat befolyásoló tényezők

A talajban lévő ásványok nem ideális összetételűek (SZENDREI 1994a), mivel a talaj ásványai még keletkezési, illetve átalakulási fázisban vannak, kevésbé jól definiáltak és rendezettek, mint a kőzetek megszokott ásványai. Keletkezésüket és átalakulásukat is befolyásolják azok a feltételek, amelyek meghatározzák a talajképződést (NEMECZ 1973). Dokucsajev már 1883-ban rávilágított arra, hogy a talaj sajátosságos természeti képződmény, és a talajképződésben öt tényező vesz részt döntő mértékben: az alapkőzet, az éghajlat, a növényzet, a domborzat és a talaj kora (FEKETE 2010).

- Az **alapkőzet** legfontosabb tulajdonsága, hogy alapvetően a talajok anyagát ezek szolgáltatják. A talajképző kőzet három alapvető módon befolyásolja az ásványok eloszlását a talajokban (SZENDREI 1994a):
 1. A talajásványok egy része közvetlenül a kőzetből származik – a fiatal alluviális talajokban rendszerint az ásványok zömét teszik ki, míg az idősebb vagy intenzívebben mállott talajokban csak az ellenállóbb ásványok primer eredetűek.
 2. Az ásványok milyensége az egyik meghatározója az ásványok mállással szembeni ellenálló képességének. A mállás az elsődleges ásványok összetételére és mennyiségére gyakorolt hatásán kívül a mállástermékek milyenségén keresztül is hat a másodlagos ásványok képződésére.
 3. Az alapkőzet fizikai tulajdonságai számos talajgenetikai folyamatra is hatással vannak. Így a porozitás, a szövet stb. befolyásolja a vízáteresztő-képességet és ezen keresztül a kilúgást.
- Számos talajtípus vizsgálata során, Dokucsajev szerint az **éghajlat** a növényzetre és a talajban végbemenő folyamatokra is rányomja bélyegét – úgymond a maga képére formálja a talajt –, ezért a talajtípusok kialakulására legerőteljesebben ható tényezőként az éghajlatot emelte ki (FEKETE 2010). Az éghajlat hatása azonban összetett, több tényező együttes vagy kölcsönös hatása, így az egyes éghajlati tényezők szerepe nehezen tisztázható.
- A **növényzetnek** a talajokban specifikus szerepe van. A növények tápanyagfelvétele egyrészt elősegíti a mállást, de a növényi maradványoknak a talajok felszínén történő elbomlása lehetőséget ad a kristályrács alkotóelemeinek a mélyebb szintekből a feltalajba való jutására, így befolyásolva a másodlagos ásványok képződését (SZENDREI 1994a).

- A **domborzati viszonyok**, a geomorfológia az ásványok mállását és átalakulását befolyásolja döntő mértékben (SZENDREI 1994a).
- Ezek a tényezők pedig az **idő** függvényében hatnak a talajképző kőzetre, és annak ásványi összetételére. Ha huzamosabb ideig hatottak ezek a tényezők, a mállási és ásványátalakulási folyamatok előrehaladottabb szakaszába jutottak, és ennek megfelelő ásványtársulások jellemzik a talaj ásványi összetételét (SZENDREI 1994a).

2.4.1. A mállási folyamatok általános jellemzése és azok hatása az ásványi összetételre

A talajképződés első fázisának a primér ásványok mállási folyamatai tekinthetők. A mállás a talajképződésnek kiindulópontja, sőt a kialakult talajban is tovább folytatódik, ezen túlmenően azonban az egész geokémiai körfolyamatra kiható jelentősége van. A talajban lejátszódó folyamatok közül az ásványok átalakulása, évezredekre kiterjedően rendkívül lassúak, de a talaj jelenlegi állapota szempontjából igen fontosak, mert az anyakőzet és a klíma alatt összefoglalható tényezők közötti egyensúlyközeli állapotot juttatják kifejeződésre (NEMECZ 2006).

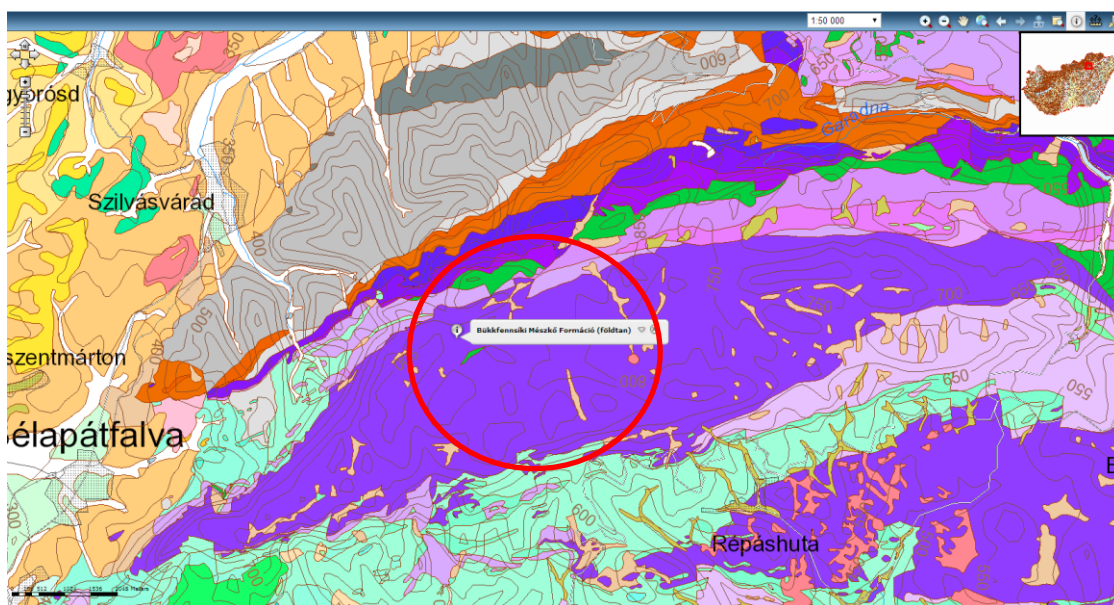
A mállással kapcsolatos meghatározások közös jellemzője, hogy a mállás a csapadékvíz és az atmoszférikus levegő közreműködésével megy végbe. A több csapadék jelentősen megnöveli a mállás intenzitását (FEKETE 2010). A mállási komplexumot szegényíti, a mállási termékeket eltávolítja a kilúgzás, melynek intenzitása a csapadék mennyiségétől, az evapotranszspiráció mértékétől és a talaj vízáteresztő képességétől függ (CROMPTON 1962). A vízáteresztő-képesség nagyban függ attól, hogy milyen magának a kiindulási kőzetnek a szövete, porozitása, mely hatással van a kilúgozás mértékére, ezért a mállási és ásványátalakulási folyamatok tárgyalásánál meg kell különböztetni a jó és rossz vízvezető képességű talajokra jellemző folyamatokat. A rossz drénviszonyokkal jellemzett talajok kedvező közeget jelentenek a rácsalkotó elemek felhalmozódásának és így a másodlagos ásványok képződésének. A jó vízvezető képességű talajokban pedig a kilúgzásnak van nagyobb szerepe, amely során eltávozhat a kovásv és számos, egyéb kristályrács-alkotóelem. Ilyen talajokban inkább a kaolinit és a vas-alumínium-hidroxid-, oxihidroxid-és oxid-ásványok a jellemzőek (SZENDREI 1994a). A mállási folyamatok kapcsán fontos megemlíteni a talajban felhalmozódó szerves anyagok szerepét is, hiszen ezek szintén felelősek azért, hogy a fémek eltűnnek az elsődleges ásványokból. A növényi maradványok, az avartakaró oldható termékeknek – pl. savaknak, aldehideknek, fenoloknak stb. – a forrása, és a mállékonyságnak megfelelően – gyorsítják a mállási folyamatokat, illetve csökkentik az ásványok ellenálló képességét. A szerves sav komplexek a Si-tartalmú ásványokból viszonylag könnyen kioldják az Al-ot, mivel az Al-O kötéstávolság nagyobb, ezért gyengébb is, így az erős sav-komplexek jobban oldják, mint a Si-O kötést (HUANG & KELLER 1972).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Mintaterület bemutatása, jellemzése

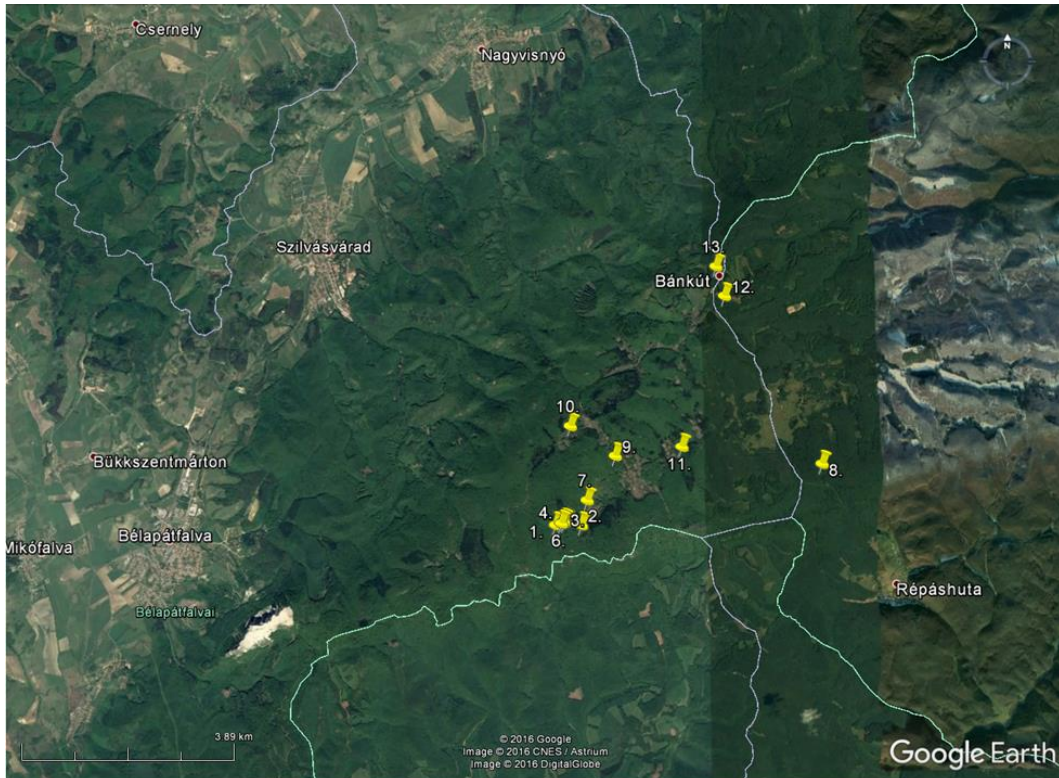
A mintaterület az Északi-középhegység (II.) erdészeti tájcsoporthoz, Bükk (21.) erdészeti tájába tartozik. A mintegy 138 ezer hektáros, 46 %-os erdősültségi tájon belül, a vizsgált talajszelvények a Központi-Bükk (21.a.) tájrészletbe tartoznak, mely 60 ezer hektár kiterjedésű és 82 %-os erdősültségű (HALÁSZ 2006). A Bükk-fennsík felszínén lévő triász mészkövek a Bükkfennsíki Mészke Formációba tartoznak, melynek vastagsága elérheti az 1000 métert is (LESS ET AL. 2005). A vizsgált területen északi irányban törések és feltolódások mentén más triász formációk is megjelennek, de ezek kiterjedése a vizsgált területen csekélyebb. A Bükkfennsíki Mészke Formációval északi irányban közvetlenül érintkezik a triász Felsőtárkányi Mészke a Rónabükki Mészke Tagozatával, kisebb kibukkanások formájában a Fehérkői Mészke Formáció, a Szentistvánhegyi Metaandezit Formáció és a Hámori Dolomit Formáció. Ettől északra a homokkő, mészke és márga összetételű Ablakoskővölgyi Formáció és a Gerennavári Mészke Formáció jellemző, melyek azonban nincsenek közvetlen kapcsolatban a Bükkfennsíki Mészke Formációval.

A talajminták a Bükk-fennsík (Nagy-fennsík) területén található természetes erdőállományok alól származnak. A vizsgált talajszelvények a mintaterület földtani térképén a 10. ábrán látható piros kör területén helyezkednek el.



10. ábra A vizsgált terület földtani felépítése /1:50 000/ (Forrás: <http://loczy.mfgi.hu/fdt100/>) és a vizsgált talajszelvények elhelyezkedése

A bükki erdőrezervátum területén 2008-ban már készült egy termőhelyfeltárás, mely talajminták helyszíni és laboreredményeinek áttekintésére, felhasználására is lehetőségem nyílt (BIDLÓ ET AL. 2008, 2009). Majd 2013-ban a mintaterületre visszatérve összesen 10 talajszelvényt nyitottam, melyeket bolygatott és bolygatatlan mintavételezéssel is megmintáztam. Az összesen 13 vizsgált talajszelvény helyét térképen rögzítettem (11. ábra).



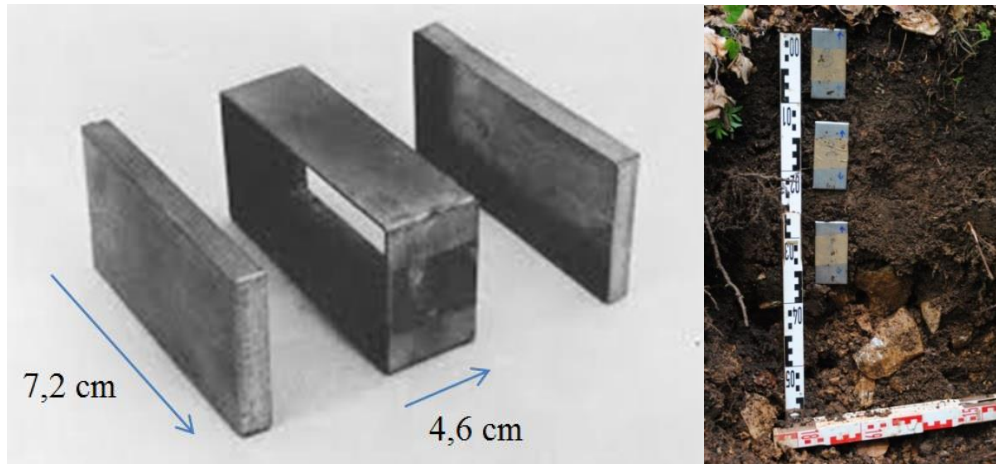
11. ábra A talajszelvények elhelyezkedése a kutatási területen (Forrás: Google Earth)

3.2. Talajszelvények kijelölése, mintavétel

A (2013-as) terepi vizsgálatok (termőhelyfeltárás) során bejártam a területet, majd kijelöltem a talajszelvények helyét a terület egy-egy jellegzetes pontján, a domborzatot és a növényzetet (elsősorban az erdőállományt) is figyelembe véve. A szelvények helyét úgy jelöltem ki, hogy azok a terület különböző termőhelyi pontjait foglalják magukba. A viszonylag kis területen az eltérő termőhely elsősorban a termőréteg vastagságában, a lejtő meredekségében és a kitettség eltéréseiben jelentkezett. Már a terepi bejárás során is látható volt, hogy a mikrodomborzati eltérések miatt, igen mozaikosan fordulnak elő a különböző genetikai talajtípusok, így tíz méteren belül találkozhattunk nyílt kőzet felszínnel, igen sekély vázталajjal és rendzina talajokkal. Ezt a mozaikosságot az erdőállomány kevésbé mutatta. A fentiek eredményeképpen alakult ki, hogy sekélyebb és mélyebb szelvényeket is sikerült megmintáznom. A legtöbb talajszelvény a Bükk-fennsík déli peremének nyugati részén található, illetve ezektől kicsit keletebbre és északra. A nyugati részen található talajszelvények fekvése É-(ÉNy)-i, D-i és K-i, valamint sík helyzetű, domborzatuk oldal vagy tető helyzetű, lejtésük a tető részeken enyhe ($0-5^\circ$), a domboldalakban elhelyezkedő talajszelvényeké hol meredekebb ($20-25^\circ$), hol enyhébb lejtésű ($5-15^\circ$). A talajszelvények állománya többnyire a montán bükkös, de néhol elegyednek más állományokkal is (telepített lucfenyves). Ezekről a szelvényektől keletre domboldali helyzetű, ÉK-i fekvésű, $20-25^\circ$ -os lejtésű szelvényt vizsgáltam, míg az északra fekvő talajszelvények DK-i és ÉNy-i oldal helyzetben találhatóak, meredek lejtésűek (30°) és egyes erdőállományok (bükk, hegyi juhar) alatt találhatóak. A szelvények többsége gyengén erodált vagy eróziómentes. Az egyes talajszelvényeket a helyszínen leírtam és lefényképeztem, illetve GPS-szel rögzítettem a pontos helyüket. A talajmintákat bolygatott és bolygatatlan mintavételezéssel is begyűjtöttem. A bolygatott mintavétel ázott szelvénygödörökből történt, a letisztított szelvényfalakon elhatárolt talajszintekből,

ásó és kislapát segítségével. Talajmintákat csak a talajképződési folyamatok jellegét tükröző genetikai szintek szerint vettem, hogy a szintenkénti változások jól nyomkövethetők legyenek. A helyszínen részletes szelvényleírást végeztem BELLÉR (1997) alapján. A terepen vizsgált paraméterek a következők voltak: fekvés, kitettség, az egyes szintekben a humuszmenyiség, az átmenet, a szerkezet, a tömődöttség, a gyökérzet, a vázszázalék, a szín, a fizikai féleség, a kiválás, a talajhiba. A talajszelvények részletes leírása talajvizsgálati jegyzőkönyvben lett rögzítve.

A talajminták bolygatatlan mintavételezése Kubiena doboz segítségével történt (12. ábra) (SZENDREI 2000; GOLDBERG & MACPHAIL 2003; PÁLL 2012). A Kubiena doboz egy galvanizált fémből készült 7,2 x 4,6 cm-es, alul-felül nyitott fémkeret, melyhez két fedő fémlemez tartozik. A fémkeretet jól belenyomtam a vizsgálandó talajsintbe, majd a fedőlemezt – jelezve rajta a mintavételi irányokat, illetve a talajszelvény és talajsint számát – rátéve még egyszer jól belekalapáltam a talajba, majd késsel körbevágva óvatosan kiemeltem a talajból. Ha szükséges volt lesimítottam a talaj tetejét és rátettem a másik fedőlemezt. Ezután alaposan leragasztottam, zacskóba tettem, majd ládába helyeztem őket a sérülésmentes szállítás érdekében.



12. ábra A Kubiena doboz és a bolygatatlan mintavétel

3.2.1. Bolygatott talajminták

A bolygatott szerkezetű talajminták zacskóban érkeztek a laboratóriumba. A bolygatott szerkezetű talajmintákat 1-2 cm vastagságban műanyag tálcákra terítettem ki. A nagyobb talajrögöket kézzel elapróztam. A szétterítés után szárítószekrényben 105°C-on légszáraz állapotúra szárítottam, közben a növényi maradványokat kiszedtem a talajmintákból. Az erősen kötött, ásványi és kőzettörmelékkel nem tartalmazó talajt az erre a célra üzembe helyezett őrlőberendezéssel ledaráltam. A darálóban 2 mm átmérőjű szita található. A 2 mm-nél kisebb talajfrakciót "finomföld"-nek nevezzük, mely a laboratóriumi vizsgálatok kiinduló anyaga.

3.2.2. Bolygatatlan talajminták

A bolygatatlan, vagy eredeti szerkezetű talajminták Kubiena dobozban, jelzőcédulával ellátva kerültek a laboratóriumba. A fedőlemezt levéve epoxi gyantát öntve a talajmintára 2-3 hét elteltével kvázi kőzet szilárdságúvá válik. Ezután csiszolásra-polírozásra alkalmas talajszeleteket vágunk belőlük, melyek alkalmasak talaj-vékonycsiszolatok készítésére.

3.3. Talajkémiai és talajfizikai alapvizsgálatok

A légszáraz állapotú talajmintáknak a kémiai vizsgálatok közül elsőként a kémhatását (desztillált vizes és kálium-kloridos kivonattal (MSZ-08-0206-2:1978), majd a kalcium-karbonát-tartalmát (Scheibler-féle kalciméter; MSZ-08-0205:1978), ezután a szemcseösszetételét (MSZ 18094-14:1986) és végül a szervesanyag-tartalmát (FAO 1990; BELLÉR 1997) határoztam meg. A vizsgálatokat a Termőhelyismerettani Intézeti Tanszék talajtani laboratóriumában végeztem, mely akkreditálva van talajtani alapvizsgálatokra.

3.3.1. Kémhatás

A talaj kémiai tulajdonságainak vizsgálatai közül a talaj pH-értékének meghatározása a legegyszerűbb és leggyorsabb vizsgálat, mely során a vizes ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) és a kálium-kloridos (pH_{KCl}) kémhatást határoztam meg (BELLÉR 1997). A mérést potenciometriás pH-mérővel (WTW Multi 3420 SET C) végeztem. A talajmintákat a pH-kategóriáknak megfelelően osztályoztam (1. táblázat).

1. táblázat A talajok osztályozása a pH értékek alapján (BELLÉR 1997)

kategóriák	pH_{H₂O}	pH_{KCl}
erősen savanyú	< 4,5 pH	< 4,5 pH
savanyú	4,5 – 5,5 pH	4,5 – 5,4 pH
gyengén savanyú	5,5 – 6,5 pH	5,5 – 6,7 pH
semleges	6,5 – 7,5 pH	6,8 – 7,1 pH
gyengén lúgos	7,5 – 8,2 pH	7,2 – 7,9 pH
lúgos	8,2 – 9,0 pH	> 8,0 pH
erősen lúgos	> 9,0 pH	> 8,0 pH

3.3.2. Szénsavas mésztartalom

A kalcium-karbonátot 10 %-os sósavval elbontottam és a fejlődő CO_2 gáz térfogatát Scheibler-féle kalciméterben határoztam meg. A keletkező gáz térfogata alapján – megfelelő számítás után – megkaptam a CaCO_3 %-os mennyiségét, vagyis a talaj összes karbonát tartalmát, mely százalékos érték megadja a talaj mésztartalmának minősítését (BELLÉR 1997).

3.3.3. Szemcseösszetétel

A laboratóriumi vizsgálatokat a talaj fizikai tulajdonságainak vizsgálatával folytattam, melyek közül vizsgálataim szempontjából a talaj szemcseösszetételének meghatározása a legfontosabb. Egy adott mérettartományba eső szemcséket egy szemcsefrakcióba sorolunk. Magyarországon az Atterberg-féle nemzetközi szemcsefrakció beosztás terjedt el (2. táblázat).

2. táblázat Atterberg-féle nemzetközi szemcsefrakció beosztás (BELLÉR 1997)

Gyűjtőnév		Szemcsefrakció	A talajszemcsék Ø-je (mm)
Váz		kő, kavics, durva rész	> 2,0
finom		durva homok (Dh)	2,0 – 0,2
		finom homok (Fh)	0,2 – 0,02
föld	Leiszapolható rész	iszap, kőliszt (I)	0,02 – 0,002
		agyag (A)	< 0,002

A 2 mm átmérőnél kisebb szemcsefrakciókat nedves szitálással és vizes szuszpenzióban történő ülepitéssel határozta meg. A finomabb szemcsefrakciók ülepitéssel történő elválasztása, a szilárd részecskék ülepedésére vonatkozó Stokes-féle törvényen alapszik. A talajszemcséknek a szétválasztására többféle előkészítő eljárás közül a nemzetközi "A" eljárás módosított változatát, a hidrogén-peroxidos roncsolást, vízfürdőn történő főzést (digerálás) és Na-hexametafoszfátos előkészítést, a szemcseösszetétel vizsgálati eljárások közül pedig a Köhn-féle pipettás eljárási módszert alkalmaztam (BELLÉR 1997).

A szemcsefrakcióknak a talajszelvényen belüli eloszlása jól mutatja a fizikai talajféleségben bekövetkezett változásokat. A kapott agyag, illetve iszap + agyag frakció mennyiségek alapján jellemeztem a talajok szövetét, fizikai féleségét (3. táblázat).

3. táblázat A talaj fizikai félesége, az agyag, illetve az iszap tartalom alapján (BELLÉR 1997)

A talaj szöve, fizikai talajfélesége	A%	(I+A)%
durva homok (DH)	5 >	10 >
homok (H)	5 – 15	10 – 25
homokos vályog (HV)	15 – 20	25 – 30
vályog (V)	20 – 30	30 – 60
agyagos vályog (AV)	30 – 40	60 – 70
agyag (A)	40 – 45	70 – 80
nehéz agyag (NA)	45 <	80 <

3.3.4. Szervesanyag-tartalom

A szerves anyag mennyiségének meghatározására a Termőhelyismerettni Intézeti Tanszék laboratóriumában a BELLÉR (1997) Talajvizsgálati módszerek című egyetemi jegyzetben található FAO módszert alkalmaztam. A talajmintákat a humusztartalmuk és a fizikai féleségük alapján jellemeztem.

3.4. Ásványtani vizsgálati módszerek

Az ásványok analitikai vizsgálata során attól függően, hogy milyen információra van szükségünk, többféle módszert alkalmazhatunk. A begyűjtött talajminták ásványos összetételét és elemtartalmát a termoanalitika, a röntgen-pordiffrakció, a mikromorfológia, az elektronmikroszkópia és a nehézfém tartalmi vizsgálati módszerek

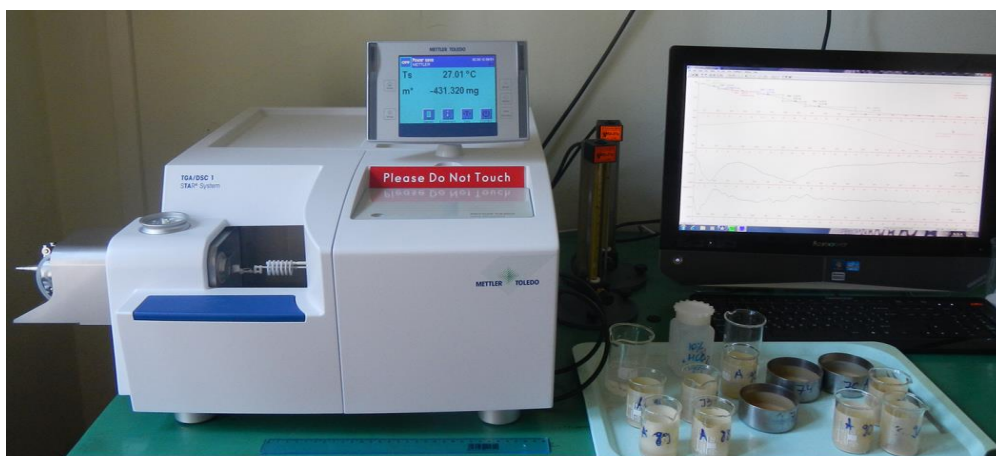
alkalmazásával vizsgáltam. Ezeket a módszereket és elvüket külön-külön és röviden ismertetném, mivel ezekre vonatkozó szabványok nincsenek.

3.4.1. Termoanalitika

Termikus analízis során a hő hatására lejátszódó átalakulási folyamatok vizsgálhatók. A termoanalitikai eljárások a minta minőségi és mennyiségi elemzését is lehetővé teszik, mivel a hőmérséklet-változás hatására történő átalakulások az adott minta anyagi minőségére jellemző hőmérsékleten indulnak meg, a megfigyelt tulajdonságváltozás nagysága csaknem mindig a vizsgált anyag mennyiségével arányos (NAGY 1986).

A talajt alkotó különböző szervesetlen alkotórészek a hőmérséklettől függően különböző kristályállapotban fordulhatnak elő és átkristályosodásukat szintén hőjelenségek kísérik. Az átalakulás hőmérsékletéből és a felszabadult vagy elnyelődött hő mennyiségéből következtethetünk a talajban található kristályos és amorf szervesetlen vegyületek típusára (CZINKOTA 2007). A leggyakrabban alkalmazott termikus módszerek a talajvizsgálatokban a termogravimetriás módszer (TG), mellyel a hőkezelésnek alávetett minta tömegének a változását mérjük, a DTG vagy derivatív termogravimetria, mely lehetőséget nyújt a részletesebb kiértékelésre. A differenciál termogravimetriás görbe (DTG) alakja a tömegváltozás sebességével arányos, egymástól jól elkülönülő csúcsokból áll, melyek könnyebben értékelhetők, mint a TG görbe lépcsői. A differenciál termoanalízis (DTA), két anyag termikus tulajdonságait hasonlítja össze (FÖLDVÁRI 2011). A minta hőmérsékletét a kemence, vagy ami ezzel megegyezik, az inert anyag hőmérsékletének függvényében megkapjuk a differenciál termogramot, vagy más néven DTA görbét (CZINKOTA 2007). A DTA görbén látható pozitív csúcsok, ahol a mintatartó a melegebb, hőtermelő, exoterm, a negatív csúcsok hőelvonó, endoterm folyamatot jeleznek (PLANTE ET AL. 2009). A görbéről leolvashatjuk a csúcsok helyét az x tengely mentén, ami az átalakulás hőmérsékletét mutatja. Ezen kívül újabban gyakori módszer a differenciális pásztázó kalorimetria (DSC), mely minden entalpiaváltozással járó folyamatot észlel. Ez az egyetlen módszer, mely alkalmas a minta hőkapacitásának mérésére, ily módon a környezeti és talajvizsgálatokban egyaránt hasznos módszerként tartják számon (DELL'ABATE ET AL. 2003).

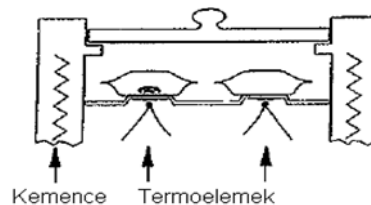
A termoanalitikai méréseket és a termikus görbék kiértékelését a Soproni Egyetem Termőhelyismerettani Intézeti Tanszékén végeztem, a TÁMOP – 4.2.2.B –10/1-2010-0018 projekt keretében beszerzett Mettler Toledo TGA/DSC 1 termoanalitikai műszeren, valamint a TA STARe szoftver segítségével (13. ábra).



13. ábra Mettler Toledo TGA/DSC 1 készülék (Fotó: Hofmann Eszter)

Fontos megjegyezni, hogy a szűkös anyagi keretek miatt a műszer DSC szoftvere nem lett telepítve, illetve a DTA jel helyett a hőáram görbe vagy „heatflow” látható a mérések során. A DTA-hoz hasonlóan, a „heatflow” is a minta és a referencia anyag közötti hőmérséklet különbséget méri, és ezt a feszültségjelet a hőáram mértékévé alakítja át. A hőáram görbe tehát az endoterm és exoterm irányú folyamatok elkülönítésében nyújt segítséget a mérések során, viszont egy adott ásvány tipikus DTA görbét sajnos nem pótolja.

A tanzéken lévő Mettler Toledo TGA/DSC 1 készülék a hőáram kompenzációs DSC mérőcella típussal rendelkezik, felépítését a 14. ábra mutatja.



14. ábra A hőáram kompenzációs DSC mérőcella (SZAKÁCS ET AL. 2012)

A mérőcellában lapra tesszük a mintát és a referencia anyagot és ugyanabban a kemencében fűtjük őket. A mintában bekövetkező hőáram-változás arányos a minta és a referencia minta között kialakuló hőmérséklet-különbséggel, amelyet egy termoelempár mér. A DSC módszer során a minta hőmérsékletét elektromos energia befektetésével állandó értéken tartjuk, és az ehhez szükséges hőáramot (teljesítmény-változást - mW) mérjük (SZAKÁCS ET AL. 2012). A mérések megkezdése előtt a hőmérséklet kalibrációját is elvégeztem, illetve a 200 mérés után javasolt újra kalibrálásokat is. Ezt azért fontos megemlítenem, mert a későbbiekben látható, hogy a talajminták vízvesztési hőmérséklete ennek ellenére is nagyon alacsony. A termoanalitikai méréseket egyenletes felfűtés mellett 5-10°C/perc, szintetikus levegő atmoszférában, Al₂O₃ 150µl téglékben végeztem, 25-1000°C-os hőmérsékleti tartományban.

Az analitikai módszerek legtöbb bizonytalansággal terhelt művelete a mintaelőkészítés (PILTER 2001), mely a termoanalitikai módszerekre is egyaránt érvényes, főleg ha talajminták vizsgálatáról van szó, ahol meghatározó jelentőségű. A minta szemcsemérete hatással van a DTA görbe alakulására. FÖLDVÁRINÉ VOGL (1958) szerint a finomabb méretű szemcsék előbb bomlanak, mint a nagyobbak, ezért a bomlás kezdeti hőmérsékletét a legkisebb méretű szemcsék szabják meg. A legkézenfekvőbb mintaelőkészítés a porítás, illetve véleményem szerint a szitálás is ide sorolható. A minta mennyisége és tömörítettsége is hatással van a görbék lefutására. A készülékek érzékenységét figyelembe véve talajok esetén 200 mg-nál több és 1-10 mg-nál kevesebb anyagból nem célszerű vizsgálatot végezni. A <2mm kisebb eredeti talajminták esetén igyekeztem 100 mg körüli mennyiségeket bemérni. A talajmintát a mintatartó edénybe helyezés után, óvatosan kell kocogtatni és enyhe nyomással kell tömöríteni, mivel a túl erősen tömörített mintákból a gáz halmazállapotú bomlástermékek nehezebben távoznak (BUZÁS 1993).

3.4.2. Röntgen-pordiffrakció

A talajok ásványos összetételének meghatározására általánosan alkalmazott módszer a röntgen-diffraktometria. Ez a módszer mennyiségi és minőségi fázisanalízist egyaránt lehetővé tesz. A röntgen pordiffrakciós (XRPD) méréseket dr. Sajó István a pécsi Szentágothai Kutatóintézet munkatársa Philips PW 3710 / PW 1050 típusú Bragg-Brentano parafókuszáló diffraktométeren végezte Cu K α sugárzással ($\lambda = 0.15418$ nm),

grafit monokromátorral és proporcionális számlálóval. A digitálisan tárolt felvételek mennyiségi kiértékelésére teljes profil-illesztéses módszert használt.

3.4.3. Mikromorfológia

A Kubiena doboz segítségével begyűjtött bolygatatlan, vagy eredeti szerkezetű talajminták epoxi gyanta segítségével szilárdíthatók meg vákuum alatt. Két-három hét eltelte után a megszilárdult talajminta kvázi kőzetként viselkedik, melyből a kőzetvágó gép segítségével vékony szeletet vághatunk. Ezt a talajszeletet a gyantával ráragasztjuk egy üveglapra, majd a csiszoló-polírozó gép segítségével mikrométeres nagyságúra tovább vékonyítjuk. Az eredmény egy talajminta-vékonycsiszolat lesz. A talaj-csiszolatokat Budai Ferenc készítette, és többszöri konzultációs alkalommal részt vettem az elkészítési folyamatokban. A csiszolatokat a Soproni Egyetem Termőhelyismerettani Intézeti Tanszéken található Nikon Eclipse LV100POL polarizációs mikroszkóppal, illetve a Faanyagtudományi Intézet Nikon Eclipse 80i polarizációs mikroszkóppal vizsgáltam. A csiszolatokról készült felvételeket a polarizációs mikroszkópokhoz tartozó kamerák (Nikon Intensilight C-HGFI és Q Imaging Micropublisher 5.0 RTV) és szoftverek segítségével készítettem (NIS – Elements AR 4.00.00. szoftver és Image-Pro Plus 7.0).

A talaj-vékonycsiszolatok mikroszkópi vizsgálata, vagyis a talajmikromorfológia hazánkban többször indult újra. A mikromorfológiai kutatásokat RÓZSAVÖLGYI & STEFANOVITS (1960) kezdte az 1960-as években barna erdőtalajok vizsgálatával. Az ezt követő években zajló mikromorfológiai vizsgálatokkal, egy közel három évtizedes munka során lehetővé vált a hazai talajok típusainak mikromorfológiájáról egy átfogó képet kapnunk (GEREI & SZENDREI 1974; SZENDREI 1970, 1977, 1980, 1990a, 1990b 1994b). A kőzethatású talajoknál is eredményesen használható az ilyen jellegű talajok képződésében nagyobb szereppel bíró mállás vizsgálatában. Az ide tartozó talajtípusokban gyakoriak a kőzettörmelékek. A mikromorfológiai vizsgálatokkal különbséget lehet tenni ezeknek a kőzettörmelékeknek és a talajnak a különböző érintkezési módjai között (SZENDREI 1996). Ezek az információk segíthetnek a talajfejlődési folyamatokra ható tényezők megértésében és az ásványi összetételhez plusz információval szolgálhatnak. A különböző mikromorfológiai jegyek felismerése lehetővé teszi az adott talaj mikrostruktúrájának meghatározását (FITZPATRICK 1993; SZENDREI 2000). A leggyakoribb természetes mikroszerkezetek nedvesedés-száradás, bioturbációs tevékenység, fagyás-olvadás, üledéklerakódás, eróziós tevékenység hatására, illetve ezek együttes hatására alakulhatnak ki (PÁLL 2012).

3.4.4. Elektronmikroszkópia – röntgen mikroanalízis

A pásztázó elektronmikroszkópia olyan korszerű anyagtudományi vizsgálati módszer, mely elsősorban az anyagok felületéről, ill. a minták felszíne alatti néhány nano- ill. mikrométerről szolgáltat információt kép formájában. A méréseket a Soproni Egyetem Faanyagtudományi Intézetében található Hitachi S-3400N típusú pásztázó elektronmikroszkópon végeztem. A mikroszkóphoz tartozó, karakterisztikus röntgensugárzást mérő detektor segítségével a mintát alkotó kémiai elemek mennyiségi meghatározására alkalmas energia diszperzív röntgen mikroanalízis (EDX) elvégzésére is lehetőségem nyílt (Bruker XFlash Detector 5010). Az EDX detektor a mikroszkóp elektronnyalábja által a minta atomjaiból kiváltott röntgen fotonokat detektálja. A röntgen fotonok energiája jellemző arra az atomra, amelyből emittálódik (karakterisztikus röntgensugárzás), ezáltal a kapott röntgenspektrum tükrözi a minta atomi összetételét, míg a jel intenzitása az elem koncentrációjával arányos. Megfelelő kalibráció esetén az EDX spektrum nemcsak kvalitatív, hanem kvantitatív analízist is

lehetővé tesz (POZSGAI 1995). Az EDX spektrumok kiértékelését a Quantax 200 Esprit 1.9 szoftverrel végeztem el. A talajmintákat elektromosan vezető, kétoldalasan ragasztós szén szalaggal rögzítettem a mintatartóra. A minták vizsgálata a mikroszkópon található detektorok segítségével történt (SE, BSE és EDX). Ezen detektorok jelét használtam fel a képképzőhöz (BSE, SE) és a kémiai összetétel meghatározásához (EDX). Az EDX detektorral azonosított jeleket az energia függvényében ábrázolva, megkaptam a minta mért röntgenspektrumát. A röntgenspektrumokat 0–10 KeV között jelenítettem meg, de 20 KeV-ig detektáltam.

3.4.5. Nehézfém tartalmi vizsgálatok

A talajokban az elemek körforgalma szervesen kapcsolódik a geológiai körforgáshoz. A litoszférából származó kémiai elemek a talajba a talajképző kőzet mállása során jutnak *in situ* közvetlenül vagy pedig közvetve a mállástermékeknek a talaj-és felszíni vizekből történő felhalmozódásával (SZENDREI 1994a). A kőzet-talaj rendszert tekintve, a talaj geokémiai anyagforgalmában az egyik legjelentősebb geokémiai elemforrás, a mállás. A mállás folyamata megindul a talajképző kőzetben és folytatódik a talajban, így az egyes ásványok a talaj számára geokémiai elemforrásként jöhetnek számításba (SZENDREI 1994a). A 4. táblázatban a talajt alkotó vegyületekből és ásványokból származó nyomelemeket és azok relatív mobilitását foglaltam össze SZENDREI (1994a) munkája alapján.

4. táblázat A talajban előforduló vegyületekhez és ásványokhoz kapcsolódó fontosabb nyomelemek mobilitása

Mobilitás foka	Vegyület, ásvány	Nyomelemek	Relatív mobilitás
igen nagy	Alkáli-és részben alkáliföld-nitrátok, -kloridok, -jodidok, -bromidok, -szulfátok, -karbonátok, -borátok, -szilikátok, -foszfátok	B, Br, I	100
nagy	Gipsz, magnézium- és kalcium-karbonát, alkáli-humátok és -aluminátok, vas és alumínium timsók	Mg, Ca, Fe, Al, B, Br, I, Mo	50-10
közepes	Mangán-, vas-bikarbonátok, -fulvátok és foszfátok, kovasav hidroszol, humusz hidroszol	Mn, Fe, Mo, Sr, Zn, Ag, Au, Cd, Co, Cr, Sb, Sn	0,5-1,0
kicsi	Alumínium-, vas-, mangán-hidroxidok, nehézfém humátok	Al, Fe, Mn, Ba, Be, Bi, Ti, Zr	0,1-0,001
igen kicsi	Kvarc, rutil, cirkon, gránát, agyagásványok, szulfidok	Cr, Zr, Ag, Au, Co, Cu, Ni, Ti, Zn,	0,001

Elsősorban a mállás során felszabaduló elemtartalom, másodsorban az esetleges fémszennyezettség megismerésének érdekében nehézfém tartalmi méréseket is végeztem a Soproni Egyetem Termőhelyismerettani Intézeti Tanszék talajtani laboratóriumában található Thermo Scientific ICP-OES (ICAP 6000 series) plazmaemissziós spektrométer segítségével. A mérések eredményeit az iTEVA szoftver segítségével összesítettem. Mivel a talajminták túlnyomó része szerves anyagban gazdag, így az „összes” toxikus elem és nehézfém-készlet becslése az MSZ 21470-50:2006 szabvány által leírt feltárással történt ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ -os feltárás). A talaj kivonatok elemanalízise 14 elemre történt. A nehézfém tartalmi eredmények kiértékelésében irányadónak a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM és a 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendeletet alapján ajánlott határértékeket vettem figyelembe.

3.5. Statisztikai kiértékelések

Az adatok kiértékelését a Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corp., Redmond, USA), valamint a STATISTICA 11 (Statsoft, Tulsa, USA) programok segítségével végeztem.

4. EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Szelvénymorfológiai megfigyelések

A 2008-as és 2013-as termőhelyfeltárási jegyzőkönyvek alapján összesítettem a talajszelvények morfológiai leírását. A vizsgált bükki talajszelvények részletes leírása, képei a 3. mellékletben található.

A mészkő alapkőzeten képződött talajok közé – a hazai osztályozás szerint – elsősorban a rendzina talajok tartoznak. A helyszíni megfigyelések alapján a vizsgált talajszelvények nagyjából megfeleltek a rendzina talajtípus kategóriájának. A talajszelvények mindegyike mészkő alapkőzeten helyezkedett el, így a litológiát figyelembe véve **fekete-**, **barna-** és **vörösayagos** rendzina altípusként különböztettem meg őket (5. táblázat).

5. táblázat A vizsgált bükki talajszelvények összesítése (a területen való elhelyezkedés, tengerszint feletti magasság és a mintavétel ideje) és a helyszínen megállapított talajtípus szerinti csoportosítása

Talajszelvény	Helyszínen megállapított talajtípus	GPS koordináták	Tsz. feletti magasság	Mintavétel ideje
1	Fekete rendzina	48°03'32" N 20°26'35" E	862 m	2008. október
2	Barna rendzina	48°03'32" N 20°26'57" E	883 m	2008. október
3	Vörösayagos rendzina	48°03'34" N 20°26'42" E	879 m	2008. október
4	Vörösayagos rendzina	48°03'34" N 20°26'43" E	857 m	2013. május
5	Barna rendzina	48°03'32" N 20°26'35" E	843 m	2013. május
6	Barna rendzina	48°03'33" N 20°26'40" E	861 m	2013. május
7	Barna rendzina	48°03'46" N 20°27'02" E	868 m	2013. május
8	Fekete rendzina	48°04'06" N 20°30'22" E	902 m	2013. május
9	Barna rendzina	48°04'11" N 20°27'26" E	894 m	2013. május
10	Fekete rendzina	48°04'28" N 20°26'48" E	891 m	2013. május
11	Fekete rendzina	48°04'16" N 20°28'23" E	856 m	2013. május
12	Barna rendzina	48°05'42" N 20°29'01" E	902 m	2013. május
13	Barna rendzina	48°05'59" N 20°28'54" E	899 m	2013. május

A vizsgált talajszelvények többletvízhatástól független, gyengén erodált vagy eroziómentes természetközeli erdőállományok alatt, többnyire bükkös klímán helyezkedtek el, de néha keveredtek más állományokkal (pl. telepített lucfenyves). A termőréteg teljes vastagsága szelvényenként változó. Az avartakarót letisztítva jelöltem ki az ásványi talajszínteket.

A **fekete rendzina** talajszelvények legfelső szintje (A) fekete-feketésbarna színű, erősen-közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű (kivétel a 11. talajszelvény felső szintje – homok fizikai féleségű), 5-10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel megy át a következő talajszintbe (A vagy AC). Ebben a talajszintben a váztartalom mennyisége akár a 30%-ot is eléri, a gyökerek mennyisége jóval kevesebb. Alapközete tömör fehéres szürke mészkő (C).

A **barna rendzina** szelvények legfelső szintjei (A₁- A) feketésbarna-sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza gyökerekkel jól átszőtt, vályog – agyagos vályog (kivétel az 5. talajszelvény felső szintje – homokos vályog fizikai féleségű) fizikai féleségűek, melyek fokozatos átmenettel mennek át a következő talajszintekbe (A - AC). Mindegyik barna rendzina talajszelvény alapközete (C) tömör fehéres szürke mészkő.

A **vörösagyagos rendzina** talajszelvények legfelső szintjei (A₁- A) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel jellemezhető. Ezt követően határozott átmenettel 30 cm-től kezdve jelennek meg a vörös színű rétegek (AC - C₁ - C₂), melyek humuszmentes, törmelékes szerkezetű, laza, kevés gyökert tartalmazó vagy gyökermentes homokos vályog – vályog fizikai féleségű szintek, melyek váztartalma lefelé nő (10-20%). Alapközete (C) a korábbi mállási folyamatok következtében létrejövő vörösagyag – agyagos törmelékes málladék –, amely a tömör fehéres szürke mészkővön helyezkedik el ((D) – ágyazati kőzet).

A vizsgált talajszelvények terepi megfigyelés alapján meghatározott talajtípusát (**FRE** – fekete, **BRE** – barna és **VARE** – vörösagyagos rendzina), talajszintjeinek vastagságát és terepen meghatározott fizikai féleségét a 6. táblázatban foglaltam össze.

6. táblázat A vizsgált talajszelvények csoportosítása, és a helyszínen megállapított fizikai féleség talajszintenként (V – vályog, A – agyag, AV – agyagos vályog, H – homok, HV – homokos vályog, ATÖ – agyagos törmelék, TÖ – törmelék)

Talajszelvény	cm	Fizikai féleség	Talajtípus	Talajszelvény	cm	Fizikai féleség	Talajtípus		
1	0-5	V	Fekete rendzina	7	0-10	AV	Barna rendzina		
	5-20	V			10-20	A			
2	0-5	V	Barna rendzina	8	20-30	A	Fekete rendzina		
	5-15	AV			0-10	V			
	15-30	AV			10-20	V			
3	0-5	V	Vörös agyagos rendzina	9	0-10	V	Barna rendzina		
	5-30	V			10-30	AV			
	30-65	ATÖ			30-50	V			
	65-100	ATÖ			50-70	V			
	100-150	TÖ			10	0-10		V	Fekete rendzina
4	0-10	V	Vörös agyagos rendzina	11	10-20	V	Fekete rendzina		
	10-30	V			0-20	H			
	30-70	ATÖ			20-50	HV			
	70-100	ATÖ			12	0-5		V	Barna rendzina
	100-130	A				5-10		V	
5	0-10	HV	Barna rendzina	13	10-20	V	Barna rendzina		
	10-30	AV			20-40	V			
	30-60	AV			40-50	H			
6	0-10	AV	Barna rendzina	13	0-10	V	Barna rendzina		
	10-25	AV			10-30	V			
	25-40	AV			30-40	V			

4.2. Talajkémiai és talajfizikai alapvizsgálatok eredményei

4.2.1. Kémhatás

A talajok kémhatását elsősorban az alapkőzet és a talajképződési folyamatok (mállás, humuszosodás, kilúgzás, savanyodás, stb.) határozzák meg. A talaj természetes állapotában a kémhatás változik, melyet az éghajlat, az időjárás, a növényzet és más tényezők is befolyásolnak, ezért eltérő pH-értéket találunk a talajszelvény különböző szintjeiben (7. és 8. táblázat) (FÜLEKY 2011). A talaj kémhatásának jellemzésére mind a desztillált vízzel, mind az 1 mol/l-es KCl-oldattal elkészített talajoldatok pH értékeit meghatároztam. A két érték különbsége a szorpciós viszonyokra és a rejtett savanyúság mértékére enged következtetni. A pH_{KCl} általában kisebb, mint a pH_{H_2O} (STEFANOVITS ET AL. 1999). A pH_{KCl} néhány talajsztintben jóval kisebb (1-1,5 pH értékkel), mint a pH_{H_2O} , mely jelentős potenciális savanyúságot jelezhet.

7. táblázat A talajsztintek jellemzése a pH értékek alapján

kategóriák
erősen savanyú
savanyú
gyengén savanyú
semleges
gyengén lúgos
lúgos
erősen lúgos

8. táblázat A vizsgált talajszelvények $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ és pH_{KCl} értékei talajszintenként (**FRE** – fekete rendzina, **BRE** – barna rendzina, **VARE** – vörösbarna rendzina), valamint a kémhatás értékek besorolása a 8. táblázat alapján

Talajszelvény	cm	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	pH_{KCl}	Talajszelvény	cm	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	pH_{KCl}
1 FRE	0-5	6,9	6,6	9 BRE	0-10	7,2	6,5
	5-20	6,9	6,6		10-30	7,6	7,0
8 FRE	0-10	7,1	6,6		30-50	8,0	7,3
	10-20	7,3	6,9		50-70	8,1	7,4
10 FRE	0-10	6,5	6,1	12 BRE	0-5	7,7	7,1
	10-20	7,3	6,7		5-10	7,7	6,9
11 FRE	0-20	7,3	6,8		10-20	7,7	7,0
	20-50	7,5	7,0		20-40	7,9	7,2
2 BRE	0-5	4,9	4,0	13 BRE	40-50	8,0	7,5
	5-15	5,3	4,2		0-10	7,3	6,8
	15-30	5,6	4,3		10-30	7,5	7,1
5 BRE	0-10	6,8	6,2		30-40	7,7	7,1
	10-30	7,4	6,8	3 VARE	0-5	6,6	6,2
	30-60	7,9	7,1		5-30	7,1	6,6
6 BRE	0-10	5,9	5,0		30-65	7,3	6,7
	10-25	6,3	5,3		65-100	7,3	6,6
	25-40	7,3	6,6	100-150	7,3	6,5	
7 BRE	0-10	6,8	6,1	4 VARE	0-10	7,6	6,8
	10-20	6,8	5,8		10-30	7,9	6,9
	20-30	7,6	6,7		30-70	7,9	6,8
			70-100		7,7	6,8	
			100-130		7,7	6,8	

A vizsgált talajszelvények vizes kémhatását tekintve a savanyútól a gyengén lúgos kategóriák jellemzik az egyes talajszinteket. A kálium-kloridos kémhatást tekintve azonban nagyobb arányban jellemző az erősen savanyú, savanyú és gyengén savanyú kategória; mellette semleges és gyengén lúgos pH értékek is előfordulnak. KNEŽEVIĆ & KOŠANIN (2010) szerint a mészkövön képződött talajok semleges-gyengén lúgos kémhatását az aktív CaCO_3 -tartalom okozza.

A **fekete rendzina (FRE)** altípusba sorolt talajszelvények vizes kémhatását tekintve szinte mindegyik talajszint semleges kémhatású, kivéve a 11. talajszelvény alsó talajszintjét, mely gyengén lúgos, jelezve a mészkő közelségét. A kálium-kloridos kémhatást tekintve az 1. és 10. talajszelvények végig gyengén savanyúak, a 11. szelvény végig semleges kategóriájú. A 8. talajszelvény felső talajszintje gyengén savanyú, alsó talajszintje semleges kémhatású. A fekete rendzinák esetén az aktív CaCO_3 -tartalom alakítja a talajok kémhatását, de enyhe savanyodás már megfigyelhető a talajszintekben, a területre jellemző erős kilúgzás miatt.

A **barna rendzina (BRE)** altípust képviselő talajszelvények kémhatását tekintve már változatosabb a helyzet. Egy-egy talajszelvényen belül is változik a vizes kémhatás jellege. A felsőbb talajszintek semleges kémhatásúak, majd lefelé haladva az alsóbb talajszintek egyre lúgosabbá válnak, mely az alapkőzet közelségét jelzi. Ez 4

talajszelvényre (5., 7., 9., 13.) igaz a barna rendzinák közül, míg 2 talajszelvény (2., 6.) gyengén savanyú-savanyú vizes kémhatással rendelkezik, mely szinte mindegyik talajszintre érvényes (kivétel a 6. talajszelvény legalsó talajszintje, mely semleges kémhatást mutat). A 12. talajszelvény vizes kémhatása végig gyengén lúgos kémhatással rendelkezik. A Bükk-hegység talajainak összefoglalásában DOBOS (2002) megemlíti, hogy a magasabban fekvő bükk-fennsíki rendzina talajok pH értékei 5-5,5 között is változhatnak, mely gyengén savanyú-savanyú kémhatást a területre eső csapadék által okozott kilúgzásnak tulajdonítja. Véleményem szerint a savanyúbb kémhatás ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}:4,9-6,3$) oka a kilúgzás eltérő idejében, valamint a szelvények közelében található fenyőállomány hatásában is keresendő. Azokon a területeken, ahol a talajanyagra a kilúgzás régebb óta (akár több ezer éve) hat, savanyúbb lehet a kémhatás. Felmerül annak a kérdése is, hogy a máshonnan származó anyagok, milyen kémhatásúak és mésztartalmúak voltak a lerakódásuk során, illetve ha savanyúbb talajanyagból képződött talajról van szó, akkor beszélhetünk-e továbbra is rendzina talajról.

A kálium-kloridos kémhatást tekintve a 2., 6., 7. talajszelvény inkább a savanyú kategóriákkal jellemezhető, míg a 9. talajszelvény talajszintenként változik, a gyengén savanyútól a semleges át a gyengén lúgos kategóriáig. Az 5. talajszelvény szintén gyengén savanyú kategóriával indul, majd semleges kémhatásúvá válik az alsóbb szintekben. A 12. talajszelvény felső szintjei semleges, alatta lévő talajszintek gyengén lúgosak, és a 13. talajszelvény végig semleges. Ezeknél a talajoknál jelentős savanyodási folyamat is megfigyelhető, mely a terület adottságainak köszönhető (csapadék, hőmérséklet, erdőállomány).

A **vörösagyagos rendzinák (VARE)** esetén a vizes és a kálium-kloridos kémhatások is mindegyik talajszintben végig ugyanazzal a kategóriával jellemezhetőek, a 3. talajszelvény vizes kémhatása semleges, kálium-kloridos kémhatása gyengén savanyú; a 4. talajszelvény vizes kémhatása gyengén lúgos, kálium-kloridos kémhatása semleges kémhatást mutat. Ezek a kémhatás értékek azt jelzik, hogy a mészkő hatással van a talaj tulajdonságaira, annak fejlődésére, így eltérnek a trópusi-szubtrópusi klímán keletkezett reliktum vörösagyagos rendzinák kémhatásától, melyek 7 alatti pH értékekkel jellemezhetőek.

ZSENI (2003) bükk-fennsíki karszttalajok vizsgálata során 4,6-6,5 közötti pH értékeket állapított meg, mely talajokat a terület erdőállományaihoz kötve mintázott meg, így csak a növényzetre utal (bükkös, elegyes és rét) és a vizsgált talajszelvények pontos helyét nem tünteti fel a Bükk-fennsíkon belül. JUHÁSZ (2014) a Bükk-fennsík déli-délkeleti illetve keleti részén végzett vizsgálata során, a talajszelvény mélységével növekvő – 7,4-8,2 közötti – pH értékeket kapott. Az általam mért bükk-fennsíki rendzina talajok vizes pH értékei 4,9-8,1 között mozognak, a kálium-kloridos értékeik pedig 4,0-7,5 között. A változatos pH értékek is jelzik, hogy a terület változatos domborzata, földtani felépítése különböző kémiai tulajdonságokkal rendelkező talajokat eredményez, melyhez hozzájárul az erdő hatása is.

4.2.2. Szénsavas mésztartalom

A talajtípus egyik fontos ismertetője a CaCO_3 jelenléte vagy hiánya, kilúgzása vagy felhalmozódása, mennyisége és eloszlása a talajszelvényben. A talajmintákat a CaCO_3 tartalmuk alapján a 9. és 10. táblázatoknak megfelelően minősítettem.

9. táblázat A talaj minősítése a CaCO_3 (%) tartalom alapján (BELLÉR 1997)

Minősítés	CaCO_3 %
nincs	0
nagyon kevés	0 – 1
kevés	1 – 3
közepes	3 – 5
sok	5 – 15
nagyon sok	> 15

10. táblázat A vizsgált talajszelvények CaCO_3 (%) tartalmi értékei talajszintenként (**FRE** – fekete rendzina, **BRE** – barna rendzina, **VARE** – vörösbarna rendzina) és az értékek 10. táblázat szerinti besorolása

Talajszelvény	cm	CaCO_3 %	Talajszelvény	cm	CaCO_3 %	
1 FRE	0-5	n.k.	9 BRE	0-10	5	
	5-20	n.k.		10-30	12	
8 FRE	0-10	10		30-50	20	
	10-20	9		50-70	23	
10 FRE	0-10	7	12 BRE	0-5	10	
	10-20	7		5-10	9	
11 FRE	0-20	5		10-20	12	
	20-50	7		20-40	23	
		n.k.		40-50	55	
2 BRE	0-5	n.k.	13 BRE	0-10	6	
	5-15	n.k.		10-30	9	
	15-30	n.k.		30-40	13	
5 BRE	0-10	6	3 VARE	0-5	n.k.	
	10-30	7		5-30	6	
	30-60	35		30-65	3	
6 BRE	0-10	4		65-100	6	
	10-25	4		100-150	4	
	25-40	5				
7 BRE	0-10	4	4 VARE	0-10	5	
	10-20	4		10-30	5	
	20-30	7		30-70	5	
					70-100	5
					100-130	4

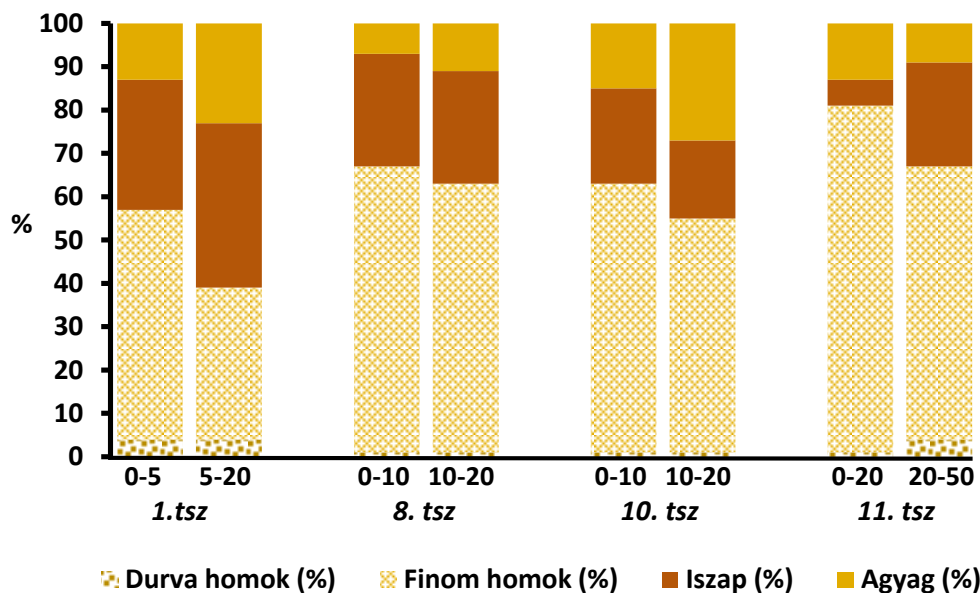
A vizsgált talajszintekre kapott százalékos CaCO_3 értékek alapján, azok a talajszintek, amelyekben nagyon sok a CaCO_3 általában a szelvények alsó-legalsó szintjei, melyek jelzik az alapkőzet közelségét, mely mindössze három talajszelvényre jellemző. Ennek valószínű oka a kilúgzás erősségében keresendő. Emellett felmerül az idegen anyag-hozzákeveredés lehetősége is, melynek DOBRZAŃSKI & TURSKI (1964) szerint

megnövekedett mennyisége okozza a CaCO_3 csökkenését a rendzina talajokban. A nagy koncentrációban előforduló CaCO_3 lúgossá teszi a talajt, mely a vizsgált talajok esetén a 10% feletti CaCO_3 értékeknél jellemző. Ugyanakkor már néhány százalékos CaCO_3 - tartalom is lúgossá teheti a talajt.

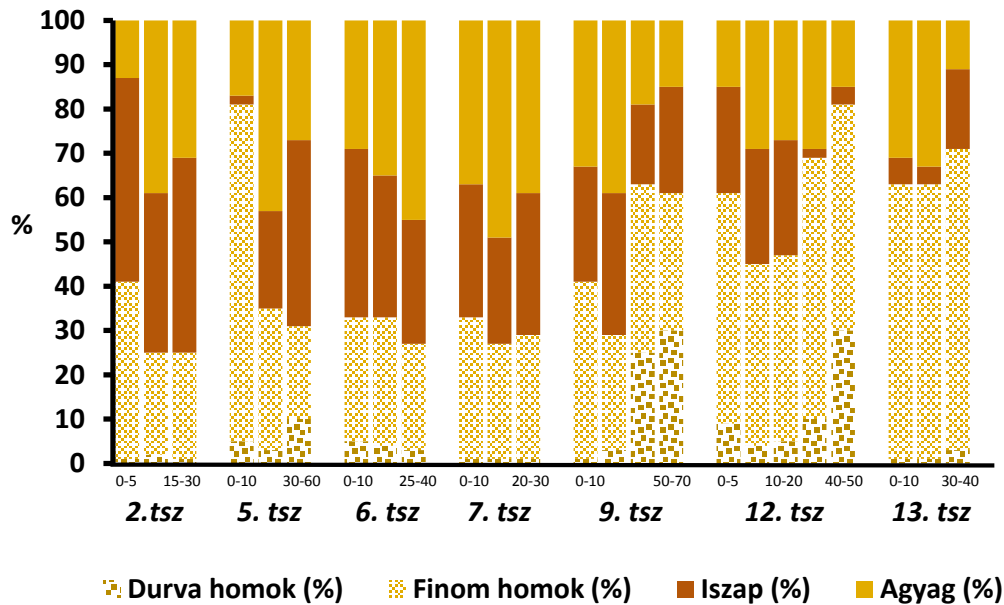
Mivel CaCO_3 ritkán található olyan talajban ahol a pH értéke alacsonyabb 7-nél (PAPADOPOULOU-VRYNIOTI ET AL. 2015), ezért a laboratóriumi vizsgálatok során általában a 7-es és annál nagyobb pH értékkel rendelkező talajmintákat vizsgálják a CaCO_3 -ra vonatkozóan. A későbbi összehasonlító kalcit vizsgálatok miatt a pH-tól eltekintve az összes talajminta CaCO_3 -tartalmát megmértem a Scheibler-féle módszerrel. A 7 pH alatti talajszeletek közül néhány talajszeletben a Scheibler-féle módszer 4-7% közötti CaCO_3 értékeket mutatott ki. Ennek oka – mivel a felső 0-10 és 0-20 cm-es talajszeletekről van szó – a szerves anyag mennyiségének a következménye, mivel a vizsgálat során alkalmazott HCl a szerves anyag egy részét is elroncsolta.

4.2.3. Szemcseösszetétel

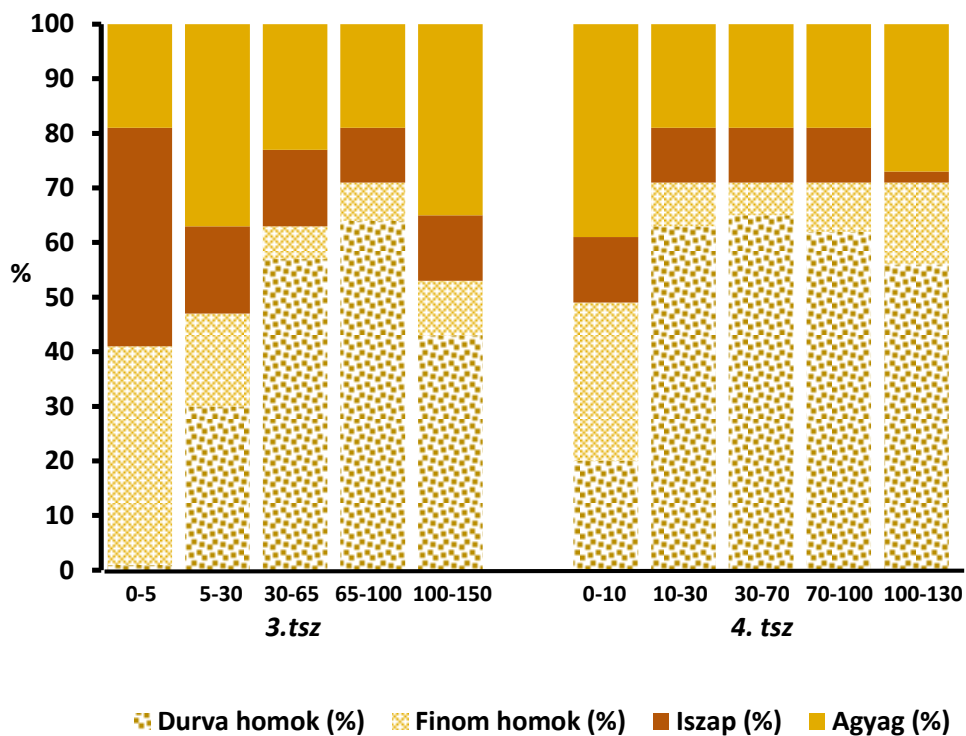
A szemcsefrakcióknak a talajszeletben belüli eloszlását szelvénydiagramokon ábrázoltam (15-17. ábrák), amelyek jól mutatják a fizikai talajféleségben bekövetkezett változásokat.



15. ábra A fekete rendzina (FRE) talajszeletek szemcseeloszlásainak diagramja talajszeletenként



16. ábra A barna rendzina (BRE) talajszelvények szemcseeloszlásainak diagramja talajsztintenként



17. ábra A vörösbarna rendzina (VARE) talajszelvények szemcseeloszlásainak diagramja talajsztintenként

A szelvénydiagramokon jól látható az egyes talajszelvényeken belül a szemcsefrakciók eloszlása talajsztintenként.

A fekete rendzina talajokban főként a finom homok frakció az uralkodó, mellette az iszap és agyag frakció változó arányban jelenik meg a szelvényekben. A finom homok frakció mennyisége nagyobb az iszap és az agyag frakció mennyiségénél. A finom

homok frakció lefelé haladva csökken, míg az iszap és az agyag frakció növekedést mutat, tehát arányuk fordított arányban változik a talajszelvényekben lefelé haladva.

A **barna rendzina** talajokban változatosabbak az arányok. A legtöbb talajszelvényben az iszap és az agyag frakció nagyobb aránya jellemző a finom homok frakcióhoz képest. Egymáshoz viszonyított arányuk itt is fordított arányban változik a talajszelvényekben lefelé haladva. KÜFMANN (2003) a magas iszap-tartalmat a felszíni rétegekben az eolikus por folyamatos érkezésének tulajdonítja.

A **vörösayagos rendzinaként** jellemzett talajok legnagyobb mennyiségben durva homok frakciót tartalmaznak, mely összetételbeli különbség jelzi, hogy más idegen eredetű anyagok is hozzákeveredhettek a talajhoz.

A laboratóriumi vizsgálatok során kapott agyag, illetve iszap frakció mennyiségek alapján jellemeztem a talajok szövetét, fizikai féleségét (3. táblázat). Az általam vizsgált legtöbb talajszelvény vályog (V) agyagos vályog (AV) és agyag (A) fizikai féleségű, de előfordul köztük homokos vályog (HV) és homok (H) fizikai féleség is (11. táblázat). Jelentős eltérés nem tapasztalható a terepi és a laboratóriumban meghatározott szemcseösszetétel alapján kapott eredmények között.

11. táblázat A vizsgált talajszelvények fizikai féleségei talajszintenként (**FRE** – fekete rendzina, **BRE** – barna rendzina, **VARE** – vörösayagos rendzina); V – vályog; AV – agyagos vályog; A – agyag; H – homok; HV – homokos vályog

Talajszelvény	cm	Fizikai féleség	Talajszelvény	cm	Fizikai féleség
1 FRE	0-5	V	9 BRE	0-10	V
	5-20	AV		10-30	AV
8 FRE	0-10	V	30-50	V	
	10-20	V	50-70	V	
10 FRE	0-10	V	12 BRE	0-5	V
	10-20	V		5-10	V
11 FRE	0-20	H	10-20	V	
	20-50	V	20-40	V	
2 BRE	0-5	V	40-50	H	
	5-15	A	13 BRE	0-10	V
	15-30	A		10-30	V
5 BRE	0-10	H	30-40	HV	
	10-30	AV	3 VARE	0-5	V
	30-60	AV		5-30	V
6 BRE	0-10	AV		30-65	V
	10-25	AV	65-100	HV	
	25-40	A	100-150	V	
7 BRE	0-10	AV	4 VARE	0-10	V
	10-20	A		10-30	HV
	20-30	A		30-70	HV
		70-100		HV	
		100-130		HV	

4.2.4. Szervesanyag-tartalom

A talajminták humusztartalom és fizikai féleség szerinti besorolását a 12. táblázat tartalmazza. A 13. táblázat a vizsgált talajszelvények humusztartalmi értékeit foglalja össze talajszerintként a 12. táblázat kategóriáinak megfelelően.

12. táblázat A talajszerintek jellemzése a humusztartalmi értékek és a fizikai féleségek alapján; H% - humusz százalék; V – vályog; AV – agyagos vályog; A – agyag; H – homok; HV – homokos vályog.

kategóriák	H%	H%
	V – AV – A	H – HV
humuszban szegény	0 – 2%	0 – 1%
gyengén humuszos	2 – 5%	1 – 2%
humuszos	5 – 10%	2 – 4%
humuszban gazdag	10 – 15%	4 – 8%
humuszban igen gazdag	15 – 20%	> 8%
humusz vagy szerves talaj	> 20%	> 8%

13. táblázat A vizsgált talajszelvények humusztartalmi értékei talajszerintként (**FRE** – fekete rendzina, **BRE** – barna rendzina, **VARE** – vörösayagos rendzina H% - humusz százalék; V – vályog; AV – agyagos vályog; A – agyag; H – homok; HV – homokos vályog)

Talajszelvény	cm	H%	Fizikai féleség	Talajszelvény	cm	H%	Fizikai féleség
1 FRE	0-5	27,8	V	9 BRE	0-10	22,9	V
	5-20	21,9	AV		10-30	10,9	AV
8 FRE	0-10	51,4	V	30-50	2,7	V	
	10-20	37,0	V	50-70	1,6	V	
10 FRE	0-10	76,3	V	12 BRE	0-5	19,1	V
	10-20	33,7	V		5-10	6,8	V
11 FRE	0-20	49,0	H		10-20	6,6	V
	20-50	32,3	V		20-40	4,0	V
2 BRE	0-5	13,4	V	40-50	1,6	H	
	5-15	9,0	A	13 BRE	0-10	22,0	V
	15-30	4,7	A		10-30	15,4	V
5 BRE	0-10	34,7	H		30-40	11,0	HV
	10-30	18,7	AV	3 VARE	0-5	29,5	V
	30-60	7,4	AV		5-30	11,0	V
6 BRE	0-10	9,7	AV		30-65	1,7	V
	10-25	6,5	AV		65-100	0,5	HV
	25-40	4,7	A		100-150	1,3	V
7 BRE	0-10	20,4	AV	4 VARE	0-10	23,2	V
	10-20	12,1	A		10-30	2,6	HV
	20-30	11,3	A		30-70	1,5	HV
			70-100		0,6	HV	
			100-130		0,8	HV	

A humusztartalmi vizsgálatok eredményei extrém magas humuszértékeket is tartalmaznak, melyek az irodalomban eddig meghatározott átlagos értékeknél jóval

magasabbak, és akár szerves talajt is feltételezhetnének. KNEŽEVIĆ & KOŠANIN (2010) mészkővön képződött talaj-vizsgálatai is extrém magas humusz értékekről számolnak be. Humusztartalmi értékeik a talajok legfelső szerves szintjeiben 74-80%-os volt. Az általuk „fekete földnek” nevezett talajok A-szintjében jellemző jelentős váz tartalommal – melyek a CaCO_3 -ból oldódtak ki –magyarázták a szerves savak állandó pufferáló hatását és a Ca-humátok képződését, amely állandó szerves-ásványi komplexek képződését eredményezi. ZSENI (2003) bükk-fennsíki talajminták vizsgálata során szintén extrém magas humusz-tartalmi értékekről számolt be, mely értékek 16,2-76,4% közöttiek voltak. Az általam mért eredmények között a legnagyobb érték 76,3%, mely fekete rendzina típusú talajra jellemző.

A **fekete rendzinaként** besorolt sekély termőrétegű talajszelvények mindegyik talajszintjében rendkívül magas a humusztartalom, annak ellenére, hogy az avartakaró eltávolítása megtörtént a terepi vizsgálatok során. Úgy vélem, hogy ezek az extrém magas humusztartalommal rendelkező szintek (49,0, 51,4 és 76,3%) szerves szinteknek tekintendők, melyek a már teljesen elbomlott terepen fel nem ismerhető avarból származnak. Ez alapján A_0 vagy O szintnek minősülnek, így termőrétegvastagságuk is csökken.

A **barna** és **vörösayagos** rendzinák esetében csak a legfelső szintekre jellemzőek magas humusztartalmak, melyek jóval alacsonyabbak (9,7-34,7%) a fekete rendzinák extrém magas humusz értékeihez képest (27,8-76,3%). A talajszelvényekben lefelé haladva humuszban gazdag, humuszos, gyengén humuszos és humuszban szegény talajszintek is előfordulnak.

A rendzina talajok átlagos humusztartalmát 5-10%-ban adják meg a hazai irodalomban (SZENDREI 1998), illetve STEFANOVITS ET AL. (1999) szerint a felszín közelében a fekete rendzinák humusztartalma a 30–40%-ot is elérheti. A vizsgált fekete rendzina talajszelvények felső talajszintjeiben még ennél is nagyobb százalék jelentkezik (27,8-76,3%). A humuszban gazdag szintek kialakulását, az időszakosan gátolt humuszlebomlás eredményezi (NÉMETH ET AL. 2014). A különböző vastagságú avartakarónak jelentős hatása van főleg a nyári és téli időszakban, mely nagymértékben befolyásolja a talaj hőmérsékletét, ezáltal a talaj-mikroorganizmusok aktivitását, a lebontó folyamatok intenzitását (KRAKOMPERGER 2010). A magyarországi ökológiai viszonyok között a szerves anyag bomlása télen a fagy, nyáron a szárazság miatt szünetel (SZENDREI 1998), így felhalmozódása – a kedvező klimatikus viszonyok ellenére is – számottevő a vizsgált területen. Ennek oka a sekély, illetve az igen sekély termőrétegben keresendő, mivel így a talaj viszonylag gyorsan kiszárad.

A humuszképződés szerkezetessé teszi a talajt, nagy az adszorpciós kapacitása, és jó hő- és vízháztartást biztosít a talajnak (SOLLINS ET AL. 1999, SIX ET AL. 2002). Mivel az erdőnek jelentős a vízigénye, a csapadék legjobban a vályog fizikai féleséggel jellemezhető talajokban hasznosul. A vizsgált szelvények többségére a vályog – agyagos vályog fizikai féleség jellemző, ezáltal a vizsgált talajok többsége viszonylag kedvező víztartóképeséssel rendelkezik, melyet a területre hulló nagymennyiségű csapadék, a kedvező vízellátottság is biztosít.

4.2.5. Összegzés

- A kémhatást tekintve a mészkő hatása a legtöbb talajszelvény esetén érzékelhető (semleges-gyengén lúgos).
- Az eredmények – leginkább a felső szintek CaCO_3 hiánya – alapján érzékelhető a kilúgzás hatása, mely a terepi megfigyelések során nem volt tapasztalható.
- A szemcseösszetételre kapott eredmények alapján, különböző frakciók uralják a különböző típusú talajokat. A fekete rendzinák uralkodó frakciója a finom

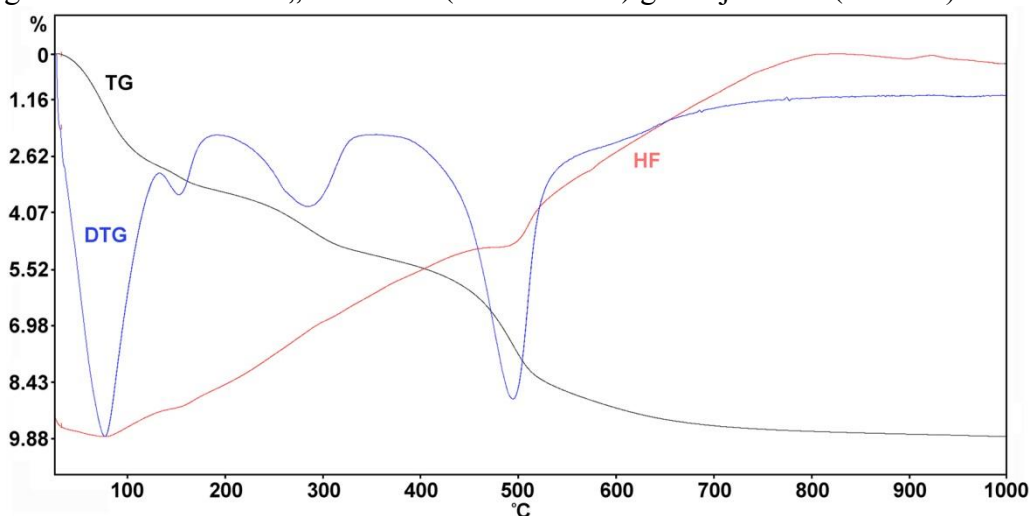
homok, a barna rendzináké az iszap és az agyag, míg a vörösayagos rendzináké a durva homok frakció.

- A szelvények rendkívül magas humusztartalommal rendelkeznek, mely jó hő- és vízháztartást biztosít a talajoknak.

4.3. Ásványtani összetétel

4.3.1. Termoanalitika

A termikus elemzés leggyakoribb fajtái a TG, DTG és DTA, melyek szimultán meghatározása és kiértékelése részletes mennyiségi és minőségi eredményt szolgáltat a talajmintában található egyes ásványfázisokra. Az általam mért talajminták esetén is mindhárom módszert figyelembe vettem, azzal a különbséggel, hogy a DTA-val jellemezhető hőelnyelő (endoterm) és hőtermelő (exoterm) reakciókat az általam vizsgált mintákban az ún. „Heatflow” (hőáram – HF) görbe jellemzi (18. ábra).



18. ábra A termikus elemzés módszerei – **TG** = termogravimetriás görbe – tömegváltozás; **DTG** – tömegváltozás sebessége a hőmérséklet szerint; **HF** (heatflow) – hőáram. [x tengely – Hőmérséklet (T °C); y tengely – Tömegváltozás (%)]

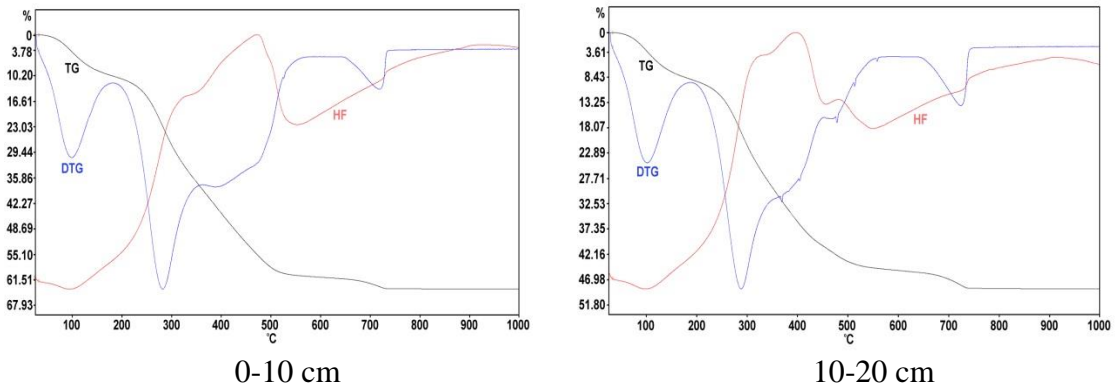
A termoanalitikai eredményeket sokaságuk miatt egy **fekete (FRE)**, egy **barna (BRE)** és egy **vörösayagos** rendzina (**VARE**) talajszelvényen keresztül szemléltetem talajszintenként. Az összes többi talajszelvény termoanalitikai felvételei a 4. mellékletben található meg.

FRE – 8. talajszelvény

<2mm szemcsefrakció

Az 19. ábrán a 8. talajszelvény eredeti talajmintáinak termoanalitikai felvételei láthatók talajszintenként (0-10 cm és 10-20 cm). A talajminta víztartalma a felső talajszintben 93°C-nál távozik (dehidráció), míg az alatta lévő talajszintben 94°C-nál következik be a minta endoterm jellegű vízvesztése. Ezt követi mindkét talajszintben, egy elég hosszú szakaszon a szerves anyag exoterm jellegű elégése (200-550°C-ig), mely fedí a többi ásvány endoterm csúcsát. A szerves anyag becsült mennyisége a **TG** görbe alapján, a felső talajszintben <50%, az alsó talajszintben <36%. A **HF** görbe alakja alapján a szerves anyag mellett, az amorf vas-oxid-hidroxid, a „ferrihidrit” is előfordul(hat). A ferrihidrit jelenlétét a rendkívül nagy exoterm csúcs alapján és a talajminta mérés előtti színének megváltozása alapján feltételezem. A talajminta termikus mérés utáni színének vörösre változása jelzi, hogy a mintában a vas-hidroxid valamilyen változata fordul elő. 587°C-nál jellemző egy kisebb csúcs, mely a mintában lévő agyagásványok szerkezeti

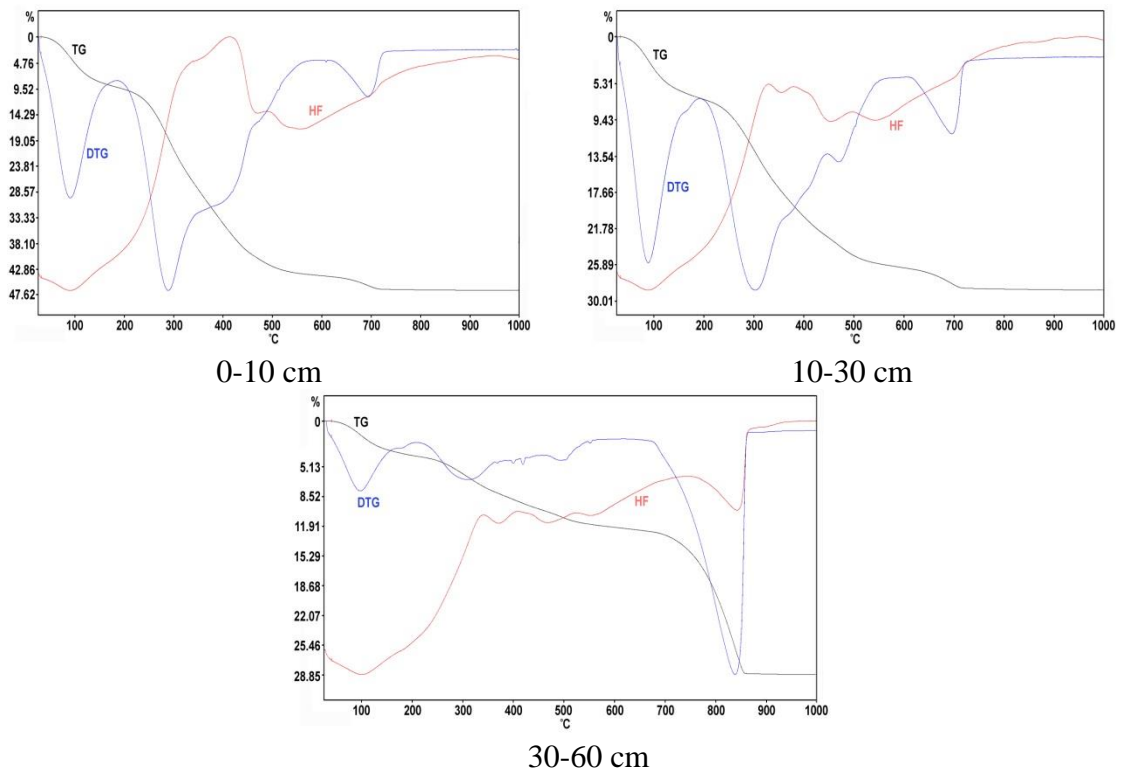
víz (OH)-vesztéseként és/vagy kloritok második csúcsaként értelmezhető. Ezt követi a kalcit ásvány csúcsa, mely szintén mindegyik talajszintre jellemző, a felső talajszintben 722°C-nál jelenik meg, mennyisége 6%, míg az alsó talajszintben 728°C-nál, mennyisége 7%. Az alsó talajszint mintájában 780-790°C között egy kisebb változás is észlelhető a **HF** görbén, mely jelezheti a „hematogél” (amorf vas-oxid vagy vas-hidroxid) kristályos fázissá alakulását, mely megerősíti a „ferrihidrit” jelenlétét a mintában (FÖLDVÁRI 2011).



19. ábra A 8. talajszelvény (FRE) teljes talajmintáinak (<2mm) termoanalitikai görbéi (**TG**, **DTG**, **HF**) talajszintenként

BRE – 5. talajszelvény <2mm szemcsefrakció

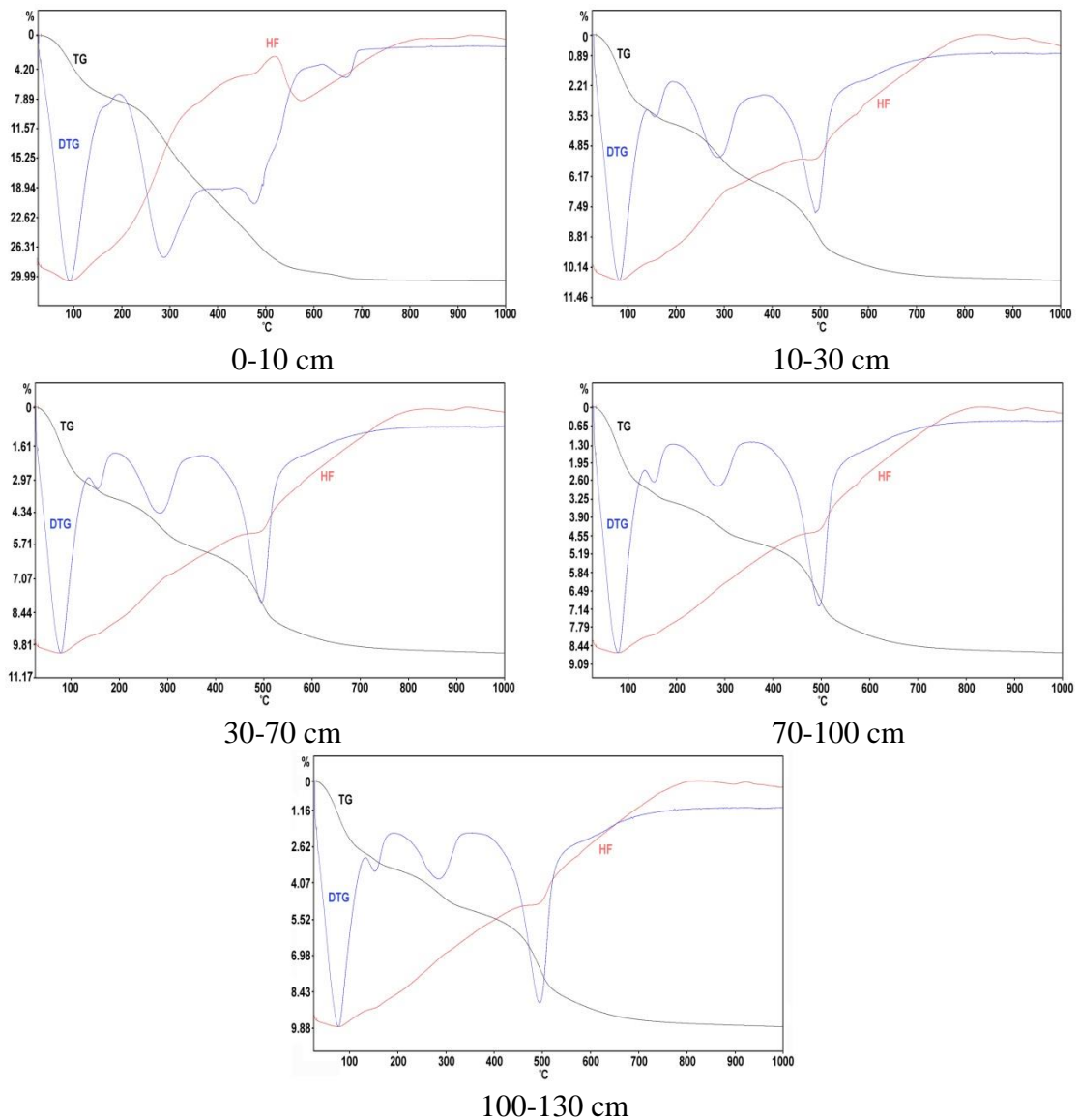
A 20. ábrán az 5. talajszelvény eredeti talajmintáinak termoanalitikai felvételei láthatók talajszintenként (0-10 cm, 10-30 cm és 30-60 cm). A dehidrációs vízvesztés a talajszelvényben lefelé haladva talajszintenként, 85°C, 83°C és 89°C-nál következik be. Az alsó két szint **DTG** görbéjén látható szmektit jelleg, a vízvesztési csúcs jobb oldalán megjelenő kis inflexiós csúcsok formájában jelenik meg, mely a 10-30 cm-es szintben 165°C-nál, az alatta lévő szintben 176°C-nál jellemző. A szerves anyag exoterm jellegű csúcsa mindegyik talajszintre jellemző és lefelé haladva egyre kisebb. A felső talajszintben a **HF** görbe alakja alapján a szerves anyag mellett az amorf vas-oxid-hidroxid, a „ferrihidrit” is előfordul(hat). A szerves anyag becsült mennyisége, a felső szintben <34%, alatta <19% és a legalsó szintben <8%. A 10-30 cm-es talajszintben 570°C-nál egy kisebb endoterm jellegű csúcs is megfigyelhető a **DTG** görbén, mely a mintában lévő agyagásványok OH-vesztésének (dehidroxiláció) csúcsaként értelmezhető. Mindegyik talajszintben előfordulnak karbonátok is változó mennyiségben. A felső talajszint kalcit-tartalma 4% (698°C), alatta 5% (700°C) és a legalsó talajszintben 37% (842°C). A kalcit termikus bomlási hőmérséklete ideális esetben 895 °C körül jellemző, mely ha alacsonyabb kristályossági fokkal rendelkezik, 20-50°C-kal alacsonyabb hőmérsékleten jellemző. Ha a kalcit még ennél is alacsonyabb hőmérsékleten bomlik, annak feltételezett oka, hogy nem jól kristályosodott kalcitról van szó. A mállási folyamatok során a kalcit szerkezete szétesik (FÖLDVÁRI 2011; FÖLDVÁRI & KOVÁCS-PÁLFFY 2002). Az alsó talajszint (30-60 cm) termikus elemzése (**DTG**) egy viszonylag tiszta kalcit bomlását mutatja (842°C), mely alacsonyabb kristályossági fokkal rendelkezik.



20. ábra Az 5. talajszelvény (BRE) teljes talajmintáinak (<2mm) termoanalitikai görbéi (TG, DTG, HF) talajszintenként

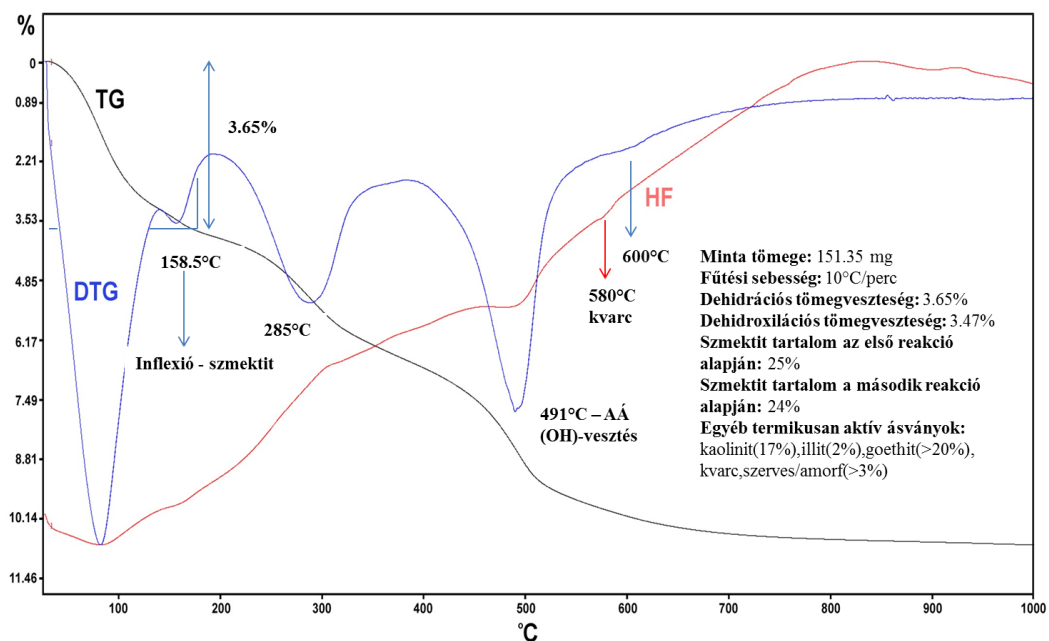
VARE – 4. talajszelvény <2mm szemcsefrakció

A 21. ábrán a 4. talajszelvény eredeti talajmintáinak termoanalitikai felvételei láthatók talajszintenként (0-10 cm, 10-30 cm, 30-70 cm, 70-100 cm és 100-130 cm). A dehidrációs vízvesztés a talajszelvényben lefelé haladva talajszintenként, 85°C, 75°C és 75°C, 74°C és 73°C-nál következik be. A felső szintben (0-10 cm) a szerves anyag elfedi a többi ásvány endoterm csúcsát és egészen 600 °C-ig elnyúlik az exoterm bomlási reakció, ennek ellenére a szemektit jelleg jól látható már a felső talajszint termikus felvételén is (DTG), a vízvesztési csúcs jobb oldalán lévő inflexiós csúcs formájában (169°C). A többi talajszint szemektit jelleget jelző inflexiós csúcsai markánsan látszanak (150-155°C). A talajszelvényben lefelé haladva a szerves anyag mennyisége csökken, így egészen a szelvény aljáig szépen kirajzolódik a többi ásvány csúcsa is. A szerves anyag becsült mennyisége, a felső talajszintben <21%, alatta <3%, majd <2%, <1% és a legalsó szintben <2%. Az exoterm jelleg a 30-70 cm-es talajszintig észlelhető a HF görbén. A 285°C-287°C-nál megjelenő DTG csúcsok a 10 cm-es talajszint alatti rétegekben a szerves anyag csekély mennyisége mellett goethit is előfordul. A goethit becsült mennyisége a 10-30 cm talajszintben <20%, a 30-70 cm-es szintben <19%, a 70-100 cm-es szintben <13% és a legalsó talajszintben <16%. A mintában lévő összes agyagásvány szerkezeti vízvesztésének (dehidroxiláció) csúcsai 490 és 620°C között jellemzőek (kaolinit, szemektit, illit). Kalcit csak a felső talajszint mintájában jellemző 673°C-nál, mennyisége 2%. A kvarc a felső szint kivételével mindegyik talajszintre jellemző, megjelenése a HF görbén 570-590°C között jellemző. A HF görbén 900°C-tól endo-exoterm jellegű csúcsok láthatók, melyek a mintában lévő agyagásványok fázisátalakulásait jelzik.



21. ábra A 4. talajszelvény (VARE) teljes talajmintáinak (<2mm) termoanalitikai görbéi (TG, DTG, HF) talajszintenként

A 4. talajszelvény 10-30 cm-es talajszintjén keresztül bemutatnék egy részletesebb termoanalitikai elemzést, mely tartalmazza az egyes ásványok jellegzetes csúcsait, a hozzá tartozó hőmérsékleti csúcsokat, illetve a tömegvesztés százalékos értékét a dehidrációs és a dehidroxilációs folyamat során, valamint egyéb termikusan aktív ásványok jelenlétét, mennyiségét (22. ábra).



22. ábra A 4. talajszelevény (VARE) 10-30 cm-es talajsztíntjének részletes termikus elemzése

A talajszelevényben található szmektit agyagásvány endoterm dehidrációjának hőmérsékleti csúcsa 81°C és a hozzátartozó inflexiós csúcs 158,5 °C-nál jellemző, az ehhez tartozó tömegvesztés 3,65 %, mely reakció alapján becsült mennyisége 25% a mintában. A dehidroxilációs folyamathoz tartozó hőmérsékleti értékek 491 °C és 600°C-nál jellemzőek. A mintában lévő agyagásványok szerkezeti vízvesztését (OH-vesztését) láthatjuk ezeknél a hőmérsékleti értékeknél, mely szépen kirajzolódik az ábrán. 491°C-nál a kaolinit markáns megjelenésű görbéje látható, mely kicsit szélesebb alakja alapján nem tisztán kaolinit, hanem a többi agyagásvánnyal együtt jelenik meg. A mintában a 285°C-nál (DTG) és a HF görbén kisebb exoterm jelleggel megjelenő csúcs kevés szerves anyagot és/vagy amorf anyagokat jelez, illetve a vele takarásban lévő kristályos fázisokat (ha a mintában előfordulnak). Ha az adott fázis megjelenése kérdéses általában az és/vagy megjelölést alkalmazzuk (jelen esetben szerves anyag és/vagy „ferrihidrit” és/vagy goethit). A mintában a kvarc ásvány csúcsa is megjelenik a HF görbén, melynek csúcshőmérséklete 580°C-nál található. A kvarc jelenléte a termoanalitikai felvételeken csak minőségi elemzést tesz lehetővé, mivel csak a HF görbén tapasztalható a megjelenése. A HF görbe 900°C felett endoterm-exoterm folyamatokat is jelez, melyek a mintában lévő agyagásványok fázisátalakulásait jelzik. A talajminta termoanalitikai elemzése alapján megállapítható, hogy a mintában található összagyagásvány 3,65% víztartalom és 3,47 % OH-tartalom alapján: 43-81% között lehetséges. A talajmintában biztosan van szmektit agyagásvány, melynek mennyisége a számolások alapján 4-24% között lehet. Mivel a termoanalitikai felvétel alapján inkább a nagyobb szmektit mennyiség a valószínűbb, a sztöchiometriai számítások alapján a mintában előforduló agyagásványok mennyisége a következőképpen alakul: szmektit: 24%, kaolinit: 17%, illit: 2%. Ezen kívül a goethit lehetséges mennyisége <20%, mely a szerves anyag mennyiségétől függ. A mintában még kvarc és szerves/amorf anyag (<3%) található.

4.3.1.1. A talajminták termikus viselkedése és a különböző talajtípusok termoanalitikai eredményeinek összesítése

A <2mm szemcsefrakciójú talajminták termikus elemzése során a hőmérsékleti csúcsok a termoanalitikai felvételeken a szokásosnál alacsonyabb hőmérsékletet jeleznek, melyet végül az ásványok rosszul kristályos állapotának tulajdonítottam, bár ez függ a felfűtési sebesség nagyságától, és a minta mennyiségétől is. Mivel az alkalmazott készülék hőmérséklet-kalibrációját többször is elvégeztem, és különböző felfűtési sebesség mellett is ugyanazokat a termoanalitikai görbéket kaptam, arra a következtetésre jutottam, hogy a rosszul kristályos állapot a talajmintákra, a talajban előforduló ásványokra, fázisokra nagyon is jellemző tulajdonság. A talaj szemcseösszetételének heterogenitása következtében a csúcsok széthúzódhatnak, laposabb geometriájúak lehetnek és a szemcseméret csökkenésével a csúcshőmérsékletek is csökkennek (BUZÁS 1993). Ehhez hozzátartozik még az is, hogy a vizsgált talajok esetén nagy a szerves és amorf fázisok lehetősége, mely maga után vonja, hogy az agyagásványok, a vas-ásványok és a karbonátok is különbözhetnek a könyvekben található illusztrációktól.

A teljes talajminták termoanalitikai eredményei alapján a legtöbb mintában ahol magas a szerves anyag mennyisége, 250-400°C, de akár 500-600°C-ig is elnyomhatják az ásványok jellegzetes endoterm csúcsait. Ez legjobban a felső talajszintekből származó talajmintákra jellemző, lefelé haladva a talajszelvényekben ez a jelenség egyre kevésbé észlelhető, a legtöbb esetben szépen kirajzolódnak a jellegzetes endoterm csúcsok. A teljes talajminták termoanalitikai görbéin általánosságban megfigyelhető, hogy az endoterm dehidráció 50-100°C közötti hőmérsékleten történik. A legfelső talajszintek kivételével, a legtöbb talajminta termoanalitikai felvételén jól kirajzolódnak a szmektit jellegű ásványok csúcsai, melyek 50-200 °C között jelennek meg a rájuk jellemző endoterm vízvesztési csúcs és a hozzátartozó inflexió, vagyis a rétegek közötti kation vízburokát jelző csúcs megjelenésével. A szmektit típusú agyagásványok termikus görbéit három főbb hőreakció jellemzi. Az első 300°C-ig jelentkezik. Ez az alacsony hőfokon megfigyelhető változás a legtöbb szmektit típus esetében inkább csúcsrendszerként jelenik meg, és információkat szolgáltat e rétegszilikátok rétegek közötti terének tulajdonságairól (KOPECSKÓ 2015). A szmektitek rácsszerkezetében mind a tetraédes réteg Si-ját, mind az oktaédes réteg Al-ját, illetve Mg-ját helyettesíthetik különféle kationok, melyek töltéskiégénylétlenséget eredményeznek. Ennek kompenzálására a szmektit rétegei közé aktív/cserélhető kationokat épít be, melyek saját hidrátburokkal rendelkeznek, és amelyeket rendszerint nagyobb erővel köti, mint a réteg a rétegek közötti vizet, ezért ez a víz távozik el a csúcsrendszerhez tartozó legmagasabb hőmérsékleti értéknél. Ez a vízvesztés a termoanalitikai felvételeken jól elkülönül a DTG görbéken. Az elkülönülő csúcs kétértékű rétegek közötti kationok esetében jelentkezik, mert ezeknek a kationoknak nagyobb a hidratációs energiájuk. Természetes minták esetében a csúcsok megjelenésének a szmektitek csoportjába tartozó Ca-, Mg- és Na-montmorillonitok elkülönítésében van jelentősége (FÖLDEVÁRI 1986). Ez azonban a talajban lévő montmorillonokra kevésbé érvényes, hiszen a szerves anyag/amorf anyagok vízvesztése eltakarhatja a szmektit jellegre vonatkozó csúcsokat. Az, hogy az inflexió csúcs nem jelenik meg, még nem jelenti azt, hogy a talajminta nem tartalmaz (Ca/Mg)-montmorillonit ásványt. A talajban lévő szmektitek dehidroxilációs hőmérséklete is eltér, hiszen jóval alacsonyabb hőmérsékleten veszítik el a szerkezeti víztartalmukat. Mivel a talajban általában nem csak egyféle agyagásvány fordul elő, a szmektitek dehidroxilációs csúcsai általában a többi agyagásvánnyal együtt fordul elő, így a szmektit-csoporton belüli pontosabb meghatározásuk nem lehetséges.

Visszakanyarodva a teljes talajminták termikus elemzéséhez, a szerves anyag elégeése tehát széles hőmérsékleti tartományt lefed (250-600°C), mely főleg a felső talajszintekre jellemző, és a szerves anyag mellett a „ferrihidrit” jelenléte is lehetséges. Az alatta lévő szintek talajmintáiban egy kis exoterm folyamatot jelez még a szerves anyag 300°C körül, de ez a csúcs más ásványokhoz is tartozhat, mely a **DTG** görbén megjelenő alakja és nagysága alapján valószínűsíthető. Ebben a hőmérsékleti tartományban jellemző a talajokban gyakori vas-(oxid-)hidroxid, a goethit ásvány. Ehhez hozzájárul az a tény is, hogy a talajokban a szerves és amorf fázisok sose önmagukban fordulnak elő, hanem kristályos fázisokkal együtt, a talaj ásványi szemcséihez kapcsolódnak, összekötve azokat aggregátumokká (TOMBÁ CZ 2002). Az 500°C, illetve 600°C környékén megjelenő endoterm csúcsok a mintában lévő agyagásványok dehidroxilációs folyamatát jelzik, illetve a 600°C-os kisebb csúcs a kloritok második csúcsaként is értelmezhető. A kvarc ásvány a **HF** görbéken 570-580°C között jelenik meg jellemzően, azonban nem mindegyik mintára jellemző. Néhány mintában 900°C felett is láthatók csúcsok, melyek endoterm-exoterm jellege változó, és a mintában lévő agyagásványok (esetleg kloritok) fázisátalakulásait jelzik.

Az összes talajszelvény termoanalitikai eredményeit táblázatban foglaltam össze rendzina típusonként (14.-16. táblázat), melyek a következő adatokat tartalmazzák: dehidráció hőmérséklete, inflexiós csúcs hőmérséklete (szmektit jelleg), szerves anyag becsült mennyisége (%-ban mért tömegvesztés **TG**) vagy annál kisebb), ásványfázisok és azok hőmérséklete, 900°C feletti folyamatok jellege, lehetséges amorf fázisok és egyéb ásványok.

14. táblázat A fekete rendzina (**FRE**) talajszelvények termoanalitikai eredményei **Q** – kvarc; **AA** – agyagásványok és/vagy klorit is lehetséges*; **CaCO₃** – kalcit; **>900°C** – a 900°C körüli vagy feletti folyamatok megjelenése és jellege a **HF** görbén; **”Ferrihidrit”** – **HF** görbe alapján lehetséges a jelenléte; **Goethit** – a **DTG** görbe alapján feltételezhető a jelenléte; **Egyéb ásványok** – a **DTG** és **HF** görbe alapján lehetséges a jelenléte; +: a **TG**, **DTG**, **HF** görbe alapján érzékelhető a jelenléte; -: nem jelenik meg a **TG**, **DTG**, **HF** görbén.

Talajszelvény	cm	Dehidráció	Inflexió	Szerves anyag	Q	AA	CaCO ₃	>900°C	”Ferrihidrit”	Egyéb ásványok
1 FRE	0-5	85°C	-	<34%	-	-	675°C	(endo)	+	-
	5-20	88°C	-	<25%	-	-	678°C	endo (exo)	+	pírít?
8 FRE	0-10	93°C	-	<50%	-	600°C*	722°C	-	+	-
	10-20	94°C	-	<36%	-	600°C*	728°C	-	+	pírít?
10 FRE	0-10	81°C	-	<65%	-	-	703°C	-	+	pírít?
	10-20	93°C	173°C	<32%	-	617°C*	708°C	(endo)	+	-
11 FRE	0-20	96°C	-	<42%	-	-	707°C	exo	+	-
	20-50	90°C	167°C	<30%	-	-	712°C	-	+	-

*klorit is

15. táblázat A barna rendzina (**BRE**) talajszelvények termoanalitikai eredményei **Q**- kvarc; **AA** – agyagásványok és/vagy klorit is lehetséges*); **CaCO₃** – kalcit és dolomit**); **>900°C** – a 900°C körüli vagy feletti folyamatok megjelenése és jellege a **HF** görbén; **"Ferrihidrit"** – **HF** görbe alapján lehetséges a jelenléte; **Goethit** – a **DTG** görbe alapján feltételezhető a jelenléte; **Egyéb ásványok** – a **DTG** és **HF** görbe alapján lehetséges a jelenléte; +: a **TG**, **DTG**, **HF** görbe alapján érzékelhető a jelenléte; -: nem jelenik meg a **TG**, **DTG**, **HF** görbén.

Talajszelvény	cm	Dehidráció	Inflexió	Szerves anyag	Q	AA	CaCO ₃	>900°C	"Ferrihidrit"	Goethit	Egyéb ásványok
2 BRE	0-5	80°C	-	<17%	+	558°C 608°C*	-	endo	+		
	5-15	80°C	-	<11%	+	611°C*	-	(endo)	+		
	15-30	77°C	176°C	<7%	+	615°C*	-	(endo)	+	+	
5 BRE	0-10	85°C	-	<34%	-	-	698°C	-	+		
	10-30	83°C	165°C	<19%	-	570°C	700°C	endo-exo	+		
	30-60	89°C	176°C	<7%	-	507°C	842°C	(exo)	+		pirit?
6 BRE	0-10	74°C	160°C	<12%	+	615°C*	-	-	+		
	10-25	75°C	162°C	<7%	+	614°C*	-	endo		+	pirit?
	25-40	79°C	160°C	<5%	+	481°C	675°C	endo-exo		+	pirit?
7 BRE	0-10	85°C	162°C	<21%	+	-	658°C	endo	+		
	10-20	88°C	165°C	<13%	-	482°C	657°C	endo	+		
	20-30	89°C	167°C	<11%	-	488°C	707°C	endo	+		
9 BRE	0-10	89°C	165°C	<20%	-	483°C 591°C	675°C	endo (exo)	+		
	10-30	88°C	167°C	<11%	(+)	489°C 600°C*	742°C	endo (exo)	+		
	30-50	79°C	157°C	<2%	+	486°C 574°C	781°C	-		+	
	50-70	74°C	152°C	<1%	+	495°C 576°C	787°C	exo		+	
12 BRE	0-5	97°C	183°C	<20%	-	-	766°C**	-	+		
	5-10	90°C	179°C	<9%	-	570°C	830°C**	exo	+		pirit?
	10-20	86°C	176°C	<5%	-	507°C	777°C**	endo-exo	+		pirit?
	20-40	74°C	167°C	<4%	-	490°C	810°C**	endo (exo)	+		
	40-50	67°C	-	<1%	-	535°C	850°C**	-			pirit?
13 BRE	0-10	82°C	173°C	<21%	+	606°C*	695°C**	-	+		pirit?
	10-30	82°C	169°C	<15%	+	563°C	720°C	-	+		pirit?
	30-40	93°C	180°C	<12%	-	590°C	770°C**	-	+		pirit?

*klorit is

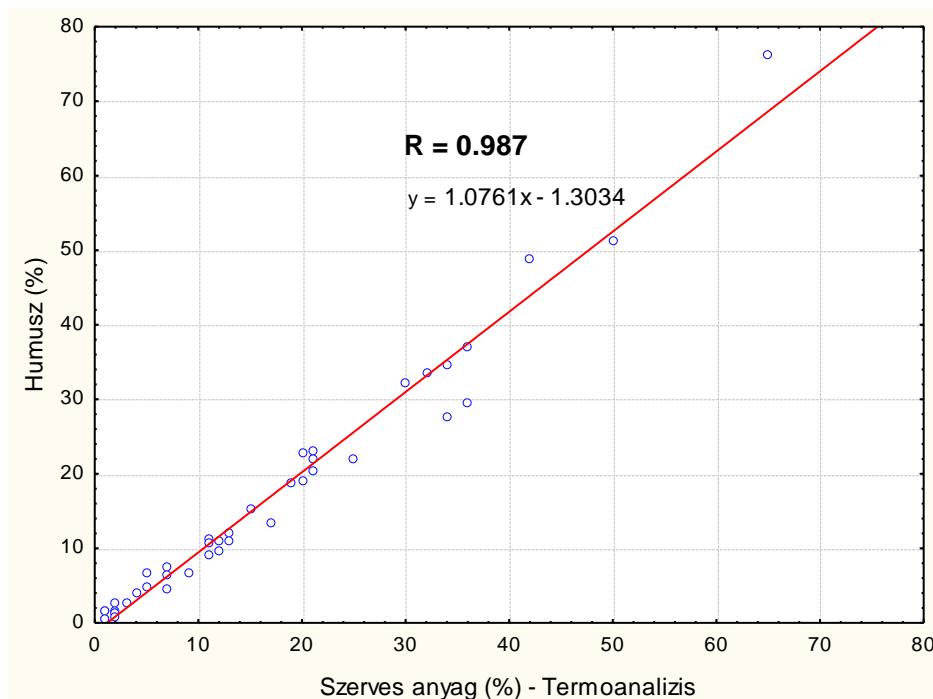
**dolomit is

16. táblázat A vörösayagos rendzina (**VARE**) talajszelvények termoanalitikai eredményei **Q**- kvarc; **AA** – agyagásványok; **CaCO₃** – kalcit; **>900°C** – a 900°C körüli vagy feletti folyamatok megjelenése és jellege a **HF** görbén; **"Ferrihidrit"** – **HF** görbe alapján lehetséges a jelenléte; **Goethit** – a **DTG** görbe alapján feltételezhető a jelenléte; **Egyéb ásványok** – a **DTG** és **HF** görbe alapján lehetséges a jelenléte; +: a **TG**, **DTG**, **HF** görbe alapján érzékelhető a jelenléte; -: nem jelenik meg a **TG**, **DTG**, **HF** görbén.

Talajszelvény	cm	Dehidráció	Inflexió	Szerves anyag	Q	AA	CaCO ₃	>900°C	"Ferrihidrit"	Goethit	Egyéb ásványok
3 VARE	0-5	87°C	-	<36%	-	-	676°C	endo	+	-	
	5-30	82°C	166°C	<13%	-	481°C	651°C	endo	+	-	
	30-65	73°C	153°C	<2%	+	489°C 607°C	-	endo	-	+	
	65-100	69°C	149°C	<1%	+	491°C 593°C	-	endo	-	+	
	100-150	71°C	150°C	<2%	+	490°C 595°C	-	endo(exo)	-	+	Al-goethit 368°C
4 VARE	0-10	85°C	169°C	<21%	-	589°C	673°C	endo(exo)	+	-	
	10-30	75°C	154°C	<3%	+	489°C 607°C	-	endo(exo)	-	+	Al-goethit 356°C
	30-70	75°C	155°C	<2%	+	497°C 599°C	-	endo(exo)	-	+	
	70-100	74°C	152°C	<1%	+	495°C 600°C	-	endo(exo)	-	+	
	100-130	73°C	151°C	<2%	+	495°C 619°C	-	endo(exo)	-	+	

A termikus elemzés során néhány talajszelvény esetén felmerült a pirit ásvány jelenléte, melynek markáns exoterm csúcsa 450-500°C körül jellemző. Mivel a szerves anyag exoterm csúcsa mellett jelenik meg közvetlenül nehéz eldönteni, hogy egy erősebb kötéssel rendelkező humuszanyagról lehet szó vagy a pirit ásványról. A vörösayagos rendzina esetén az alumogoethit ásvány jelenléte merült fel, mely 300-400°C között egy kisebb csúcs formájában jelentkezik a **DTG** görbén, alakja alapján viszont nehezen eldönthető, mivel egy nagyon kicsi csúcsról van szó. Ezeknek az ásványoknak a jelenlétét más módszerekkel igazolni lehet, melyre legalkalmasabb a röntgen-diffrakció.

A kalcit csúcsok hőmérsékletének megjelenése változó a különböző típusok esetén. Mindegyik rendszina típusnál előfordul, hogy alacsony hőmérsékleten történik a bomlás. Ennek egyik oka, a korábban már említett szerkezet szétesés, mely a mállási folyamatok során érinti a karbonát ásványokat, melyek bomlása már alacsony hőfokon megindul. A másik ok a kation helyettesítésekben keresendő. A természetben leggyakrabban a kalcit-sor ásványai fordulnak elő. A Ca leggyakoribb helyettesítője a Mg, de gyakori még a Fe, Mn, Pb, Sr is (SZAKÁLL 2007). A vizsgált talajminták alapján ezek közül a Mg és a Fe helyettesítés képzelhető el, melyek szintén csökkentik a bomlási hőmérsékletet. A termoanalízissel becsült szerves anyag mennyisége és a humusztartalmi értékek közel azonosak mindegyik talajszelvényt tekintve. Az értékek között szoros szignifikáns kapcsolat mutatható ki (23. ábra). A termikus analízissel becsült értékek néhol magasabb értékeket mutatnak, mely a szerves fázisokhoz kapcsolódó amorf fázisoknak tulajdonítható.



23. ábra A termikus elemzés során becsült szerves fázisok értékei és a humusztartalmi értékek közötti összefüggés az összes talajszelvény összes mintájára nézve (n=42). Korrelációs együttható kritikus értéke n=42, p<0.05 esetén $|R| \geq 0.304$.

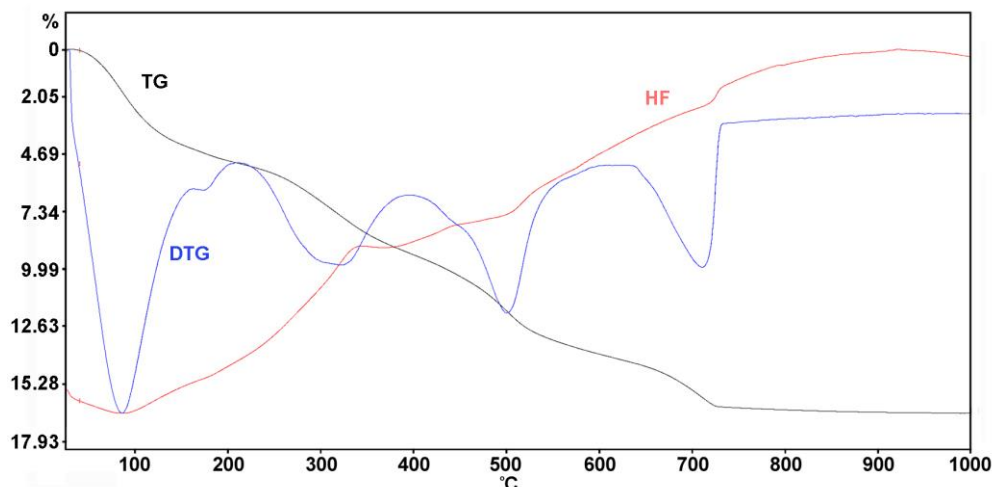
4.3.1.2. Az ásványok előfordulása a leülepitett frakciókban a termoanalízis módszerével vizsgálva

Az anyag és módszer 3.3.3. fejezetében leírt szemcseösszetétel vizsgálati eljárással leülepitett frakciókat is megvizsgáltam a termoanalitika módszerével, annyi különbséggel, hogy a Na-hexametafoszfátos előkészítést nem alkalmaztam a karbonátok épségének megőrzése érdekében. A frakciók vizsgálatát mindegyik talajszelvény mintáira elvégeztem. A leülepitett frakciók (agyag frakció, finom homok és durva homok frakció) termoanalitikai jellemzőit az összes talajszelvényre nézve foglalom össze és kiválasztott minták termoanalitikai felvételein keresztül mutatom be.

Az agyag frakciók dehidrációs vízvesztése 70-100°C között jellemző. A minták többségénél a szmektit típusú ásványok inflexiós csúcsai is megjelennek (170°C körül). 300°C-nál exoterm csúcs jellemzi a mintákat, mely a mintákban lévő roncsolásnak ellenálló, agyagásványokhoz szorosan kötődő szerves anyagot vagy amorf anyagokat

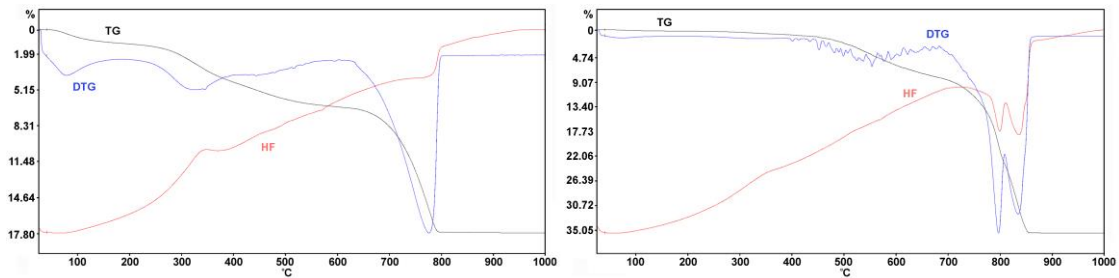
jelölheti. A dehidroxilációs folyamatok endoterm csúcsai 500 °C körül, illetve 600-700°C között jellemzőek. Amelyik agyag frakcióban előfordul a kalcit ásvány, ott 700-800°C között jelenik meg jellemzően. Az agyag frakciók mintáiban 900°C felett is jellemzőek endoterm-exoterm folyamatok, melyek az agyagásványok fázisátalakulásait jelölik.

A 24. ábra egy agyag frakció termoanalitikai felvételét ábrázolja. Az agyag frakció vízvesztése 81°C-nál következik be, melynek jobb oldalán a szmektit jellegű inflexiós csúcs (173°C) is megjelenik. 300°C-tól egy kisebb, exoterm jellegű folyamat jellemző (**HF**), mely a szerves és/vagy amorf „ferrihidrit” (esetleg goethit) fázisokat jelöli. Az agyagásványok dehidroxilációja 503°C-nál jellemző, melyet kisebb lapos, elnyúló csúcsok követnek 592°C és 644°C-nál (agyagásványok/kloritok). Végül a kalcit bomlása 717°C-nál következik be, mennyisége 5%.



24. ábra A 12. talajszelvény BRE 20-40 cm-es talajszint agyag frakciójának termoanalitikai görbéi

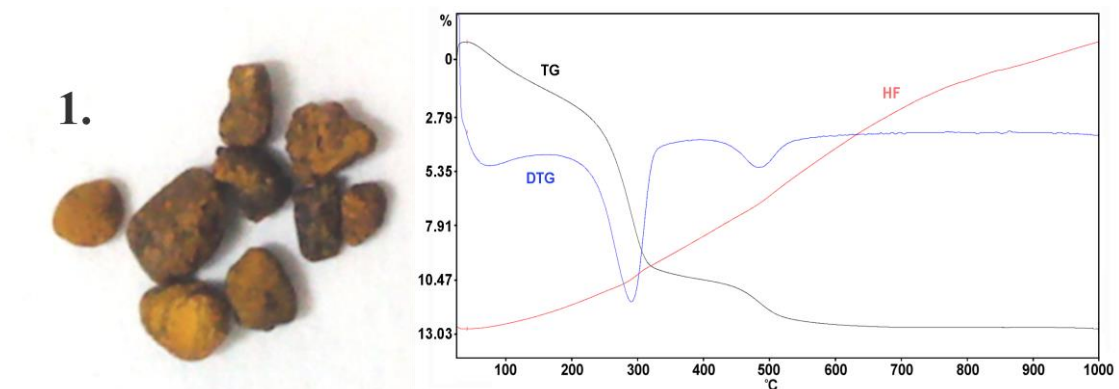
A *finom homok frakciók* vízvesztése nagyon alacsony hőmérsékleten következik be, 50°C és 100°C között. Néhány mintában 300°C körül kisebb-nagyobb exoterm jellegű csúcs jelenik meg, mely hőmérsékletnél a „ferrihidrit” és/vagy goethit jelenlétét tartom valószínűnek. Néhány mintában agyagásványokra/kloritokra jellemző endoterm csúcsok is jellemzők 500°C és 650°C körül, de a legtöbb finom homok frakcióban nem jelennek meg. A karbonát ásványok jellemzően 700°C felett jelennek meg. A finom homok frakciók mintáiban nagyon jellemző ásvány a kvarc, melynek erőteljes megjelenése a hőáram görbén 570°C-nál van. A 25. ábra két finom homok frakció termoanalitikai felvételét ábrázolja. A vízvesztési folyamatok 74°C és 69°C-nál következnek be. 300°C-tól egy kisebb, exoterm jellegű folyamat jellemző (**HF**), mely az amorf „ferrihidrit”, esetleg goethit fázisokat jelöli. A kvarc mindkét termikus felvételen megjelenik a **HF** görbén 570°C-nál. Végül – a bal képen – a kalcit bomlása 780°C-nál következik be, mennyisége 25%. A dolomit két lépcsős bomlása – a jobb képen – 797°C és 838°C-nál jellemző. Ez alapján a dolomit mennyisége 41%, mellette 21% kalcit jellemző.



25. ábra Kalcit (bal – a 11. talajszelvény (FRE 20-50 cm) finom homok frakció) és dolomit (jobb – a 12. talajszelvény (BRE 0-5 cm) finom homok frakció) termoanalitikai görbéi

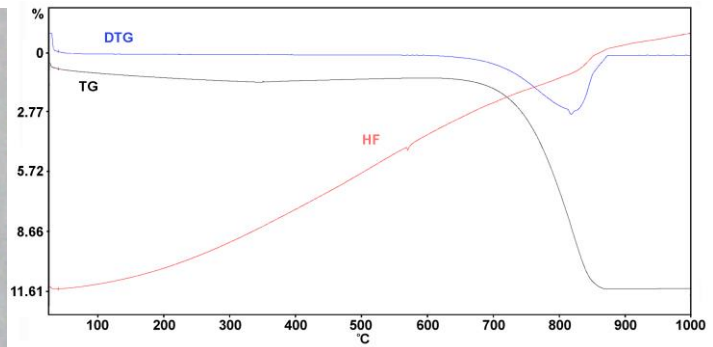
A *durva homok frakciók* dehidrációja szintén nagyon alacsony hőmérsékleten következik be, 50°C és 80°C között. A 300°C körül egy kisebb exoterm jelleggel a „ferrihidrit” és/vagy goethit jelenlétét tartom valószínűnek. 450-500°C és 600-700°C környékén kisebb endoterm csúcsok jellemzik a minták többségét (agyagásványok/kloritok), de mennyiségük ebben a frakcióban is kevés. A kalcit ásvány jellemzően 700°C felett jelenik meg, és néhány mintában dolomit is jellemző. A durva homok frakciók legtöbb mintájában szintén nagyon jellemző ásvány a kvarc, melynek határozott a megjelenése a **HF** görbén, 570-575°C-nál.

A 9. talajszelvény (BRE) 30-50 cm-es talajszint, durva homok frakciójának szemcséit makroszkóposan elkülönítettem egymástól, és külön-külön megvizsgáltam őket a termoanalitika módszerével, így a durva homok frakció termikus felvételét nem egy minta alapján mutatom be, hanem a különböző elkülönített szemcsék alapján. Az 1. szemcsehalmaz sötétbarna-sárgásbarna színű kerekded, hosszúkás szemcséből áll, mely a goethit ásványra jellemző megjelenés. A termikus felvételen a minta dehidrációs vízvesztése 64°C-nál jelentkezett. A 298°C-nál megjelenő endoterm csúcs a goethit ásványt jelzi, mennyisége a minta tömegcsökkenése alapján 75% (26. ábra).



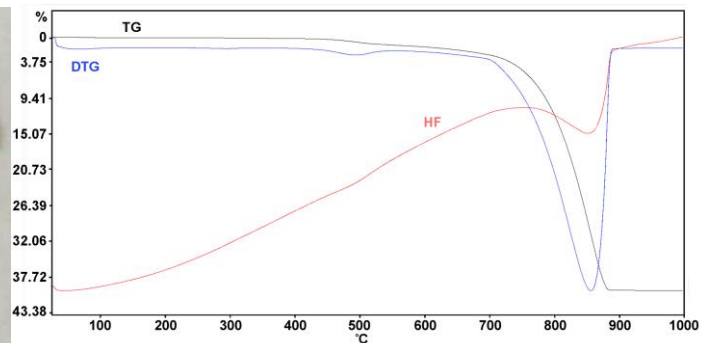
26. ábra Goethit ásvány makroszkópos megjelenése és termoanalitikai görbéi

A 2. szemcsehalmaz átlátszó kisebb-nagyobb ásványokból áll, mely a kvarc ásványra jellemző tulajdonság. A termikus felvételen 570°C-nál a kvarc markáns megjelenése észlelhető a **HF** görbén. Mellette kalcit fordul elő (825°C), mennyisége 23% (27. ábra). Ez alapján a kvarc mennyisége 77% lenne.



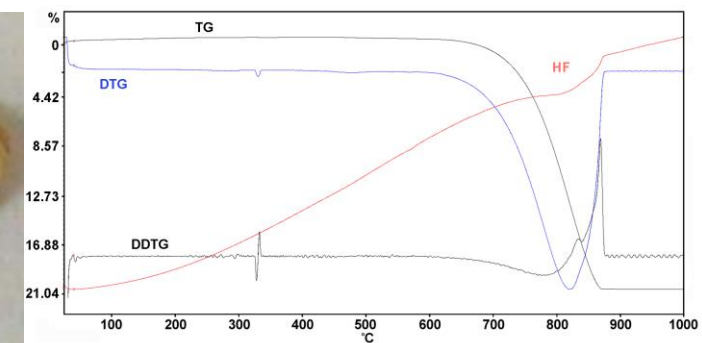
27. ábra Kvarc és kalcit ásványok makroszkópos megjelenése és termoanalitikai görbéi

A 3. szemcsehalmaz fehéres sárga színű kerekded szemcsékből áll, melyek közül némelyik kristályos. Megjelenése alapján kalcit ásvány, melyet termikus felvétele is igazol. A kalcit bomlása 862°C-nál jelenik meg, mennyisége 84% (28. ábra).



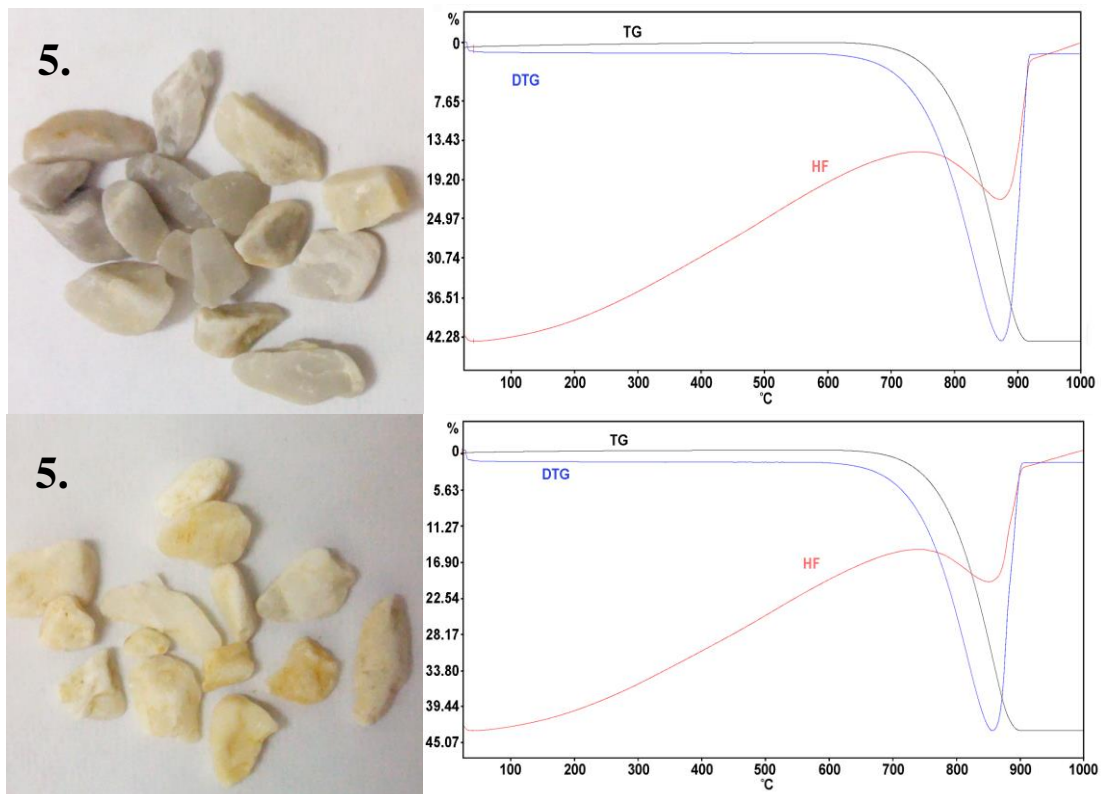
28. ábra Kalcit ásvány makroszkópos megjelenése és termoanalitikai görbéi

A 4. szemcsehalmaz fehéres-sárgás kristályos szemcsékből áll, rajtuk vasas bemélyedések láthatók. Megjelenése alapján mállásnak kitett kalcit ásvány. A termikus felvételen látható kissé kiszélesedő csúcs és a második derivált dolomitot is jelez. Bomlási hőmérsékletük 815°C és 866°C-nál jelentkeznek. A számolás alapján a dolomit mennyisége 31%, mellette 17%-ban kalcit jellemző (29. ábra).



29. ábra Kalcit és dolomit makroszkópos megjelenése és termoanalitikai görbéi

Az 5. szemcsehalmaz fehér és szürke mikrokristályos szemcsékből épül fel, melyek szintén a kalcit ásványra jellemző megjelenések. Termikus felvételeik is igazolják, hogy tiszta kalcit ásványokról van szó (97% és 98%). A szürke kalcit bomlási hőmérséklete 876°C-nál, a fehér kalcit bomlási hőmérséklete 857°C-nál jelentkeznek (30. ábra).



30. ábra Különböző színű kalcit (szürke kalcit – felső ábra, fehér kalcit – alsó ábra) kristályok makroszkópos megjelenése és termoanalitikai görbéi

Az ásványok frakció szerinti megjelenésére vonatkozóan a következőket állapítottam meg:

- Az agyagásványok, (kloritok), „ferrihidrit” inkább a kisebb szemcseméretű frakciókban (agyag) dúsulnak, míg a kvarc, a kalcit, a dolomit inkább a nagyobb szemcseméretűekben (finom homok, durva homok).
- Köztudott, hogy a kalcit a talajokban lehet elsődleges és másodlagos. A kalcit nagyon kis mennyiségben a finomabb agyag frakcióban is előfordul, mely a talajoldatból kiváló másodlagos, helyben képződött kalcitot jelezheti, míg a homok frakcióban előforduló kalcit, dolomit, az anyakőzetből származó lebomló karbonátokat jelöli.
- A goethit ásvány az agyag frakciókban csak valószínűsíthető az amorf/szerves anyagok mellett, viszont a finom és durva homok frakciókban a görbe alakja alapján sok esetben az amorf „ferrihidrit”-tel együtt fordul elő.
- A frakciók szétválogatott szemcséinek termikus vizsgálata pontos ásvány meghatározást tesz lehetővé.

4.3.1.3. A különböző talajtípusok ásványi összetétele

A talajminták agyagásvány-tartalmára vonatkozóan mennyiségi elemzést tartomány szinten lehet megadni, főleg azokban a talajszintekben ahol a szerves anyagok mennyisége ezt lehetővé teszi. Mivel az agyagásványok mennyiségi számítása a víztartalomra épül, a szerves és az amorf anyagok adszorptív vagy gyengén kötött vize csökkenti a szmektit és növeli a feltételezett kaolinit és klorit, valamint jelentősen növeli az illit mennyiségét. A következő táblázatokban ismertetem az általam vizsgált rendzina típusok molekuláris víz-, és szerkezeti (OH)-víztartalmát, valamint a mintában előforduló ásvány fázisok becsült mennyiségét és a felmerülő fázisokat.

A **fekete rendzina** típusú talajszelvények esetén az extrém magas szervesanyag-tartalom miatt mennyiségi elemzést nem lehet tenni, kizárólag minőségi elemzést, bár megjegyezném, hogy pl. a szmektit esetében ez is nehézkes, hiszen a szerves és amorf fázisok adszorptív és/vagy gyengén kötött víztartalma eltakarhatja a szmektit jellegre vonatkozó tulajdonságokat. A fekete rendzinák esetén a talajminták gyengén kötött víztartalmának (néhol a szerkezeti (OH)-víztartalmának) mennyiségét, illetve a mintában előforduló ásvány fázisok megjelenését lehet megállapítani, kivéve a kalcit esetén, melynek mennyisége meghatározható a termikus elemzés által (17. táblázat).

17. táblázat A fekete rendzina (FRE) típusú talajszelvények víztartalmi értékeinek és ásvány fázisainak összegzése talajszintenként; +: a **TG**, **DTG**, **HF** görbe alapján érzékelhető a jelenléte; -: nem jelenik meg a **TG**, **DTG**, **HF** görbén.

Talajszelvény	cm	H ₂ O %	OH %	ÖsszAA	Szmektit	Kaolinit	Illit	Klorit	Goethit	"Ferrihidrit"	Kalcit %	Dolomit
1 FRE	0-5	8.82	-	-	-	-	-	-	-	+	2	-
	5-20	7.37	-	-	-	-	-	-	-	+	2	-
8 FRE	0-10	9.21	-	-	-	-	-	+	-	+	6	-
	10-20	7.87	0.58	-	-	-	-	+	-	+	7	-
10 FRE	0-10	8.96	-	-	-	-	-	-	-	+	4	-
	10-20	8.37	0.60	-	+	-	-	+	-	+	3	-
11 FRE	0-20	9.49	-	-	-	-	-	-	-	+	5	-
	20-50	7.83	-	-	+	-	-	-	-	+	6	-

A **barna rendzinák** esetén az agyagásvány-tartalmat tartomány szinten azokban a talajszintekben lehetett megbecsülni, melyek kevesebb szerves anyagot tartalmaznak. Mivel a legtöbb talajszelvény esetén felmerült a „ferrihidrit” jelenléte is, ennek becsült mennyiségét is megadtam azokban a talajszintekben ahol ez lehetséges volt, és a goethit esetében is ugyanígy jártam el. A szmektit jelleget jelző inflexió csúcsok nagyon jellemzőek ezekre a talajszelvényekre. A kalcit és dolomit mennyiségének kimérését a szerves és/vagy amorf fázisok nem zavarják, így azok %-os mennyisége pontosan meghatározható (18. táblázat).

18. táblázat A barna rendzina (BRE) típusú talajszelvények víztartalmi értékei és ásvány fázisai talajszintenként; +: a **TG**, **DTG**, **HF** görbe alapján érzékelhető a jelenléte; -: nem jelenik meg a **TG**, **DTG**, **HF** görbén.

Talajszelvény	cm	H ₂ O%	OH%	ÖsszAA%	Szmektit %	Kaolinit%	Illit%	Klorit%	Goethit%	"Ferrihidrit" %	Kalcit%	Dolomit%
2 BRE	0-5	4.65	0.92	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	5-15	3.55	0.25	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	15-30	3.44	0.31	-	+	-	-	-	-	+	-	-
5 BRE	0-10	8.29	-	-	-	-	-	-	-	+	4	-
	10-30	6.45	0.37	-	+	-	-	-	-	+	5	-
	30-60	3.66	1.51	27-36	21-25	0-3	1-15	0-4	+	+	37	-
6 BRE	0-10	3.87	0.38	-	+	-	-	-	-	+	-	-
	10-25	3.23	0.30	-	+	-	-	-	-	+	-	-
	25-40	3.51	1.18	26-28	22-24	0-1	1-6	0-1	+	+	3	-
7 BRE	0-10	5.58	-	-	+	-	-	-	-	+	1	-
	10-20	5.17	2.71	46-64	25-34	0-8	4-39	0-11	-	+	1	-
	20-30	5.36	2.77	47-65	26-35	0-8	4-39	0-11	-	+	4	-
9 BRE	0-10	5.67	2.90	48-68	28-38	0-9	1-41	0-11	-	+	2	-
	10-30	4.26	2.09	36-49	22-29	0-6	1-28	0-7	-	+	8	-
	30-50	2.27	1.60	24-37	7-15	0-6	4-30	0-8	>24	>14	17	-
	50-70	1.85	1.41	20-33	5-12	0-6	1-28	0-7	>14	>8	20	-
12 BRE	0-5	6.79	-	-	+	-	-	-	-	+	6	6
	5-10	4.06	3.62	47-84	6-27	0-17	3-78	0-22	+	+	17	25
	10-20	5.32	2.54	44-60	27-36	0-7	1-32	0-9	+	+	3	11
	20-40	3.26	2.70	36-63	7-21	0-12	3-56	0-15	+	+	10	28
	40-50	0.63	11.00	83-90	-	+	+	+	>11	>6	23	57
13 BRE	0-10	7.02	0.49	-	+	-	-	-	-	+	2	ny
	10-30	6.12	0.58	-	+	-	-	-	-	+	5	0
	30-40	5.61	0.57	-	+	-	-	-	-	+	9	ny

A **vörösayagos rendzinák** esetén szintén tartomány szinten lehetett az agyagásványok mennyiségét megadni, illetve a goethit és/vagy „ferrihidrit” mennyiségét megbecsülni (19. táblázat).

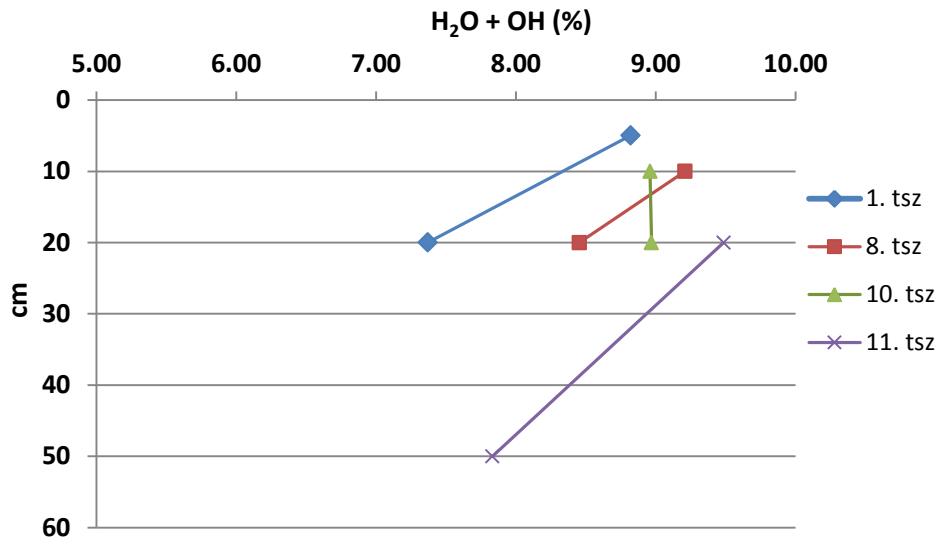
19. táblázat A vörösayagos rendzina (**VARE**) típusú talajszelvények víztartalmi értékei és ásvány fázisai talajszintenként; +: a **TG**, **DTG**, **HF** görbe alapján érzékelhető a jelenléte; -: nem jelenik meg a **TG**, **DTG**, **HF** görbén.

Talajszelvény	cm	H ₂ O%	OH%	ÖsszAA%	Szmektit %	Kaolinit%	Illit%	Goethit%	"Ferrihidrit" %	Kalcit%	Dolomit%
3 VARE	0-5	9.20	-	-	-	-	-	-	+	2	-
	5-30	5.98	2.47	47-58	34-40	0-5	2-24	-	+	1	-
	30-65	2.95	2.83	35-66	3-20	0-14	1-63	+	+	1	-
	65-100	2.91	3.53	40-75	0-19	3-19	2-72	>12	>7	-	-
	100-150	2.96	3.25	38-73	1-20	1-17	1-72	>18	>11	-	-
4 VARE	0-10	7.86	0.30	-	+	-	-	-	+	2	-
	10-30	3.65	3.47	43-81	4-24	0-17	2-77	+	+	-	-
	30-70	3.50	3.72	44-87	0-23	0-19	2-86	+	+	-	-
	70-100	3.23	3.40	41-79	1-21	0-17	3-79	>13	>8	-	-
	100-130	3.35	3.53	42-82	1-22	0-18	2-82	>16	>9	-	-

Korlátai ellenére a termoanalitika módszerét a talajtani kutatásokban már régóta használják a talajok ásványos összetételének mennyiségi és minőségi meghatározására, általában kombinálva vagy kiegészítve más eljárásokkal (KARATHANASIS & HARRIS 1994), mint például röntgen-diffrakcióval (XRD) (SZENDREI 1977; KARATHANASIS & HAJEK 1982; MARS ET AL. 2004; FÖLDVÁRI & KOVÁCS-PÁLFFY 2007; KOVÁCS-PÁLFFY ET AL. 2007; FEKETE ET AL. 2008). A két módszer kiegészíti egymást, és általuk részletesebb ásványtani ismeretekre tehetünk szert a talaj-vizsgálatok terén. Napjainkban a talaj szerves anyagainak termikus analízise különösen az érdeklődés középpontjába került, és egyre gyakrabban alkalmazzák az eredeti, kezeletlen talajok, vizsgálatára, mivel költséghatékony (nincs vegyszerköltség, fenntartásuk olcsó), mintaelőkészítési igénye alacsony, reprodukálható és információban gazdag módszer (PLANTE ET AL. 2009). SIEWERT (2004) szerint a termikus analízis által szolgáltatott eredmények bizonyítottan korrelálnak számos alapvető talajtulajdonsággal, ezért a jövőben helyettesíthet vagy kiegészíthet a talajanalízisben már használt költséges és kidolgozott eljárásokat. LEIFELD (2007) szerint a termoanalízis megfelelő módszernek bizonyul a talajban lévő szervesanyagok mennyiségi meghatározására, de KUMPIENE ET AL. (2011) arra jutott, hogy a természetes, kezeletlen talajok esetében meglehetősen nagy ennek a bizonytalansága termikus (TG) eljárással. ROVIRA ET AL. (2008) szerint termikus módszerekkel meghatározható a talaj szerves anyagának minősége, a szervesanyag-tartalomban tárolt energia mértékének meghatározása alapján. PLANTE ET AL. (2009) szerint a termikus analízis alapot szolgáltat arra, hogy meghatározzuk a talaj szerves anyagainak stabilitását, vizsgáljuk lebonthatóságát.

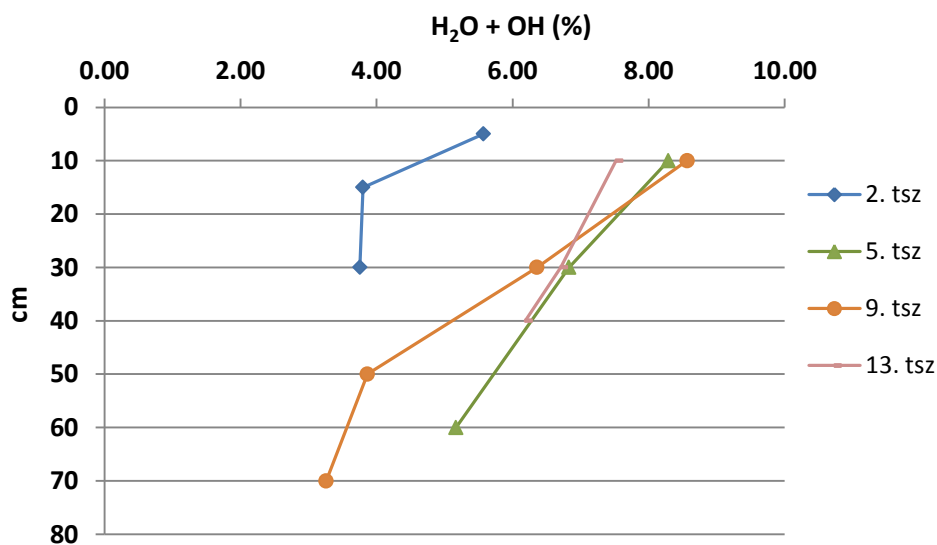
A szerves anyagok vízfelvétele többszörösen meghaladja az agyagásványok vízmegkötését, ezért a humusztartalom a talaj víztartó képességét nemcsak közvetve (a szerkezetkialakító szerepe révén), hanem közvetlenül is nagymértékben befolyásolja. A nagyobb szervesanyag-tartalom növeli a talaj víztartó képességét, így a talaj vízgazdálkodására gyakorolt hatása a jelentősebb (STEFANOVITS ET AL. 1999).

A különböző típusú rendzina talajszelvények molekuláris víz-, és szerkezeti (OH)-víztartalmának eredményei alapján a fekete rendzinák rendelkeznek a legmagasabb értékekkel, mely a talajszelvények magas szervesanyag-tartalmának köszönhető. A **fekete rendzinák** víztartalma a legfelső szerves anyag dús szintekben a legnagyobb és a talajszelvényekben lefelé haladva csökken (31. ábra).



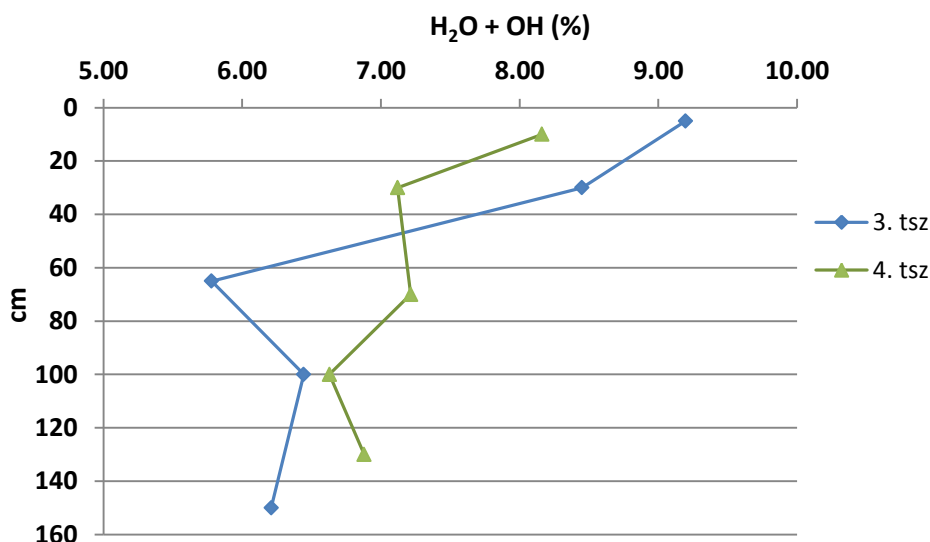
31. ábra Fekete rendzina talajszelvények víztartalma (H₂O%+OH%) a mélység függvényében

A **barna rendzina** szelvények a fekete rendzináknál kevesebb víztartalommal rendelkeznek, a csökkenő tendencia 4 szelvény esetén jellemző (2., 5, 9. és 13.) (32. ábra). A 6., 7. és 12. szelvény esetén nem volt egyértelműen kimutatható tendencia a talajszintek víztartalmára vonatkozóan.



32. ábra A (2.,5.,9.,13.) barna rendzina talajszelvények víztartalma (H₂O%+OH%) a mélység függvényében

A **vörösgyagos rendzina** típusoknál a víztartalom a szervesanyag-tartalomnak köszönhetően a legfelső talajszintekben a legnagyobb és lefelé jelentős csökkenés majd kisebb növekedések is megfigyelhetők, mely szoros összefüggésben van a talajszintek jelentős agyagtartalmával (33. ábra).



33. ábra A vörösayagos rendzina (**VARE**) talajszelvények víztartalma (H₂O+OH%) a mélység függvényében

A víztartalom vizsgálatának legelterjedtebb módszere a termoanalízis. A termikus görbe elején megjelenő, akár mindössze tizedszázaléknyi vizet jelző tömegcsökkenés a leggyorsabb jelzés a kezdeti mállás észlelésére, mert – a termikusan inaktív ásványok mellett – közvetlenül is észlelhető ez a nyomokban jelenlévő mállásra utaló kis reakció (FÖLDVÁRI 2008).

4.3.1.4. Összegzés

- A teljes talajminták minőségileg és mennyiségileg legjobban azonosítható ásványa a kalcit (és a dolomit), mely meglepő módon nem mindegyik talajmintában jelenik meg.
- A termoanalitikai elemzés során becsült szervesanyag-tartalom szignifikánsan összefügg a talajkémiai alapvizsgálatok során kapott humusztartalmi-értékekkel.
- A termoanalitikai felvételek alapján a vizsgált rendzina típusú talajokról megállapítható, hogy az ásványos összetételük, szervesanyag-tartalmuk, és ezáltal molekuláris és szerkezeti (OH)-víztartalmuk típusonként változó.
- A termoanalitikai vizsgálatok alapján az agyagásványok közül a szmektit a legjellemzőbb, valamint kaolinit, (klorit), illit, kalcit, dolomit és kvarc ásványok jellemzik a talajmintákat.
- A szerves anyag mellett valószínű az amorf „ferrihidrit” és/vagy goethit megjelenése.
- A fekete és barna rendzina talajoknál lehetséges ásvány még a pirit, a vörösayagos rendzináknál pedig az alumogoethit.
- Mivel a termikus elemzés során a legtöbb ásványra vonatkozóan csak becsült értékeket lehetett megadni (kivétel kalcit, dolomit), az eredmények alátámasztására röntgen-pordiffrakciós méréseket is végeztem.

4.3.2. Röntgen-pordiffrakció

A vizsgált talajszelvények ásványos összetételének megismerésére alkalmazott röntgen-diffraktometria vizsgálati módszer digitálisan tárolt felvételeinek mennyiségi kiértékelése teljes profil-illesztéses módszerrel történt. A kapott felvételek alapján összesítettem az ásványos összetételre vonatkozó eredményeket. Mivel egy talaj frakcióiban az ásványok minőségi ingadozása nem jelentős, a kristályos állapotról is hasonlóságot tételezhetünk fel, ezért a korrigált intenzitásokból megbízhatóan lehet következtetni valamely ásvány relatív mennyiségére (HARTYÁNI ET AL. 2008). A vizsgálat során a kristályos fázisok nem tették ki mindig a minta 100%-át, a különbséget a talajminták amorf tartalma adja. Az amorf fázisok mennyiségét a felvételekből közvetlenül nem lehetett meghatározni, ezért a megadott fázisszázalékok nem abszolút mennyiségek, csak a kristályos hányadon belüli százalékok. Ezek a mennyiségi összetételek tömegszázalékban (=fázisszázalékban) vannak megadva, általában 100%-ra normálva. A 13 talajszelvény relatív %-os ásványi összetételére kapott eredményeket külön rendzina típusonként foglaltam táblázatokba (20.-22. táblázat). A röntgen-diffrakciós mérések részletes felvételei az 5. mellékletben találhatóak.

20. táblázat A röntgen-diffrakciós mérések fekete rendzina (**FRE**) típusú talajszelvények ásványi összetételére vonatkozó eredményei talajszintenként (* illit is)

Talajszelvény	cm	Kvarc	Illit	Montmorillonit	Kaolinit	Plagioklász	Kálföldpát	Goethit	Kalcit	Dolomit	Kloritok
1 FRE	0-5	45	16	n.k.	12	16	3	5	3	n.k.	n.k.
	5-20	48	18	n.k.	15	6	5	5	3	n.k.	n.k.
8 FRE	0-10	40	5	5	15	5	5	5	15	n.k.	5
	10-20	45	5	5	5	12	5	3	15	n.k.	5
10 FRE	0-10	50	-	25*	n.k.	n.k.	n.k.	n.k.	20	n.k.	n.k.
	10-20	50	-	25*	6	5	4	n.k.	10	n.k.	n.k.
11 FRE	0-20	50	-	15*	15	12	4	n.k.	4	n.k.	n.k.
	20-50	50	-	12*	10	15	4	n.k.	7	2	n.k.

A **fekete rendzina** szelvényekben (20. táblázat) a kvarc mennyisége 40-50% közötti, az illit 5-18% közötti, a montmorillonit $\leq 5\%$, az illit/montmorillonit kevert szerkezetű ásványok mennyisége 12-25% között változik, a kaolinit $\leq 15\%$, a plagioklász $\leq 16\%$, a kálföldpáté és a goethit $\leq 5\%$. A kalcit mennyisége szelvényenként változó, mennyisége 3-20% között változik. Dolomit egy fekete rendzina szelvényben (12. talajszelvény) jellemző, mennyisége 2%, illetve klorit is csak egy szelvényben (9. talajszelvény) jelenik meg, mennyisége 5%.

21. táblázat A röntgen-diffrakciós mérések barna rendzina (**BRE**) típusú talajszelvények ásványi összetételére vonatkozó eredményei talajszintenként (* illit is; n.k. = nem kimutatható)

Talajszelvény	cm	Kvarc	Illit	Montmorillonit	Kaolinit	Plagioklász	Kálicföldpát	Goethit	Kalcit	Dolomit	Kloritok
2 BRE	0-5	40	18	5	5	8	10	4	n.k.	n.k.	10
	5-15	40	18	5	5	8	10	4	n.k.	n.k.	10
	15-30	40	18	5	5	8	10	4	n.k.	n.k.	10
5 BRE	0-10	40	8	5	15	10	10	n.k.	12	n.k.	n.k.
	10-30	45	8	5	8	10	8	5	10	1	n.k.
	30-60	25	5	5	10	5	5	5	40	n.k.	n.k.
6 BRE	0-10	45	9	5	8	12	8	3	n.k.	n.k.	10
	10-25	40	15	10	8	8	8	3	n.k.	n.k.	8
	25-40	35	10	10	8	12	10	5	2	n.k.	8
7 BRE	0-10	55	5	5	12	10	5	3	n.k.	n.k.	5
	10-20	45	5	10	10	14	8	3	n.k.	n.k.	5
	20-30	38	5	10	12	15	4	3	8	n.k.	5
9 BRE	0-10	50	7	5	15	6	6	5	1	n.k.	5
	10-30	42	7	6	12	8	5	5	10	n.k.	5
	30-50	35	10	5	8	8	8	5	15	n.k.	6
	50-70	35	10	5	8	8	6	5	17	n.k.	6
12 BRE	0-5	45	-	15*	6	8	2	n.k.	4	20	n.k.
	5-10	15	-	6*	5	8	8	n.k.	8	50	n.k.
	10-20	30	-	12*	5	8	2	8	10	25	n.k.
	20-40	25	-	8*	5	3	2	5	12	40	n.k.
	40-50	3	-	2*	3	2	n.k.	n.k.	10	80	n.k.
13 BRE	0-10	55	-	20*	5	10	8	n.k.	n.k.	2	n.k.
	10-30	55	-	12*	5	10	8	n.k.	10	n.k.	n.k.
	30-40	50	6	10*	5	10	6	n.k.	10	3	n.k.

A **barna rendzina** szelvények (21. táblázat) ásványi összetételét tekintve a kvarc mennyisége 3-55% között váltakozik szelvényenként és szintenként, de a felső talajszintekben mennyisége 40-55% közötti. Az illit mennyisége 5-18% között, a montmorillonit 5-10% között, az illit/montmorillonit kevert szerkezetű agyagásványok mennyisége 2-20% között, a kaolinité 3-15% között, a plagioklászé 2-15% között változik, a kálicföldpáté $\leq 10\%$, a goethité $\leq 8\%$. A kalcit mennyisége 3 barna rendzina szelvényben (2., 6. és 7.) nem jelentős, míg a másik 4 barna rendzina talajszelvényben (5., 9., 12. és 13.) jelentősebb mennyiséget képvisel. A dolomit 3 barna rendzina szelvényben jelenik meg; az 5. és a 13. talajszelvényben mennyisége $\leq 1\%$, illetve $\leq 3\%$. A 12. talajszelvényben mennyisége 20-80% közötti és az összes talajszintre jellemző, melynek oka, hogy az alapkőzet itt nagy valószínűséggel nem mészkő, hanem dolomit. A kloritok leginkább a barna rendzina típusú talajszelvényekre jellemzőek, melyek közül 4 szelvényben fordulnak elő, mennyiségük 5-10% között változik.

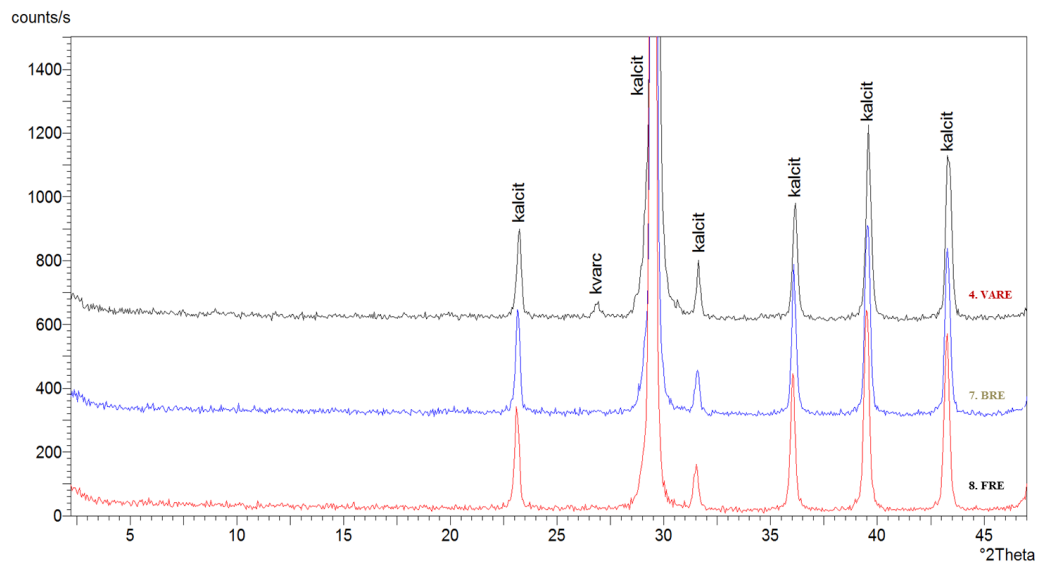
22. táblázat A röntgen-diffrakciós mérések vörösayagos rendzina (**VARE**) típusú talajszelvények ásványi összetételére vonatkozó eredményei talajszintenként (n.k. = nem kimutatható)

Talajszelvény	cm	Kvarc	Illit	Montmorillonit	Kaolinit	Plagioklász	Kálicföldpát	Goethit	Kalcit	Dolomit	Kloritok
3 VARE	0-5	40	22	5	10	8	5	8	2	n.k.	n.k.
	5-30	42	18	5	15	6	3	10	1	n.k.	n.k.
	30-65	42	20	5	20	2	1	10	n.k.	n.k.	n.k.
	65-100	35	24	9	20	1	1	10	n.k.	n.k.	n.k.
	100-150	44	24	5	15	n.k.	n.k.	12	n.k.	n.k.	n.k.
4 VARE	0-10	60	13	n.k.	20	n.k.	n.k.	5	2	n.k.	n.k.
	10-30	60	5	10	15	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.
	30-70	50	5	10	25	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.
	70-100	45	12	10	23	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.
	100-130	45	10	10	25	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.

A **vörösagyagos rendzinák** (22. táblázat) kvarc tartalma 35-60% közötti. Az illit mennyisége 5-24% közötti, a montmorillonit $\leq 10\%$, a kaolinité 10-25% közötti, a plagioklászé $\leq 8\%$, a kálföldpáté $\leq 5\%$, az alumogothit 5-12% közötti. A kalcit mennyisége ezekben a talajszelvényekben $\leq 2\%$ és nem jellemző mindegyik talajszintre. Dolomit és klorit ásványok nem jellemzőek ezekben a szelvényekben. A 3. talajszelvény 5-30, 30-65 és 65-100 cm-es talajszintjeiben rutil ásvány is előfordult, de nagyon csekély mennyisége (0,5-1%) miatt nem tüntettem fel a táblázatban.

4.3.2.1. Az alapkőzet vizsgálata röntgen-pordiffrakcióval

Három alapkőzetből származó kőzetminta röntgen-diffrakciós vizsgálata is megtörtént, melynek célja, hogy bizonyítást nyerjen az a tény, hogy a nagy mennyiségű szilikátos málladék nem az alapkőzetként jellemzett mészkőből származik. A 4. talajszelvény – vörösagyagos rendzina, a 7. talajszelvény – barna rendzina és a 8. talajszelvény – fekete rendzina C-szintjeiből származó mészkő vizsgálatának eredménye alapján tiszta kalcitról van szó (34. ábra). A vörösagyagos rendzina esetén kevés kvarc, és minimális rétegszilikát előfordul a kalcit mellett, de mennyiségük nagyon csekély (0,5%), a kalcit tisztasága 99,5%.



34. ábra A mészkő alapkőzetek röntgen-diffrakciós felvételei. A vizsgálatban használt alapkőzet minták az 4. sz. vörösagyagos rendzina talajszelvény, a 7. sz. barna rendzina talajszelvény és a 8. sz. fekete rendzina talajszelvény (HE9-119) alapkőzeteiből származnak.

4.3.2.2. Összegzés

- Az ásványi összetételt tekintve a kvarc az összes talajszelvényben jelentős mennyiséget képvisel.
- Agyagásványok közül az illit, a montmorillonit és a kaolinit, illetve az illit/montmorillonit közberétegzett szerkezetek jellemzőek a talajszelvényekre. A kloritok 5 szelvényben jelennek meg, melyek közül 4 barna rendzina és 1 fekete rendzina.
- A földpátok közül plagioklász és kálföldpát jellemző a szelvényekben.
- Az oxidok-hidroxidok közül a goethit is megtalálható volt mindegyik szelvényben; a vörösagyagos rendzinákban alumogothitként fordult elő és mennyisége lefelé nőtt a talajszelvényekben.
- A 3. vörösagyagos rendzina talajszelvény néhány talajszintjében, csekély mennyiségben rutil is előfordult.

- A mészkövön képződött talajok legfontosabb ásványa a kalcit mennyiségére vonatkozóan meglepő adat, hogy néhány talajszelvényben mennyisége nem jelentős vagy nem kimutatható. A többi talajszelvényben jelentősebb mennyisége még így is kevesebb, mint a kvarc ásványé.
- A dolomit 4 talajszelvényben jelenik meg, de mennyisége csupán a 12. talajszelvény (**BRE**) esetén kiemelkedő, mely dolomit kőzetet tartalmaz.
- Az alapkőzet XRD-vizsgálata tiszta kalcitból álló mészkő kőzeteket jelez.

4.3.3. A termoanalitikai és a röntgen-pordiffrakciós eredmények összehasonlítása

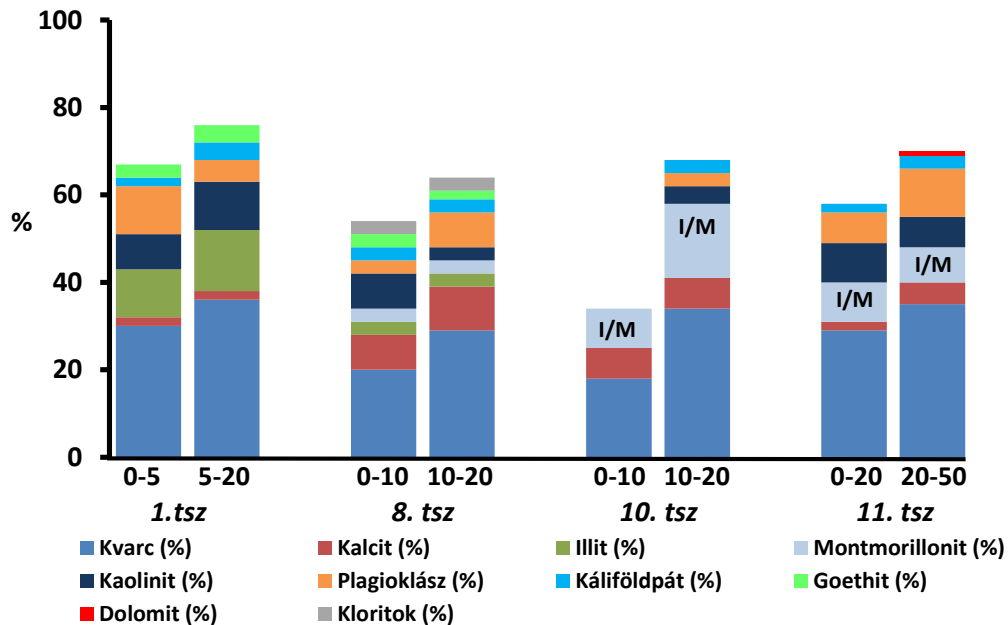
A két módszer együttes alkalmazása a minták fázisainak teljesebb megismerését teszi lehetővé. A termoanalitika módszerével a szerves fázisok minőségi elemzése közelítőleg lehetséges, a mennyiségi meghatározására pedig igen jó becslés adható – mindez a kristályos fázisok jelenléte mellett. A röntgen-diffrakcióval kapott eredmények a kristályos fázisokra érvényes 100%-ra normált értékek. A termoanalitikai mérésekből számított szerves anyag mennyisége alapján átszámítottam a röntgen-pordiffrakcióval kapott kristályos fázisok relatív %-os arányait a talajszelvényeken belül. A kapott eredményeket a következő táblázatban foglaltam össze (23. táblázat).

23. táblázat A röntgen-diffrakcióval kapott kristályos fázisok átszámítása a termoanalitika módszerével mért szervesanyag-tartalomra becsült mennyiségek (%) alapján (*illit is (illit/montmorillonit közberétegzett szerkezet), n.k. = nem kimutatható) talajszelvényenként és talajszintenként a különböző rendzina típusokban

Talajszelvény	cm	Kvarc	Illit	Montmorillonit	Kaolinit	Plagioklász	Kálföldpát	Goethit	Kalcit	Dolomit	Kloritok	Szerves anyag
1 FRE	0-5	30	11	n.k.	8	11	2	3	2	n.k.	n.k.	34
	5-20	36	14	n.k.	11	5	4	4	2	n.k.	n.k.	25
8 FRE	0-10	20	3	3	8	3	3	3	8	n.k.	3	50
	10-20	29	3	3	3	8	3	2	10	n.k.	3	36
10 FRE	0-10	18	n.k.	9*	n.k.	n.k.	n.k.	n.k.	7	n.k.	n.k.	65
	10-20	34	n.k.	17*	4	3	3	n.k.	7	n.k.	n.k.	32
11 FRE	0-20	29	n.k.	9*	9	7	2	n.k.	2	n.k.	n.k.	42
	20-50	35	n.k.	8*	7	11	3	n.k.	5	1	n.k.	30
2 BRE	0-5	33	15	4	4	7	8	3	n.k.	n.k.	8	17
	5-15	36	16	4	4	7	9	4	n.k.	n.k.	9	11
	15-30	37	17	5	5	7	9	4	n.k.	n.k.	9	7
5 BRE	0-10	26	5	3	10	7	7	n.k.	8	n.k.	n.k.	34
	10-30	37	7	4	7	8	7	4	8	1	n.k.	19
6 BRE	30-60	23	5	5	9	5	5	5	37	n.k.	n.k.	7
	0-10	40	8	4	7	11	7	3	n.k.	n.k.	9	12
	10-25	37	14	9	7	7	7	3	n.k.	n.k.	7	7
7 BRE	25-40	33	10	10	8	11	10	5	2	n.k.	8	5
	0-10	44	4	4	10	8	4	2	n.k.	n.k.	4	21
	10-20	39	4	9	9	12	7	3	n.k.	n.k.	4	13
9 BRE	20-30	34	4	9	11	13	4	3	7	n.k.	4	11
	0-10	40	6	4	12	5	5	4	n.k.	n.k.	4	20
	10-30	37	6	5	11	7	4	4	9	n.k.	4	11
12 BRE	30-50	34	10	5	8	8	8	5	15	n.k.	6	2
	50-70	34	10	5	8	8	6	5	17	n.k.	6	1
	0-5	36	n.k.	12*	5	6	2	n.k.	3	16	n.k.	20
13 BRE	5-10	14	n.k.	5*	5	7	7	n.k.	7	46	n.k.	9
	10-20	28	n.k.	11*	5	8	2	8	9	24	n.k.	5
	20-40	24	n.k.	8*	5	3	2	5	12	38	n.k.	4
	40-50	3	n.k.	2*	3	2	n.k.	n.k.	10	79	n.k.	1
3 VARE	0-10	44	n.k.	16*	4	8	6	n.k.	n.k.	2	n.k.	21
	10-30	47	n.k.	10*	4	9	7	n.k.	9	n.k.	n.k.	15
	30-40	44	5	9*	4	9	5	n.k.	9	3	n.k.	12
4 VARE	0-5	26	14	3	6	5	3	5	1	n.k.	n.k.	36
	5-30	36	16	4	13	5	3	9	1	n.k.	n.k.	13
	30-65	41	20	5	20	2	1	10	n.k.	n.k.	n.k.	2
	65-100	35	24	9	20	1	1	10	n.k.	n.k.	n.k.	1
	100-150	43	24	5	15	n.k.	n.k.	12	n.k.	n.k.	n.k.	2
4 VARE	0-10	48	10	n.k.	16	n.k.	n.k.	4	2	n.k.	n.k.	21
	10-30	58	5	10	15	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.	3
	30-70	49	5	10	24	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.	2
	70-100	44	12	10	23	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.	1
	100-130	44	10	10	25	n.k.	n.k.	10	n.k.	n.k.	n.k.	2

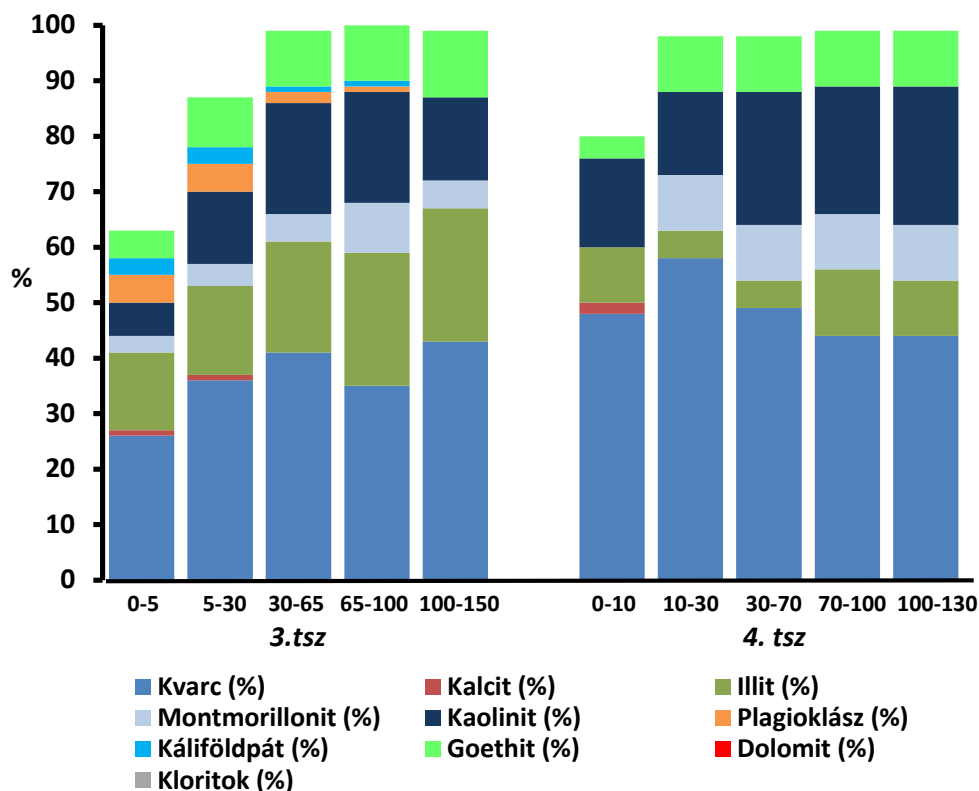
Az átszámított eredmények alapján az ásványi összetétel a különböző rendzina altípusoknál a következőképpen alakul:

A **fekete rendzina** talajok szervesanyag-tartalma a legnagyobb a három altípus közül; a felső szerves talajszintekben: 34-65%, az alsó talajszintekben: 25-36% a vizsgált talajszelvényekre nézve. A kvarc mennyisége 18-36% közötti, az illit $\leq 14\%$, a montmorillonit $\leq 3\%$, az illit/montmorillonit közberétegzett szerkezeteké 8-17% közötti, a kaolinité és a plagioklászé $\leq 11\%$, a kálföldpáté és a goethité $\leq 4\%$, a kalcit 2-10% közötti értékeket mutat. A 9. szelvényben jellemzőek még a kloritok, de mennyiségük csupán 3%, illetve a 12. talajszelvényben dolomit is megjelenik, mennyisége 1%. A fekete rendzina ásványainak eloszlása a szerves anyaggal korrigált átszámolást követően a 35. ábrán látható.



35. ábra A fekete rendzina talajszelvények ásványainak eloszlása talajszintenként (I/M: illit/montmorillonit közberétegzett szerkezet)

A **barna rendzina** talajok szervesanyag-tartalma a legfelső talajszintekben 12-34% közötti, az ez alatti talajszintekben 1-19% közötti a vizsgált talajszelvényekre nézve. A kvarc mennyisége 14-47% közötti (a 12. talajszelvény legalsó talajszintjében 3%), az illit $\leq 17\%$, a montmorillonit 3-10% közötti, az illit/montmorillonit 2-16% közötti, a kaolinit 3-12% közötti, a plagioklászé 2-13% közötti, a kálföldpáté $\leq 10\%$, a goethité $\leq 8\%$, a kloritoké $\leq 9\%$ -os értékeket mutat. A kalcit 5 talajszelvény felső talajszintjében nem kimutatható (néhány szelvény esetén (2., 6., 7.) az alatta lévő szintekben sem). Jelentősebb kalcit mennyiség a szelvények alsó talajszintjeire jellemző, legnagyobb értéke 37%, legkisebb 2%). A 9. és a 12. talajszelvényben szinte végig jellemző a kalcit, mennyisége – az alapkőzetnek megfelelően – lefelé haladva nő a szelvényekben. A dolomit tartalom a 12. talajszelvényben jelentős, mennyisége 16-79% közötti, a többi szelvényben csekély mennyiségű $\leq 3\%$ (36. ábra).



37. ábra A vörösayagos rendzina talajszelvények ásványainak eloszlása talajszintenként

A szerves anyag mennyiségével számolva a kristályos fázisok arányainak változása a fekete rendzina szelvények esetén az összes ásványra jellemző. A legszembetűnőbb változás a kalcit és kvarc tartalmakat érinti (kalcit 3-20% → 2-10%; kvarc 40-50% → 18-36%), melynek oka valószínűleg, az hogy a fekete rendzina talajokban jelentős hányadot képvisel a szerves anyag (25-65%). A többi talajtípust tekintve jelentős mértékben a kalcit és kvarc tartalmaknál tapasztalható változás, a többi kristályos fázis esetén jelentősebb eltérés nincs, csak minimális csökkenés tapasztalható a százalékos értékekben (24. táblázat). A kalcit és kvarc tartalmának csökkenése vagy eltérése abból eredhet, hogy ez nem a teljes minta, hanem csak a kristályos rész, amit a szerves törmelék kihígít.

Az eredmények alapján úgy vélem a termoanalitika módszere alkalmasabb és pontosabb a talajminták kalcit-tartalmának mennyiségi kiértékelésére, mely nagy előnye a röntgen-diffrakciós módszerrel szemben. A termoanalitikai vizsgálat hiánypótló jellegű a mészkövön képződött talajok ásványtani (főleg a karbonát-tartalmának) kutatásában, annak ellenére, hogy napjainkban sokszor háttérbe szorul a többi magyműszeres analitikai eljárással szemben a talajásványtani kutatásokban.

24. táblázat A 100%-ra normált kristályos fázisok arányai és a termoanalitika alapján kapott szervesanyag-tartalom szerint átszámolt ásvány fázisok arányai (*csak egy szelvényre jellemző; **FRE** – fekete rendzina, **BRE** – barna rendzina, **VARE** – vörösgyagos rendzina)

Ásvány	100%-ra normált kristályos	Szerves anyaggal korrigált	100%-ra normált kristályos	Szerves anyaggal korrigált	100%-ra normált kristályos	Szerves anyaggal korrigált
Ásvány	FRE	FRE	BRE	BRE	VARE	VARE
Kvarc	40-50%	18-36%	3-55%	3-47%	35-60%	26-58%
Illit	≤18%	≤14%	≤18%	≤17%	5-24%	5-24%
Montmorillonit	≤5%	≤3%	5-10%	3-10%	≤10%	≤10%
Illit/montmorillonit	12-25%	8-17%	2-20%	2-16%	-	-
Kaolinit	≤15%	≤11%	3-15%	3-12%	10-25%	6-25%
Plagioklász	≤16%	≤11%	2-15%	2-13%	≤8%	≤5%
Káliföldpát	≤5%	≤4%	≤10%	≤10%	≤5%	≤3%
Goethit	≤5%	≤4%	≤8%	≤8%	5-12%	4-12%
Kloritok	≤5% *	≤3% *	≤10%	≤9%	n.k.	n.k.
Kalcit	3-20%	2-10%	≤8%	≤7%	≤2%	≤2%
			≤40%	≤37%		
Dolomit	≤2% *	≤1% *	≤3%	≤3%	n.k.	n.k.
			20-80%	16-79%		
Szerves anyag		≤25-65%		≤1-34%		≤1-36%

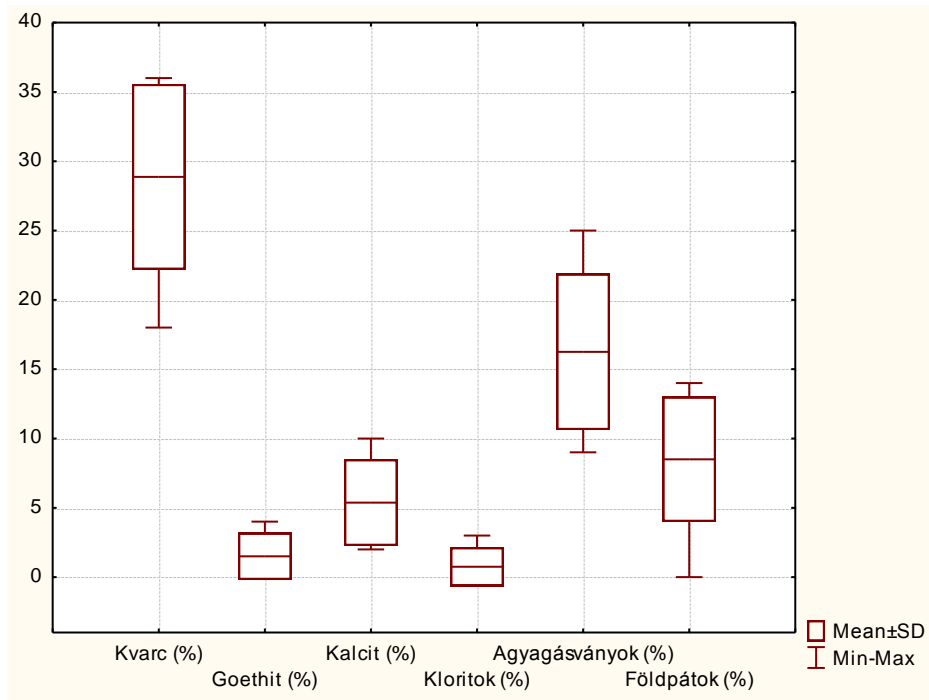
Az ásványok közötti összefüggéseket tekintve rendzina típusonként a következő megfigyeléseket tettem:

- A **fekete rendzina** talajok ásványainak eloszlását tekintve a kalcit-tartalom a talajszelvényekben lefelé növekedést mutat, mely az alapkőzet közelségével magyarázható. A kvarc nagyobb részarányának oka a felső talajszintekben az intenzív mállással szembeni ellenállóképességének köszönhető. A többi ásványra nézve jellegzetes növekedési-csökkenési tendenciát a sekély termőrteg vastagság miatt nem lehet megállapítani.
- A vizsgált **barna rendzina** szelvények ásványai közötti összefüggéseket tekintve a kvarc mennyisége a kalcit mennyiségével ellentétes tendenciát mutat. A kvarc nagyobb részaránya néhány talajszelvényben egészen 30 cm-ig jellemző, majd mennyisége csökken a talajszelvényekben lefelé haladva. A többi ásványnál jellegzetes növekedési-csökkenési tendencia nem látható talajszintenként. Az agyagásványok esetén az illit és a montmorillonit mennyisége a 30 cm-es talajszintben/től kismértékű (1-6%-os) dúsulást mutat, a felső szintekben mennyisége kevesebb. Ennek oka valószínűleg az agyagbemosódás folyamata, mely a felső szintekben kisebb, az alatta lévő talajszintekben nagyobb szmektit értékeket eredményez, hasonlóan a szakirodalomban leírt agyagbemosódási folyamathoz (STEFANOVITS 2003).
- A **vörösgyagos rendzina** talajok ásványai közötti összefüggéseket tekintve a kvarc- és a kalcit-tartalom között nincs összefüggés mivel ezekben a szelvényekben a kalcit mennyisége ≤2%. A humusztartalom is csak a legfelső talajszintekben mutat magasabb értéket. A kvarc részaránya nem csak a felszíni rétegekben nagyobb, hanem az egész talajszelvényben.

4.3.3.1. Összegzés

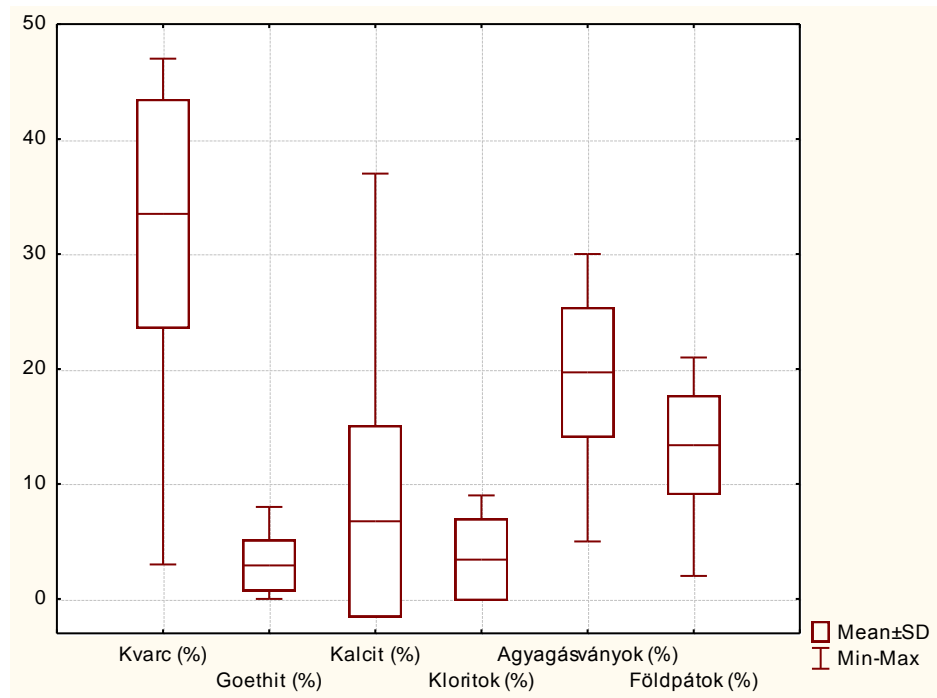
- A termoanalitikai és röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok alapján az összes vizsgált **fekete rendzina** talajszelvény jellegzetes ásványai a kvarc, az agyagásványok (illit, illit/montmorillonit, kaolinit), a földpátok (plagioklász, káliföldpát), a kalcit. A goethit, a kloritok és a dolomit (az ábrán nincs

feltüntetve, mivel egyetlen talajszintben fordul elő 1%-os értékkel) ezekben a talajokban nem annyira jellemzőek. Az ásványok egymáshoz viszonyított eloszlását a 38. ábra mutatja.



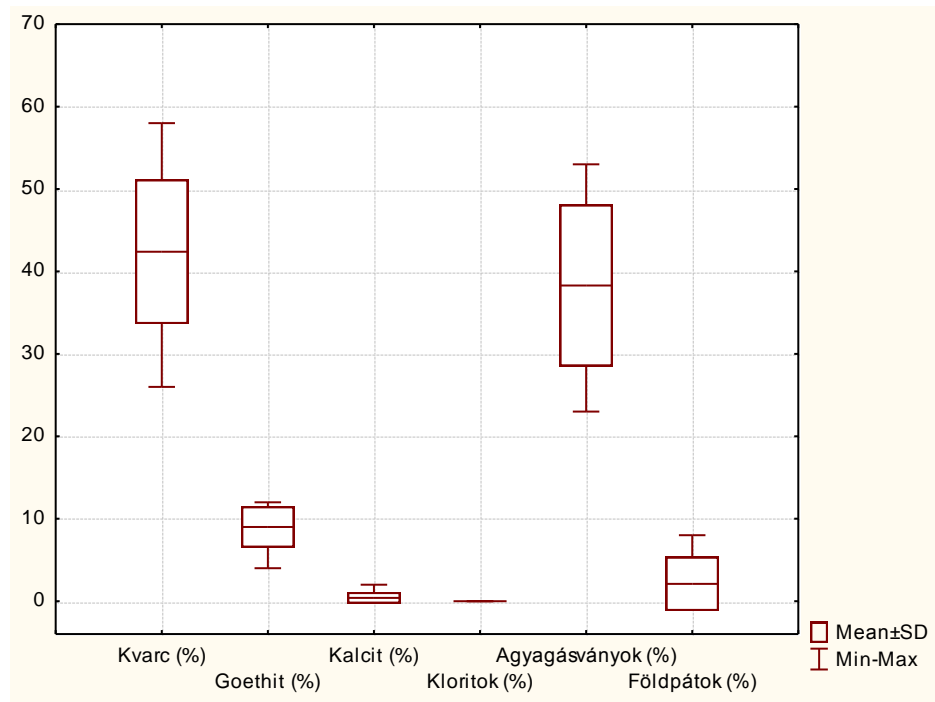
38. ábra Ásványok mennyiségi eloszlása a fekete rendzina (FRE) talajszelvények talajszintjeiben (n=8). Átlag ± szórás; a hibásávok a minimum és maximum értékeket jelölik

- A **barna rendzinák** jellegzetes ásványai a kvarc, az agyagásványok (illit, illit/montmorillonit, kaolinit), a földpátok (plagioklász, káliföldpát), melyek mindegyik talajszelvényben előfordulnak. A többi ásvány, mint a goethit, a kloritok, a kalcit nem mindegyik talajszelvényre jellemzőek. A dolomit tartalom nincs feltüntetve az ábrán, a dolomit alapkőzetű 13. talajszelvény kiugró értékei miatt. A barna rendzinák ásványainak eloszlását a 39. ábra mutatja.



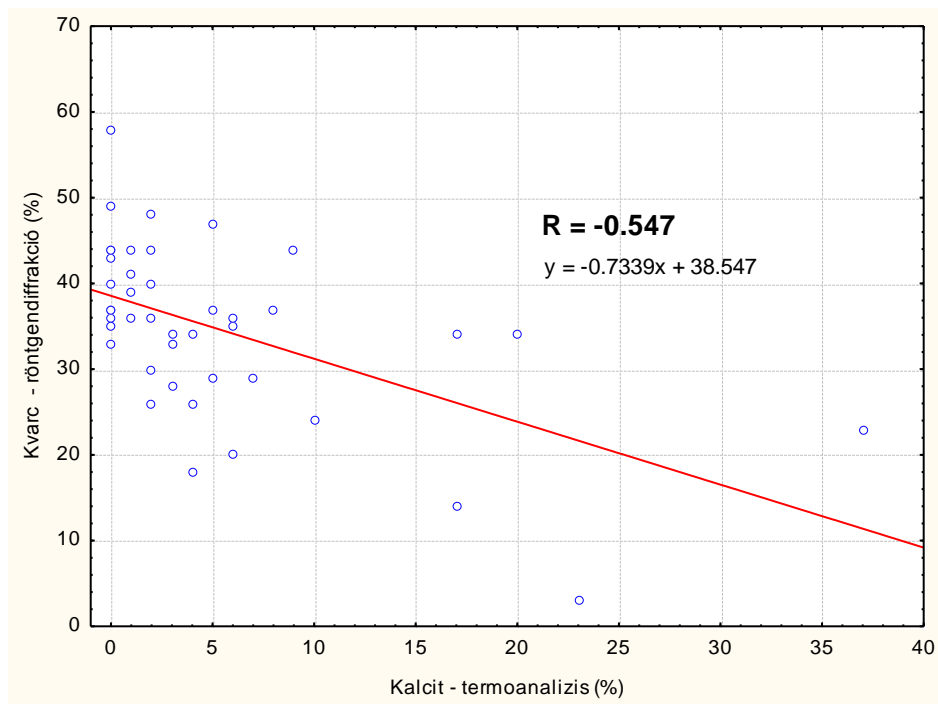
39. ábra Ásványok mennyiségi eloszlása a barna rendzina (**BRE**) talajszelvények talajsintjeiben (n=24). Átlag ± szórás; a hibásávok a minimum és maximum értékeket jelölik

- A **vörösagyagos rendzinák** jellegzetes ásványai – és egyben ezekben a szelvényekben mutatják a legnagyobb mennyiséget –, a kvarc, az agyagásványok (illit, montmorillonit, kaolinit) és az alumogoethit. A földpátok (plagioklász, kálföldpát) és a kalcit (1-2%) nagyon csekély mennyiségben található ezekben a szelvényekben, illetve dolomit és kloritok egyáltalán nem jellemzőek. A vörösagyagos rendzinák ásványainak eloszlását a 40. ábra mutatja.



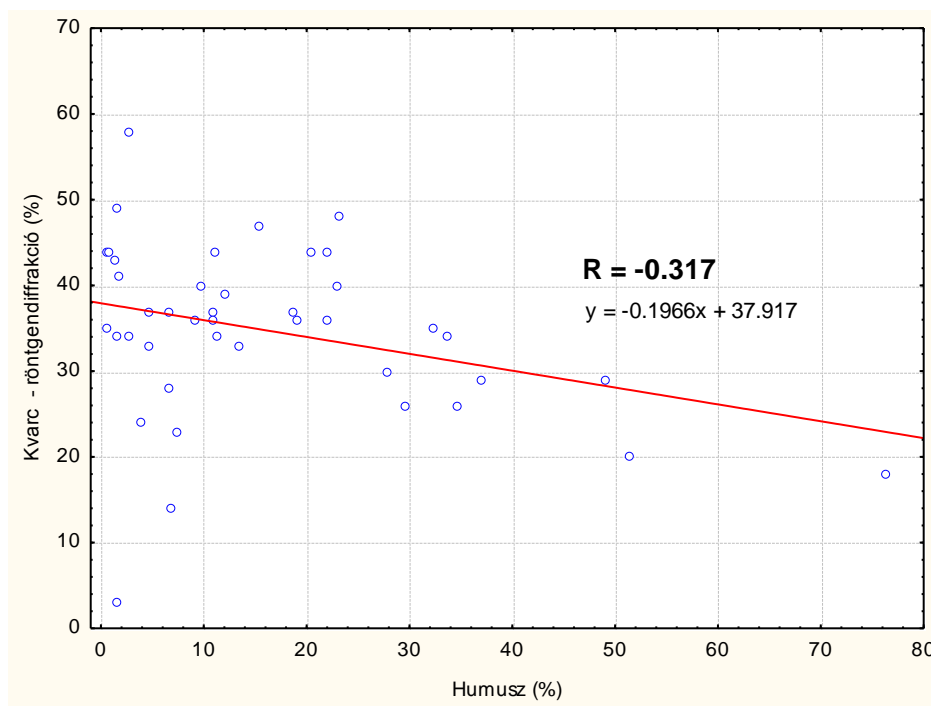
40. ábra Ásványok mennyiségi eloszlása a vörösbagyagos rendzina (**VARE**) talajszelvények talajszintjeiben (n=10). Átlag ± szórás; a hibaszávok a minimum és maximum értékeket jelölik

- Az eredmények alapján a különböző rendzina típusok ásványi összetétele a fekete és barna altípusokat tekintve mennyiségileg tér el egymástól, míg a vörösbagyagos rendzina típusoknál minimális minőségi változás (kloritok és dolomit hiánya) is észlelhető.
- Az összes vizsgált talajszelvényre nézve a kvarc- és a termoanalízissel kapott kalcit-tartalom között szignifikáns negatív kapcsolat mutatható ki (41. ábra). A felső talajszintekben a kvarc magas mennyiségi értékeihez alacsony kalcit-tartalmi értékek párosulnak, míg az alsó talajszintekben a kalcit dominál, a kvarc mennyiségek jelentősen alacsonyabbak. Ez az összefüggés, a két ásvány különböző forrásból való származását igazolja.



41. ábra A röntgen-diffrakcióval mért kvarc-tartalom, illetve a termoanalízissel mért kalcit-tartalom közötti összefüggések az összes talajszelvény összes mintájára nézve (n=42). Korrelációs együttható kritikus értéke n=42, $p < 0.05$ esetén $|R| \geq 0.304$

- A kvarc-tartalom az összes vizsgált talajszelvényre nézve gyenge szignifikáns negatív összefüggést mutat a szervesanyag-tartalommal (42. ábra). A kvarcot a mállásnak ellenálló ásványnak tartják, oldódása kismértékű, azonban a szerves anyag, Si-szerves molekula komplexeket alkotva megnövelheti a kvarc oldódását is (SZENDREI 1994a). A humuszfelhalmozódás a kvarc eloszlásának relatív csökkenését okozza.



42. ábra A kvarc-tartalom és a humusztartalom közötti összefüggés az összes talajszelvény összes mintájára nézve (n=42). Korrelációs együttható kritikus értéke n=42, p<0.05 esetén $|R| \geq 0.304$

4.3.4. A talajszelvények kalcit-tartalmának összehasonlítása a különböző mérési módszerek eredményei alapján

A karbonátok mennyiségére vonatkozó mérések eredményeinek összehasonlítását a 2 mm átmérőjű szitán átszitált teljes talajmintákból végeztem, ahol a szerves anyag is jelen van, melyet figyelembe kell venni az eredmények kiértékelésekor. A három módszer közül (termoanalízis, röntgen-diffrakció, Scheibler-féle módszer) a termoanalízissel kapott eredményeket tartom a legrelevánsabbnak, hiszen ott a szerves anyag csúcsa nem zavarja a karbonátok mennyiségének kimérését, míg a röntgen-diffrakciós elemzés során kapott összesített eredményeknél figyelembe kell venni, hogy ez relatív mennyiség, hiszen a szerves illetve amorf anyagok mennyisége nem szerepel az összesítésben, kimérésének nehézsége miatt. A Scheibler-féle módszer a fejlődő CO₂ mennyiségét méri, ahol a teljes talajmintában szintén számolni kell a talaj szerves anyagainak jelenlétével, mely megnövelheti a kapott eredményt, valamint a minta összes karbonát-tartalmát méri, melybe a dolomit-tartalom is beletartozik. A három módszer pontosságát a relatív szórás értékek alapján, a vizsgált bükki talajokra nézve adom meg, melyet a 25. táblázatban foglaltam össze.

25. táblázat A különböző kalcit-meghatározási módszerek relatív szórás (c_v)-tartománya és a relatív szórások átlagértéke a vizsgált bükki talajminták esetében. *Dr. Sajó István közlése alapján

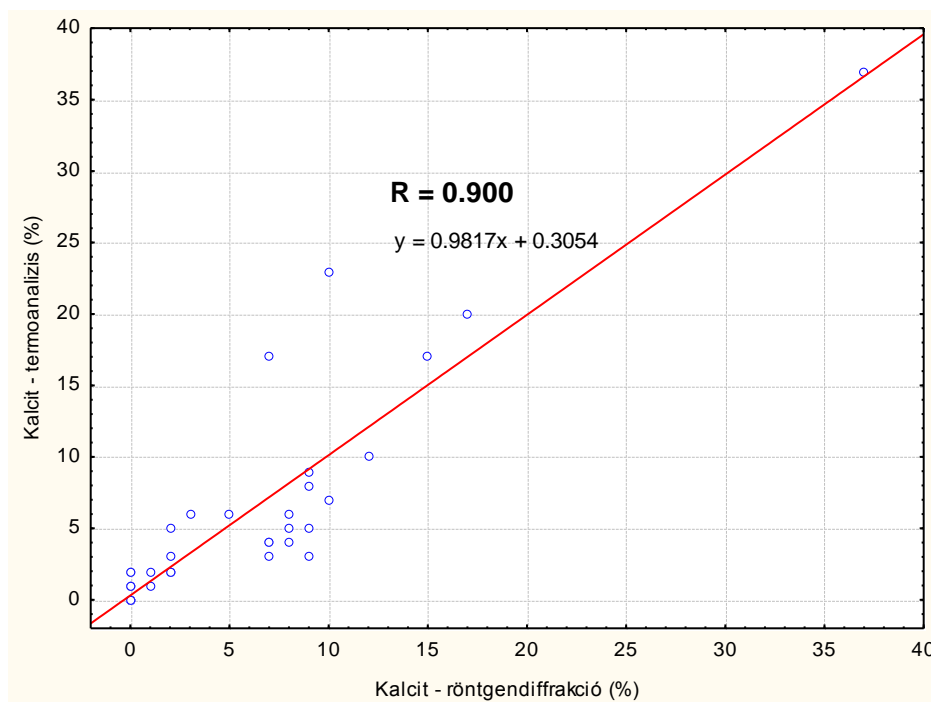
	c_v (%)	átlag c_v (%)
Termoanalízis	3-18	9
Röntgen-diffrakció*	5-10	7.5
Scheibler-kalciméter	8-28	15
	dolomitos mintákra: 18-84	dolomitos mintákra: 42

A táblázatból látható, hogy a Scheibler-féle módszernek van a legnagyobb hibahatára a három módszer közül a bükki talajmintákra nézve. Az eredmények elemzését csak a kalcit-tartalomra vonatkozóan foglaltam össze a következő táblázatban (26. táblázat); a 12. talajszelvényt jelentős dolomit-tartalma miatt kihagytam az elemzésből.

26. táblázat A kalcit mennyiségére kapott eredmények a Scheibler-féle, a röntgen-pordiffrakciós (XRD) és a termoanalitika (TG) vizsgálati módszerekkel

Talajszelvény	cm	CaCO ₃ % Scheibler	CaCO ₃ % XRD	CaCO ₃ % TG	Talajszelvény	cm	CaCO ₃ % Scheibler	CaCO ₃ % XRD	CaCO ₃ % TG	
1 FRE	0-5	n.k.	3	2	9 BRE	0-10	5	1	2	
	5-20	n.k.	3	2		10-30	12	10	8	
8 FRE	0-10	10	15	6		30-50	20	15	17	
	10-20	9	15	7		50-70	23	17	20	
10 FRE	0-10	7	20	4		13 BRE	0-10	6	0	2
	10-20	7	10	3			10-30	9	10	5
11 FRE	0-20	5	4	5	30-40		13	10	9	
	20-50	7	7	6	3 VARE	0-5	n.k.	2	2	
2 BRE	0-5	n.k.	0	0		5-30	6	1	1	
	5-15	n.k.	0	1		30-65	3	0	1	
	15-30	n.k.	0	1		65-100	6	0	0	
5 BRE	0-10	6	12	4	100-150	4	0	0		
	10-30	7	10	5	4 VARE	0-10	5	2	2	
	30-60	35	40	37		10-30	5	0	0	
6 BRE	0-10	4	0	1		30-70	5	0	0	
	10-25	4	0	1		70-100	5	0	0	
	25-40	5	2	3		100-130	4	0	0	
7 BRE	0-10	4	0	1						
	10-20	4	0	1						
	20-30	7	8	4						

A vizsgált talajszelvények kalcit-tartalmi eredményei alapján látszik, hogy azokban a talajszelvényekben ahol nagyon kevés vagy nincs karbonát a röntgen-diffrakció és a termoanalitika eredményei alapján, ott a Scheibler-féle kalciméteres módszer legtöbbször fölé mér ezeknek az értékeknek. Ahol a röntgen-diffrakciós módszerrel kapott eredmények nagyobb értékeket mutatnak a termoanalitika módszerével mért mennyiségeknél, ott a korábban már említett probléma részben az, hogy ez nem a teljes minta, hanem csak a kristályos rész kalcit-tartalma, amit a szerves anyag kihígít. A szerves anyaggal korrigált röntgen-diffrakciós eredmények és a termoanalitika módszerével kapott kalcit értékek között azonban pozitív szignifikáns kapcsolat mutatható ki (43. ábra). Ez is jelzi, hogy a talajminták kalcit tartalmának mennyiségi meghatározására mindkét módszer alkalmas és ugyanazt az eredményt szolgáltatja. A röntgen-diffrakciós módszernél azonban elengedhetetlen a kalcit-tartalomra kapott eredmények szerves anyaggal való korrekciója, melyhez kiegészítő mérések szükségesek (humusztartalom-meghatározás). A termoanalízis esetében a kalcit tartalom abszolút értékét közvetlenül egy mérésben meg tudjuk határozni.



43. ábra A röntgen-diffrakcióval és a termoanalízissel kapott kalcit-tartalmak közötti összefüggés az összes talajszelvény összes talajmintájára nézve (n=42). Korrelációs együttható kritikus értéke n=42, $p < 0.05$ esetén $|R| \geq 0.304$

A termoanalitika módszerével mért kalcit-tartalmi eredmények alapján:

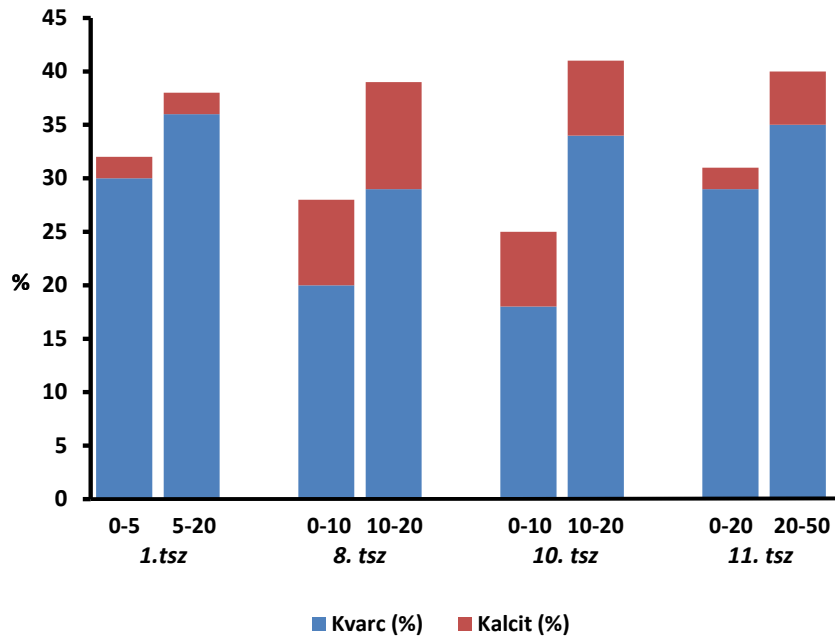
- a **fekete rendzina** talajok kalcit-tartalma az összes talajszelvényt tekintve 2-7% közötti.
- az összes **barna rendzina** talajszelvényt tekintve, kalcit-tartalmuk 0-37% között változik. A nagyobb kalcit értékek két szelvény esetén (5. és 9. talajszelvény) 30 cm-től a szelvény aljáig jellemzőek (5. talajszelvény: 37%, 9. talajszelvény: 17-20%), de a felső talajszeintekben a kalcit értékek 2-8% közöttiek. A többi barna rendzina szelvényt tekintve 0-9% közötti kalcit értékek jellemzőek.
- A **vörösagyagos rendzinák** kalcit-tartalma a legkevesebb, mindössze 0-2% közötti.

Mivel az alapkőzet alapvetően meghatározza a képződött talaj ásványi összetételét, így a vizsgált mészkővön képződött talajszelvényekből származó mintákban adott a kalcit-tartalom. A kalcit-tartalmakra kapott eredmények alapján azonban ezekben a szelvényekben – még ha a kiugró értékeket is figyelembe veszem – mennyisége az 50%-ot sem éri el, az pedig még meglepőbb, hogy vannak olyan szelvények, amelyekben nem fordul elő, vagy nagyon csekély mennyiségben (1-2%). Ennek egyik oka, a területre eső nagy mennyiségű csapadék által okozott erőteljes kilúgzás lehet (NÉMETH ET AL. 2013), mely kimossa a szelvényekből az alapkőzetből származó kalcit, illetve a már mállott finomszemcsés kalcit nagy részét, esetleg egészét.

4.3.4.1. A kalcit és a kvarc mennyiségek arányai a különböző rendzina altípusokban

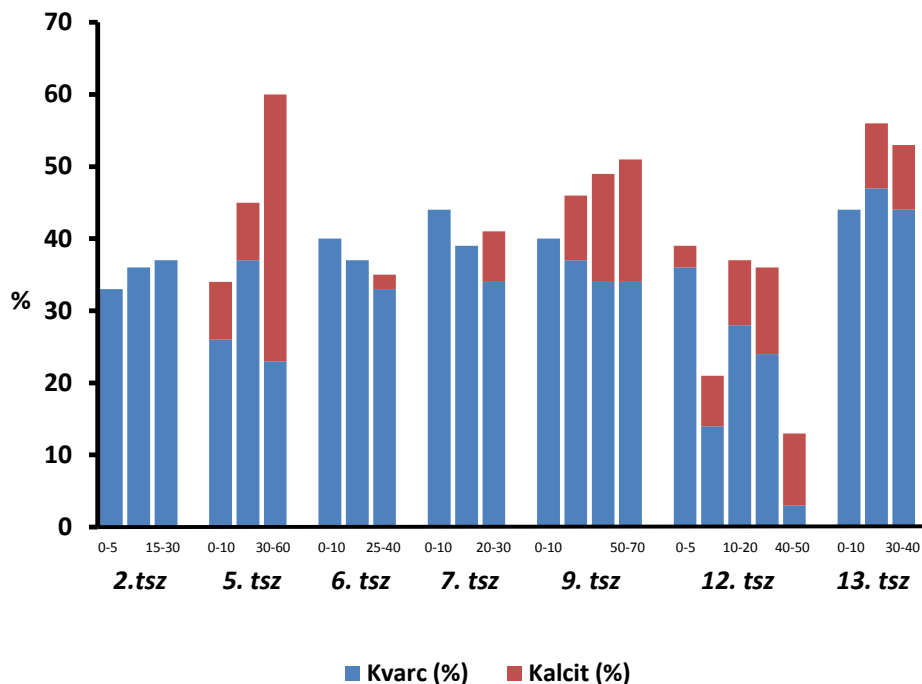
A röntgen-diffrakcióval mért kalcit tartalmat összehasonlítva a kvarc-tartalommal rendzina altípusonként szembevetendő a különbség, mely legjobban a vörösagyagos rendzina talajszelvényekben érzékelhető.

A **fekete rendzina** talajszelvények kvarc-kalcit eloszlását nézve a kvarc jelentősebb mennyiséget képvisel ezekben a szelvényekben (44. ábra).



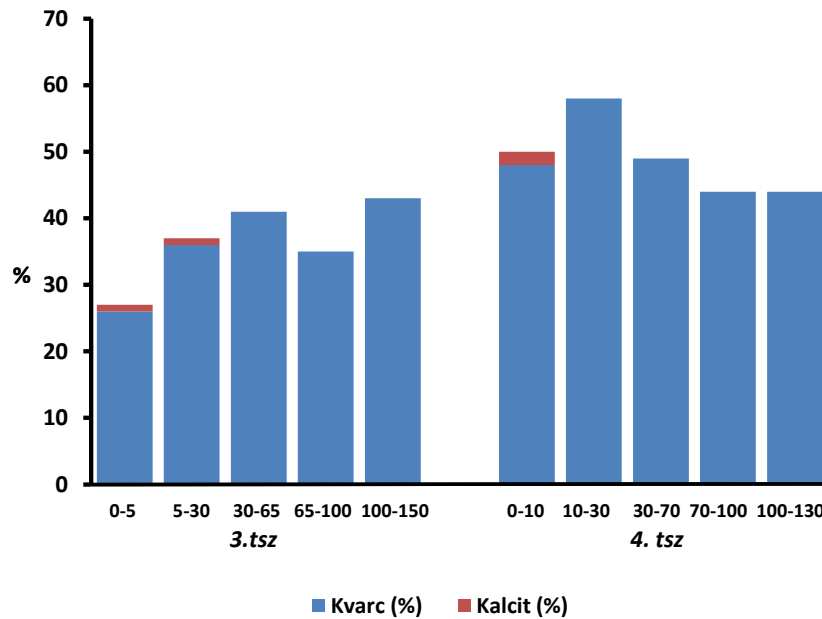
44. ábra A fekete rendzina talajok kvarc-kalcit arányai talajszelvényenként és talajszintenként

A **barna rendzina** talajszelvények kvarc-kalcit mennyiségeinek arányait tekintve már változatosabb arányok láthatók, de még mindig a kvarc dominál (45. ábra).



45. ábra A barna rendzina talajok kvarc-kalcit arányai talajszelvényenként és talajszintenként

A **vörösagyagos rendzina** talajszelvények kvarc-kalcit arányait tekintve megállapítható, hogy ezekben a talajokban dominál a legnagyobb mennyiségben a kvarc (46. ábra).



46. ábra A vörösgyagos rendzina talajok kvarc-kalcit arányai talajszelvényenként és talajszintenként

SZŐÖR ET AL. (2008) szerint a felső talajszintekben mérhető nagyon magas kvarc tartalom feltételezett oka a textúrdifferenciálódás: a finomszemcsés anyagok a kilúgzás következtében kioldódnak, lefelé mozdulnak, ezáltal a felső talajszintekben a kvarc relatív mennyisége megnövekszik. Ezt a feltevést a vörösgyagos rendzina talajszelvény esetén részben elképzelhetőnek vélem, hiszen a vörösszínű talajanyag már régebb óta jelen van a területen, a talajfejlődési folyamatok pedig folyamatosan hatnak rá.

4.3.5. Mikromorfológia

A mikromorfológiai vizsgálatok során nyert információk segíthetnek a talajfejlődési folyamatokra ható tényezők megértésében, a mállási folyamatok vizsgálatában és az ásványi összetételhez plusz információval szolgálhatnak.

Talaj-mikromorfológiai vizsgálatok a következő talajszelvényekből és talajszintekből készültek (27. táblázat). [A legtöbb felvétel párhuzamos nikol állással készült, ahol keresztezve voltak a nikol prizmák, ott +N jelöléssel jelöltem]

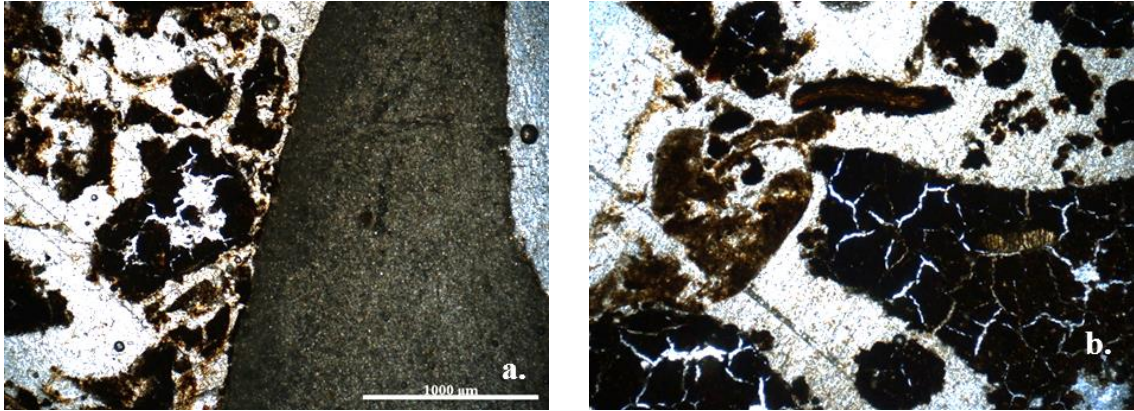
27. táblázat Talaj-mikromorfológiai vizsgálatokkal jellemzett talajszelvények és talajszintek

Talajszelvény	cm	Talajszelvény	cm
4 VARE	0-10 cm	7 BRE	0-10 cm
	10-30 cm	8 FRE	0-10 cm
	30-70 cm		10-20 cm
	70-100 cm	9 BRE	0-10 cm
	100-130 cm		10-30 cm
5 BRE	0-10 cm		30-50 cm
	10-30 cm		50-70 cm
6 BRE	0-10 cm	10 FRE	10-20 cm
	10-25 cm	11 FRE	0-20 cm
	25-40 cm		20-50 cm

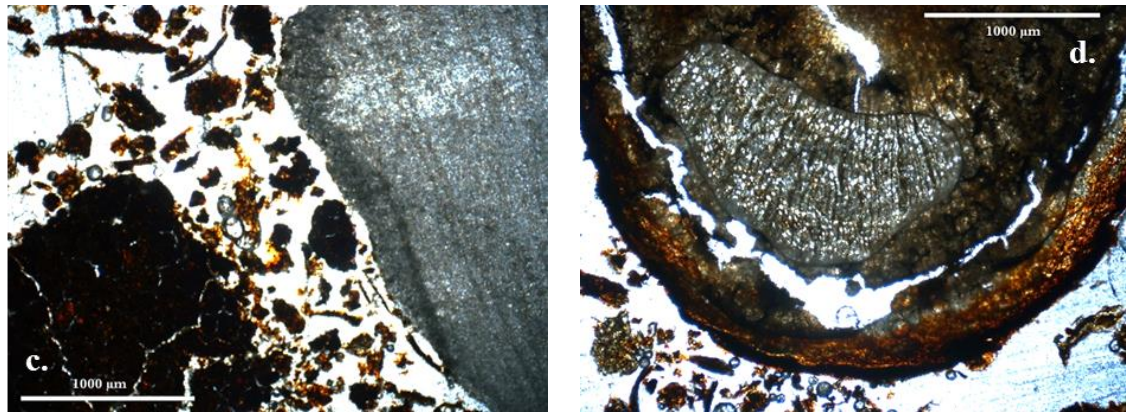
A talajvékony-csiszolatok eredményeit rendzina típusonként ismertetem.

- Fekete rendzina

8. talajszelvény

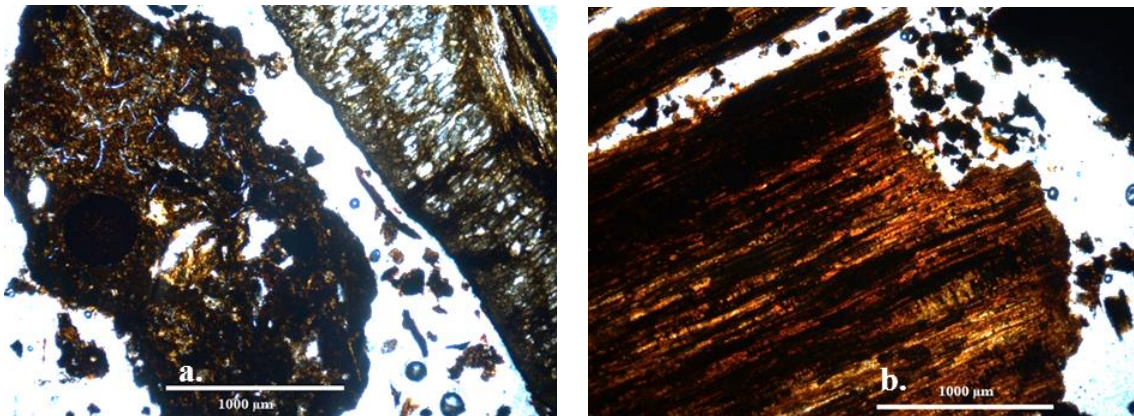


47. ábra 8. talajszelvény (FRE) – 0-10 cm **a.** kőzettöredék és a talaj aggregátumok érintkezése **b.** repedésekkel kitöltött szerves talaj-alapanyag és szerves növényi maradvány



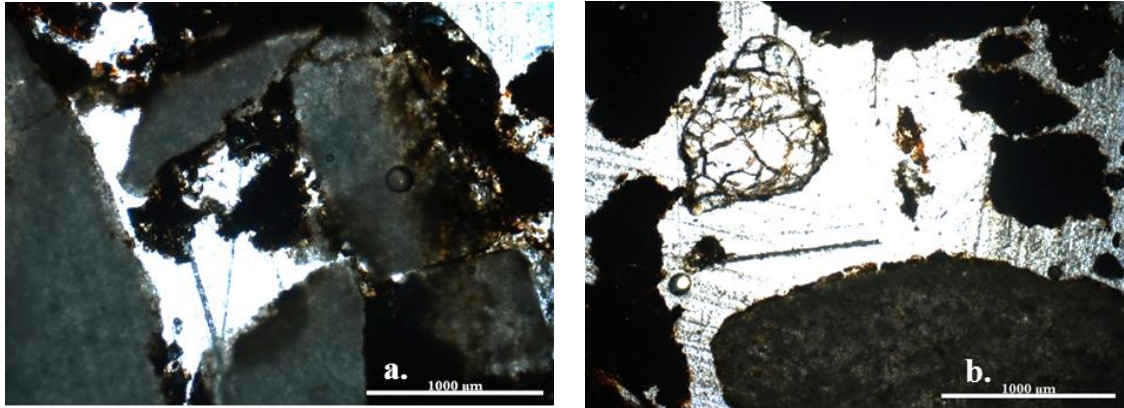
48. ábra 8. talajszelvény (FRE) – 10-20 cm **c.** kőzettöredék és a fekete szerves talaj-alapanyag érintkezése **d.** szerves növényi (gyökér)maradvány

11. talajszelvény



49. ábra 10. talajszelvény (FRE) – 10-20 cm **a.** humuszos talaj-alapanyag aggregátum mellette egy szerves növényi maradvány **b.** sötétbarna-vörösbarna vasas szerves vázrész

12. talajszelvény

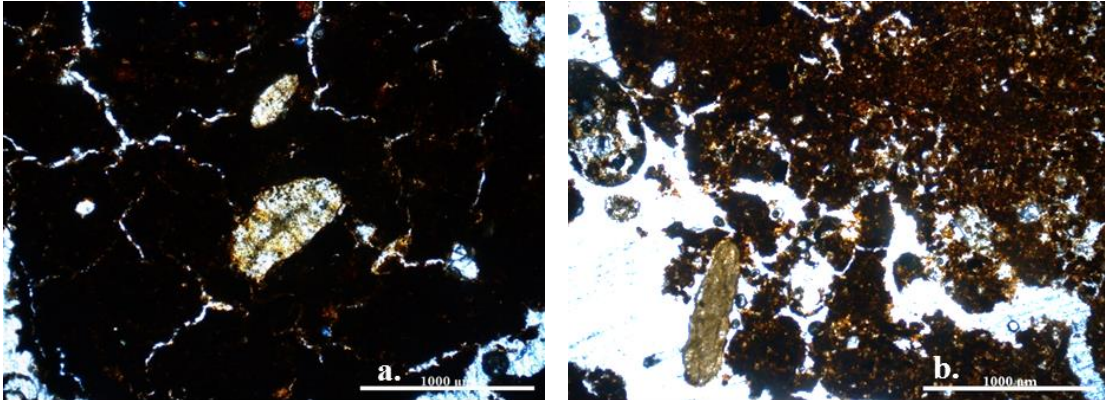


50. ábra 11. talajszelvény (FRE) – a. 0-20 cm vázrészek és a talaj-alapanyag egymáshoz viszonyított elhelyezkedése b. 20-50 cm töredezett kvarc szemcse

A fekete rendzina típusú talajok szerves alapanyaga kisebb-nagyobb aggregátumokat alkot, melyek nem töltik ki teljesen a teret. Ez alapján a talaj-alapszövet, illeszkedési hézagokban alapanyag aggregátumos. Az aggregátumok illeszkedése alapján a 8. talajszelvényben diós mikroszerkezet jellemző (47., 48. ábra). A 11. talajszelvény vázrészei és az talaj-alapanyag bevonat és híd mikroszerkezetet mutat. A nagyobb aggregátumokat pórusok (repedések, üregek) és apró vázszemcsék töltik ki. Az aggregátumok színe sötét, fekete, néhol sötétbarna. A humuszforma rendzina moder (BABEL, 1975). A szerves alapanyag orientációja a 8. és 10. talajszelvény mintáiban elszigetelt foltokban jelenik meg (47., 48., 49. ábra), míg a 11. talajszelvény esetén inkább fedett jellegű (50. ábra). A mintákban nagyon sok kis- és nagyméretű szerves vázrész (gyökér- és egyéb növényi maradvány) található. A szerves vázrészeken leginkább kőzettöredékek (finomszemcsés karbonát), melyek a 8. és a 10. talajszelvényben nem illeszkednek szorosan a talaj-alapanyagához (47., 48., 49. ábra), míg a 11. talajszelvényben a vázrészeken szorosan illeszkednek egymáshoz, és a talaj-alapanyag a vázrészeken illeszkedésénél dúsulást mutat, mely bevonatos alapanyagú talaj-alapszövetet jellemez (50. ábra). Az 50. ábra b. képén egy töredezett kvarc ásvány látható, mely nem érintkezik szorosan a talaj-alapanyagával, mégis talajbevonatok láthatók rajta, mely az előrehaladó mállás második fokozatának típusa, mely szabálytalan vonalak mentén történik. A 8. és a 10. talajszelvény 10-20 cm-es talajszintjeiben (48. ábra d., 49. ábra a., b.) nagyméretű mállott vasbevonatú szerves vázrészeken jellemzőek.

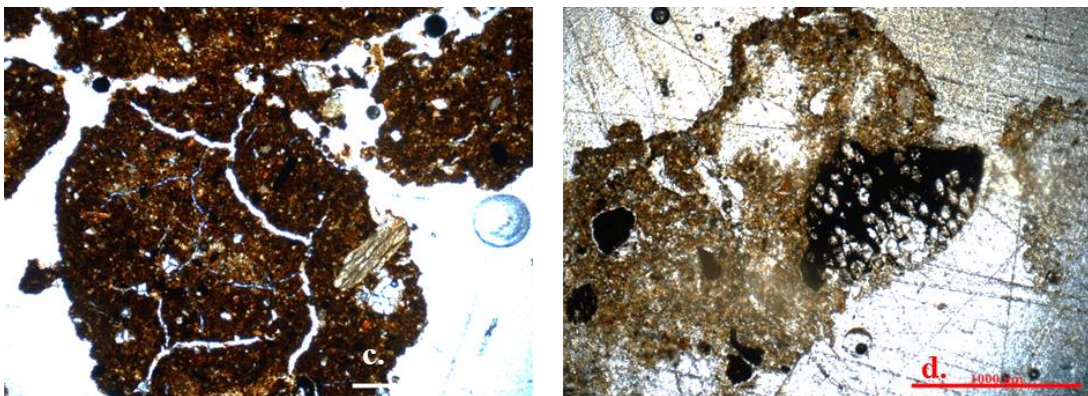
- **Barna rendzina**

5. talajszelvény



51. ábra 5. talajszelvény (**BRE**) 0-10 cm **a.** szerves talaj-alapanyagban „úszó” kerekített, ovális vázszemcsék **b.** kissé vöröses, néhol sárgás árnyalatú sötétbarna vasas-agyagos alapanyag, bal oldalon hosszúkás, lekerekített közettöredék

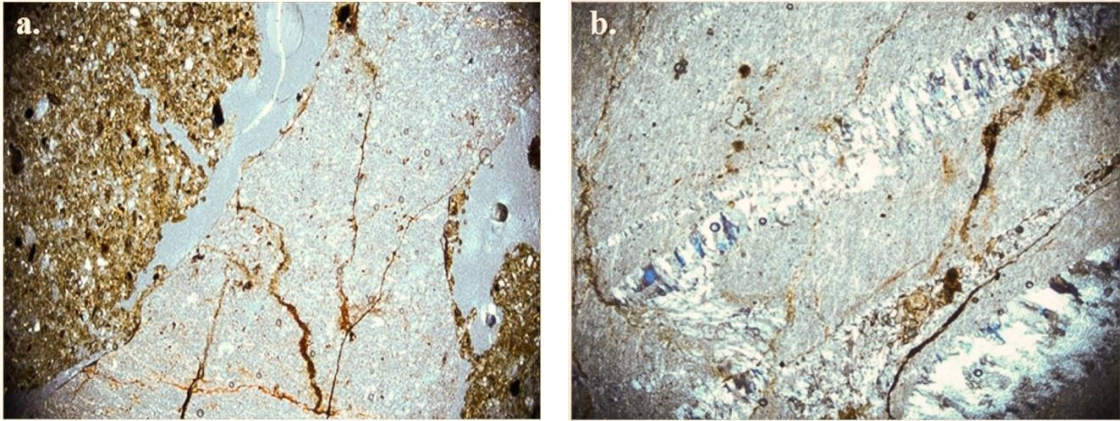
Az 5. talajszelvény felső talajszintjének talaj-alapanyaga sötét fekete színű szerves alapanyag, melybe a vázrészek ágyazódnak, ez alapján a talaj szövettípusa porfíros. A talaj-alapanyagot repedések, üregek töltik ki. A talaj-alapanyag aggregátumokat alkot, orientációja fedett. Az összefüggő talaj-aggregátumban ék alakú mikroszerkezet figyelhető meg. A humuszforma rendzina moder (BABEL 1975). A nagyobb szeretlen vázrészek kerekített hosszúkás szemcsék. A talaj-alapanyagot ásványi finom anyag is kitölti, néhol vöröses árnyalatúvá válik, vasas-agyagos alapanyagba megy át (51. ábra a.). Az 51. ábra b. képen látható ásvány szorosan nem illeszkedik a talaj-alapanyaghoz, inkább hézagos az illeszkedés. A talaj-alapanyagot csatorna jellegű pórusok is kitöltik.



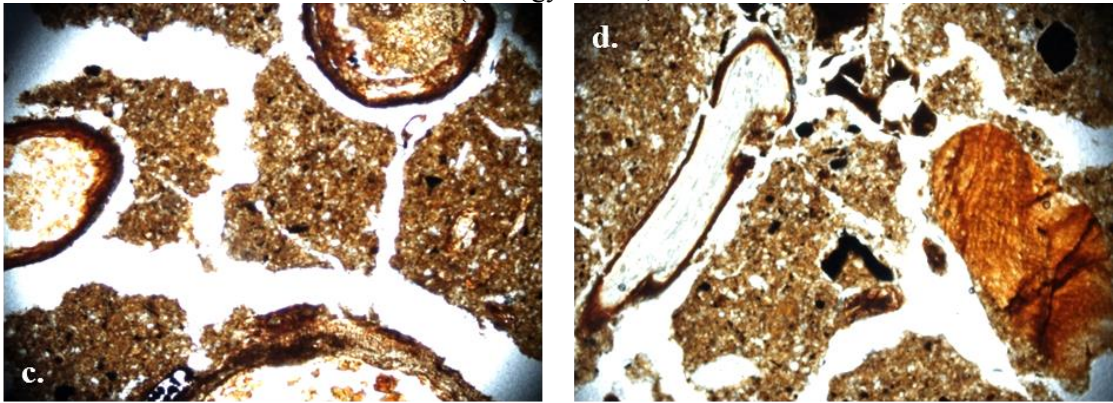
52. ábra 5. talajszelvény (**BRE**) 10-30 cm **c.** Humuszos-agyagos vasas talaj-alapanyag aggregátum repedésekkel **d.** Szenesedett növényi maradványok a világosbarna talaj-aggregátumban

A 10-30 cm-es talajszintben az alapanyag kétféle jelleggel jelenik meg. A humuszos-agyagos talaj-alapanyag (52. ábra c.) mellett világosabb barna talaj-aggregátumok is megjelennek, bennük fekete opak szenesedett növényi maradványok jellemzőek ((52. ábra d.). Az alapanyag barna színének árnyalatbeli különbségei egyrészt a magas szerves anyag, másrészt a vas-oxid-hidroxid tartalomra vezethetők vissza (FEHÉR 2007).

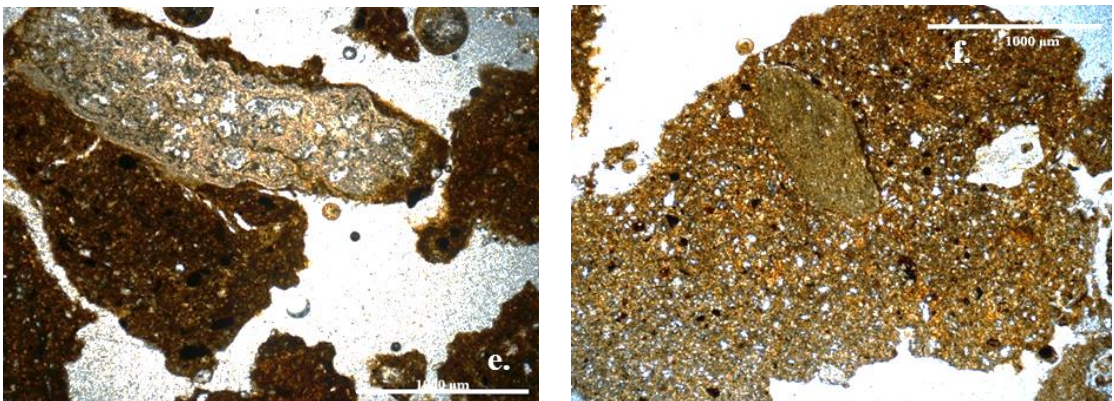
6. talajszelvény



53. ábra 6. talajszelvény (BRE) 0-10 cm **a.** Kőzettörések repedéseibe nyomuló világosbarna talaj-alapanyag (4x nagyítás) **b.** 10-25 cm Kvarcit kitöltés a finomszemcsés kőzettörésekben (4x nagyítás +N)



54. ábra 6. talajszelvény (BRE) 10-25 cm **c.** Szerves növényi vázrészek és a talaj-alapanyag illeszkedése (4x nagyítás) **d.** Vörösbarna vasas szemcsé talajbevonattal (4x nagyítás)

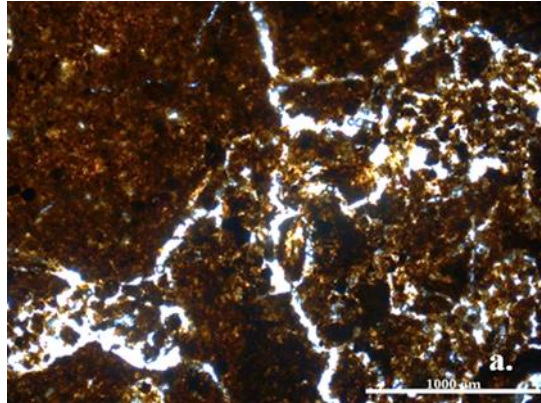


55. ábra 6. talajszelvény (BRE) 25-40 cm **e.** Idegen eredetű vázrész és a talaj-alapanyag illeszkedése **f.** Világosbarna porfiros szövetű talaj-aggregátum kisebb-nagyobb vázrészekkel

A talaj-alapanyag világosbarna színű, ásványi finom anyag és kisebb pórusok (üregek), opak vázrészek töltik ki. A szervetlen vázrész körül bevonatot alkot a talaj-alapanyag, mely a kőzettörések repedéseibe is behatol (53. ábra a.). Az 53. ábra b. képen egy folyamatos, teljes kitöltés látható (kvarcit). Ugyanebben a talajszintben jellemző, hogy a talaj-alapanyag hártaként vonja be a szerves növényi vázrészeket (54. ábra c.). A vörösbarna vasas vázszemcsén lévő repedések elsődleges mállási fokozatot jeleznek (54. ábra d.). A 25-40 cm-es talajszintben egy idegen eredetű szervetlen vázrész is

megjelenik (hullámos szegélye alapján kalcedon(?), melyet talaj-alapanyag von be (55. ábra e.). A talaj-alapanyag aggregátumok porfirios szövettel jellemezhetők, melyben kisebb-nagyobb szervesetlen vázrészek fordulnak elő. Az aggregátumokat repedések és csatorna alakú pórusok választják el egymástól. A világos barna színt az amorf vas-oxid-hidroxidok okozzák, melyek a laza jól aggregálódott talajokban koagulálódtak, valamint a barna, sötétbarna színt a ferrihidrit is adhatja (SZENDREI 2000). A szervesetlen vázrészek a talajképző folyamatoknak jobban ellenállnak, ezért elkülönülnek az alapanyagtól (55. ábra e. f.).

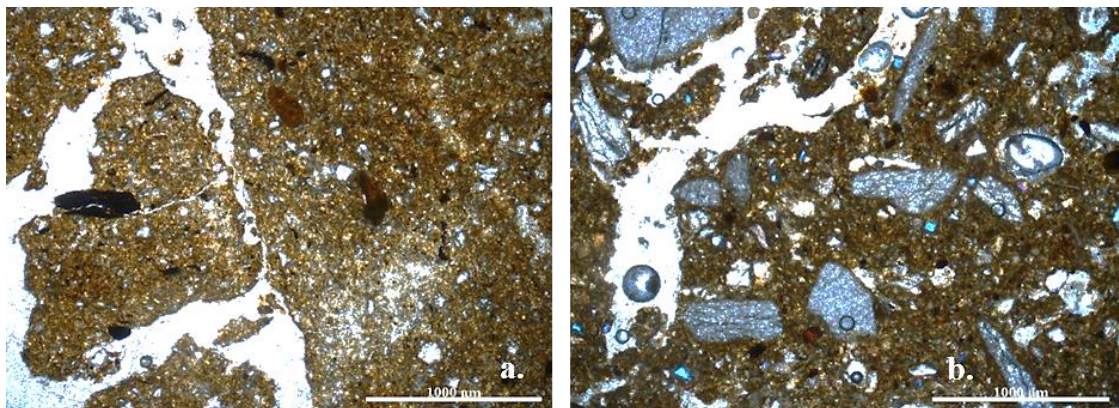
7. talajszelvény



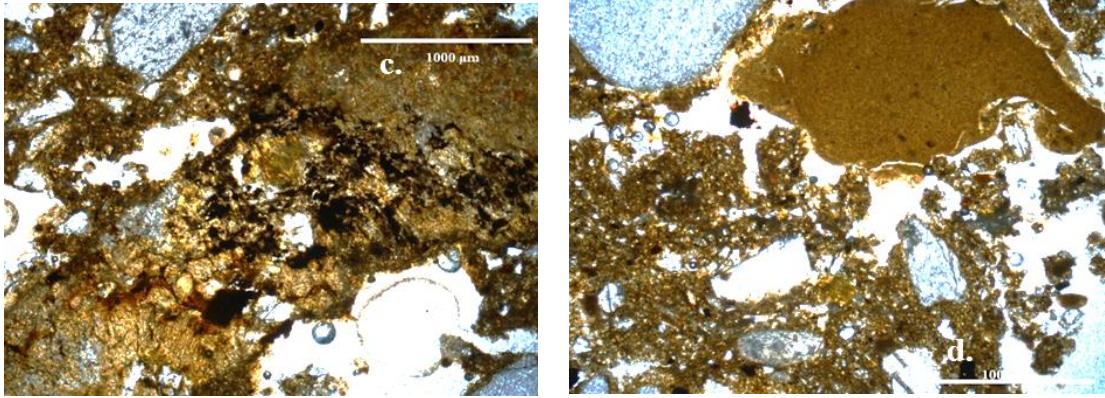
56. ábra 7. talajszelvény (BRE) 0-10 cm Fedett és illeszkedési hézagokkal aggregátumos orientációjú humuszos-vasas-agyagos talaj-alapanyag

A humuszos-vasas-agyagos talaj-alapanyag fedett és illeszkedési hézagokkal aggregátumos orientációjú, néhol repedések töltik ki, hézagok találhatóak a talaj-alapanyag aggregátumai között. Az aggregátum ásványi finom anyagot tartalmaz (aggyásványok) (56. ábra).

9. talajszelvény



57. ábra 9. talajszelvény (BRE) 30-50 cm **a.** Porfirios szövetű talaj-alapanyag kisebb üregekkel **b.** 50-70 cm Kissé repedezett finomszemcsés karbonát-kőzettöredékek a meszes-agyagos talaj-alapanyagban

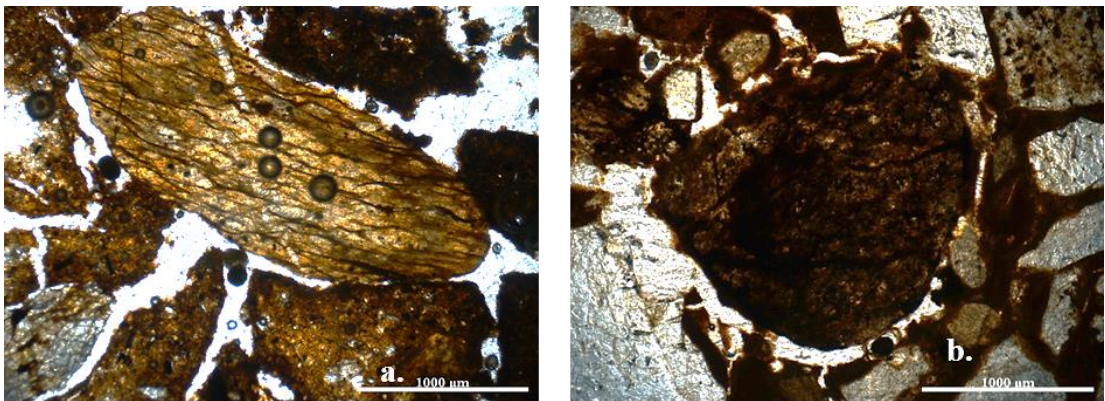


58. ábra 9. talajszelvény (BRE) 50-70 cm **c.** Vasas-agyagosodás **d.** 50-70 cm Szabálytalan alakú vas-oxid-hidroxid

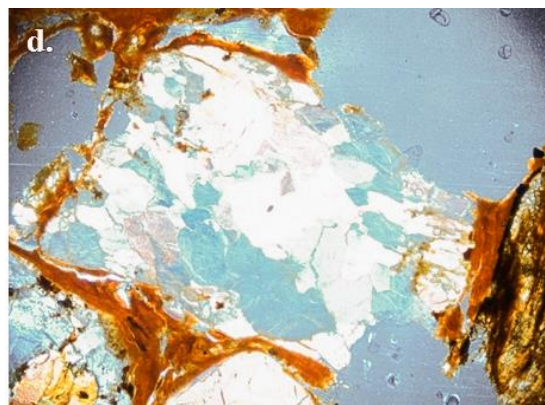
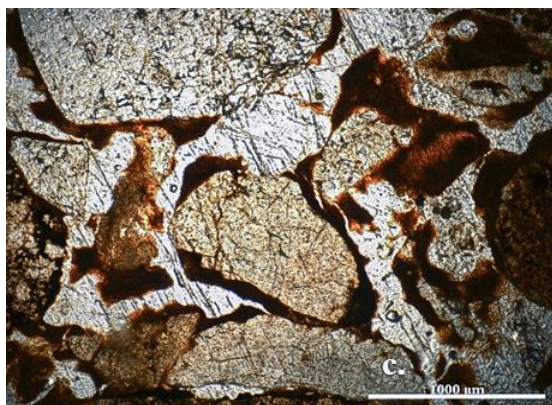
A 9. talajszelvény 10-30 cm-es talajsztíjében a porfíros szövetű talaj-alapanyag aggregátumokat alkot, ásványi finom anyagot és opak szerves növényi maradványokat tartalmaz (57. ábra a.). Az alatta lévő talajsztíjben már megjelennek a finomszemcsés karbonát közettörredékek, melyek a meszes-agyagos alapanyagba ágyazódnak (porfíros szövet) (57. ábra b.). Az 50-70 cm talajsztíjben sárgás vasas-mangános agyagkitöltés látható (58. ábra c.). A szabálytalan alakú sárgásbarna, sötétbarna vas-oxid-hidroxid valószínűleg *in situ* keletkezésű, mely a redoxi viszonyok egykori változásával magyarázható (58. ábra d.).

- **Vörösgyagos rendzina**

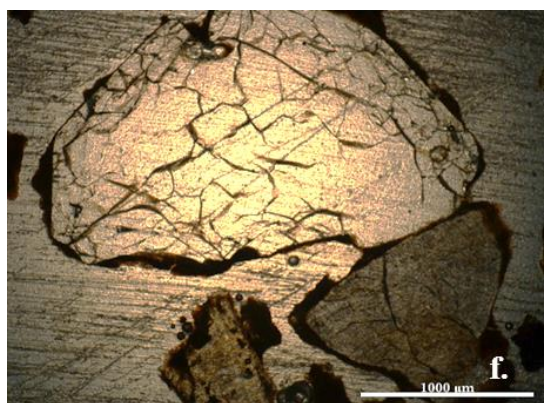
4. talajszelvény



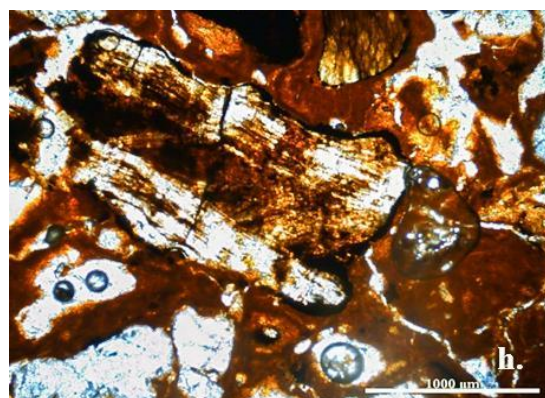
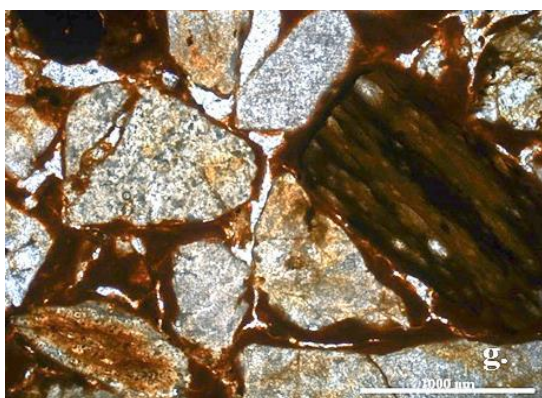
59. ábra 4. talajszelvény 0-10 cm **a.** Repedezett, hosszúkás, kerekített szervesetlen vázrész és a talaj-alapanyag illeszkedése **b.** 10-30 cm Vas-konkrécio



60. ábra 4. talajszelvény c. 10-30 cm vasas bevonat a vázrészek körül d. 30-70 cm kvarc szemcse vasas bevonattal (4X nagyítás +N)



61. ábra 4. talajszelvény 10-30 cm e. Kvarc kitöltés f. 70-100 cm Repedezett, lekerekített kvarc szemcse



62. ábra 4. talajszelvény 100-130 cm g. Vázrészek közötti alapanyaghidak h. 70-100 cm vasas szeretlen vázrész és vörös agyagos kitöltés

Vázrészek illeszkedési hézagaiban alapanyag aggregátumos, vázrészek illeszkedésénél dúsuló alapanyag, illetve vázrészek közötti alapanyaghidak szövettípus jellemzi ezeket a talajokat (59.-62. ábra). A bevonat és híd mikroszerkezetek az üledéklerakódás és koncentráció hatására alakulnak ki (PÁLL 2012). A talaj-alapanyag szerves-agyagos és vasas jellegű. A szeretlen vázrészek aránya jóval több, mint az előző két rendzina típusban. Az ásványi szemcséket szinte mindenütt világos és sötétbarna talaj- és vasas szegélyek veszik körül (60. ábra c. d.; 61. ábra e. f.; 62. ábra g. h.). A 10-30 cm-es talajszintben éles határvonalú, sötétbarna vas-konkréción (59. ábra b.) figyelhető meg, mely éles határvonala, illetve lekerekített alakja az áthalmazott eredetét jelzi (FEKETE

2010). Kvarc kitöltés (61. ábra e.) és repedezett kvarc szemcse (61. ábra f.) is megjelenik a mintákban. A kvarc szemcsék töredeztettek, hullámos kioltásúak (szürkesárga interferencia szín) (60. ábra d.), töredezettségük az előrehaladó mállás első fokozatának felel meg. A vékony hajszálrepedések jelzik a fizikai mállás jelenlétét, illetve a hajszálrepedéseket gyakran talajalapanyag színezi, mely jelzi a talajtani folyamatok aktivitását. Vörös és nagyon sötétbarna opak ásványok is jellemzőek, viszonylag kerekített és hosszúkás alakban (hematit, vasas koncentrációk). A 70-100 cm talajszintben élénk vörös- vörösbarna színű agyagos kitöltés jellemző (62. ábra h.). A szervesetlen vázrészecskék mérete, alakja és éles határvonalai alapján szintén áthalmozott eredetűek lehetnek. A jelentős amorf vas-tartalom, vasas bevonatok és agyagos kitöltések intenzív mállási folyamatokat jeleznek, míg vannak olyan szervesetlen vázrészecskék, melyek jelentősen nem mállottak el. A talaj anyag áthalmozásának lehetőségét egy csiszolaton belül előforduló mállott és mállatlan részek is jelzik (kolluviális eredet) (FEHÉR 2007).

4.3.5.1. Összegzés

A vizsgált talajszelvényekben szerves és szervesetlen vázrészecskék jellemzők. A szerves vázrészecskék főleg növényi maradványok (gyökerek, rostok, levelek). A szervesetlen vázrészecskék között finomszemcsés kalcit közettöredékek, lekerekített, töredezett kvarc szemcsék, csillámok, vasas-agyagosodott szemcsék, illetve apró agyagásványok az ásványi finom anyagban és vas-konkréciók is előfordulnak. A szervesetlen vázrészecskék jellege alapján az előrehaladó mállás első, második és negyedik fokozata is észlelhető a vázrészecskék repedési vonalai és felülete alapján. Vasas bevonatok és kitöltések mindegyik talajtípusnál előfordulnak, de a legjellemzőbb a vörösbarna agyagos rendzinánál, ahol agyagos kitöltésekkel párosulnak. A vörösbarna agyagos rendzinában előforduló vörös színű agyagos kitöltéshez hasonló, kaolinitra jellemző megjelenést írt le ZAGÓRSKI (2010) lengyel rendzina vizsgálatán során, melyet a terra rossa fedőüledékek fragmentumaként, a mészkövön képződött talaj és a régi geomorfológiai folyamatok közötti kapcsolatot jelző para-autigén ásványként jellemezte. A mállási folyamatok bélyegei fellelhetők a vizsgált talajmintákban. Ezt leginkább a szerves talaj-alapanyag vázszemcsék repedéseibe való nyomulása tükrözi. A talajfejlődés során a talaj alapszövetének változása - vázszemcsehalmazból illeszkedési hézagokban alapanyag aggregátumos, majd bevonatos vagy vázszemcse közötti alapanyaghidias szövet kialakulása - külső forrásból származó alapanyagot feltételez, mely leginkább olyan talajokra jellemző, ahol szerves anyag és mállásnak nem ellenálló ásványok vannak, ahol az üledékképződési folyamatok során megváltozik az alapanyag (SZENDREI 2000). A talaj-alapanyag változatos a különböző rendzina típusoknál. Előfordul nagyon sötét, fekete színű, de kifakult világosbarna alapanyag is. A talaj-alapanyagok a legtöbb csiszolaton kisebb-nagyobb aggregátumokat alkotnak. A sokszor megjelenő vasas-agyagos alapanyag FEHÉR (2007) leírása alapján a szerves-ásványi komplexek koagulált, tehát mozdulatlan állapotát igazolják, melynek oka a magas Al^{3+} , illetve Fe^{3+} - ionkoncentráció.

A hazai rendzina humuszformáját mull-ként jellemzik (SZENDREI 2001), de BABEL (1975) „A talaj szerves anyagának mikromorfológiája” című munkájában rendzina modert is megkülönböztet, melynek jellemzője a szervesetlen vázrészecskék hasadékokkal körülvett fekete homogén humusz anyag. Ez alapján főleg a fekete rendzinánál felmerül a rendzina moder humuszforma lehetősége. A világosabb barna nagyobb aggregátumokat alkotó talaj-alapanyag, mely ásványi és szerves finom anyagot is tartalmaz BABEL (1975) munkájában mull-szerű rendzina moder névvel szerepel. Ezek

alapján úgy vélem mindkét humuszforma jellemző a vizsgált talaj-vékonycsiszolatok alapján.

A szemcseösszetétel, valamint az alapanyag és a vázrészek viszonyát nagymértékben befolyásolják a talajtani folyamatok. A mállás csökkenti a vázrészek mennyiségét, és növeli az alapanyagét, de viszonyuk például kilúgzás hatására más irányban is megváltozhat (SZENDREI 2000). A talaj-vékonycsiszolatokban megfigyelhető mikroszerkezetek alapján a vizsgált talajokban a nedvesedés-száradás hatása (diós, ék mikroszerkezet), az üledéklerakódás és koncentráció hatása (bevonat és híd mikroszerkezet), bioturbációs tevékenység hatása (morzsás mikroszerkezet), illetve több folyamat együttes hatása (szemcsés mikroszerkezet) is érvényesül. A vizsgált talaj-vékonycsiszolatok alapján, úgy vélem, a szervesetlen vázrészek leginkább a szerves anyag hatása alatti mállásnak vannak kitéve. ZAGÓRSKI (2010) szerint a karbonátok jelenléte az agyagásványok lassú átalakulását eredményezi, azonban az eolikus anyagok hozzákeveredése felgyorsíthatja ezt a folyamatot (PRIORI ET AL. 2008). A szervesetlen vázrészek eredetét és ásványfaját tekintve a vizsgált anyagok inkább heterogének, mely nem egységes talajképző kőzetre, nem egységes eredetre utal. A vörösgyagos rendzinán kívül, az 5. és 6. barna rendzinában és a 11. fekete rendzinában is akadnak nagyobb méretű idegen eredetű szervesetlen vázrészek, melyek élesen elkülönülnek a talaj-alapanyagtól, ezért áthalmozottnak tekinthetők.

4.3.6. Elektronmikroszkópia – röntgen-mikroanalízis

A Soproni Egyetem Faanyagtudományi Intézetének munkatársai segítségével lehetőségem nyílt pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatra és a kémiai elemeket meghatározó energia diszperzív röntgen-mikroanalízisre (EDX = Energy Dispersive X-ray microanalysis). Mivel a teljes (<2mm) talajmintából csak a kémiai elemekre kaptam információt, így a talajmintákat a szemcseösszetétel vizsgálati eljárás során használt ülepítési eljárással (3.3.3. fejezetben leírtak alapján) újra frakciókra bontottam a Na-hexametafoszfátos előkészítés nélkül, a karbonátok épségének megőrzése érdekében. Az agyag frakciókat a pipettás módszerrel különítettem el, míg a finom homok és durva homok frakciót a megfelelő lyukátmérőjű szita segítségével. Mivel csak meghatározott számú minta mérésére volt lehetőségem, így a 4. talajszelvény (VARE) 0-10 cm-es talajszintjének teljes talajminta (<2mm), agyag-, finom homok- és durva homok frakció, valamint a 10-30 cm-es talajszint teljes talajminta (<2mm) és agyag frakció vizsgálata történt meg. A bemutatott eredmények így csak példaként szolgálnak arra, hogyan lehet a pásztázó elektronmikroszkópia és az EDX módszerét használni talajmintákra, illetve az elemi összetétel mennyire követi az ásványi összetételre kapott eredményeket.

A vizsgált minták eredményei a következők, melyek röntgen-spektrumai a 6. mellékletben találhatóak:

VARE 4. talajszelvény 0-10 cm

- **Teljes talajminta (<2mm)**

A kémiai összetételt tekintve a szemcsékben Si>Al>Fe>Ca>Mg jellemzőek (28. táblázat). A talajmintát egy nagy szemcsehalmazként lehetne jellemezni.

28. táblázat A vizsgált teljes talajminta (<2mm) alkotóelemeinek mennyisége (Absz: abszolút koncentráció; Norm: normalizált koncentráció; Atom k.: atom koncentráció)

Elem	Sorozat	Absz. [m/m%]	Norm. [m/m%]	Atom k. [at.%]	Hiba (1 σ) [m/m%]
O	K	19,00	68,57	80,68	3,71
Si	K	4,27	15,40	10,32	0,26
Al	K	2,43	8,77	6,12	0,20
Fe	K	1,42	5,13	1,73	0,13
Ca	K	0,45	1,64	0,77	0,07
Mg	K	0,14	0,49	0,38	0,06
Összesen		27,71	100,00	100,00	

- **Agyag frakció**

A kémiai összetételt tekintve a szemcsékben Si>Al>Fe>Ca>K>Mg jellemző (29. táblázat). A szemcséknek kimondott alakja nincs, halmazszerűen helyezkednek el.

29. táblázat A vizsgált agyag frakció alkotóelemeinek mennyisége (Absz: abszolút koncentráció; Norm: normalizált koncentráció; Atom k.: atom koncentráció)

Elem	Sorozat	Absz. [m/m%]	Norm. [m/m%]	Atom k. [at.%]	Hiba (1 σ) [m/m%]
O	K	36,29	58,45	73,14	6,73
Si	K	10,46	16,85	12,01	0,55
Al	K	7,97	12,83	9,52	0,50
Fe	K	4,13	6,65	2,38	0,24
Ca	K	1,70	2,73	1,36	0,13
K	K	0,92	1,48	0,76	0,09
Mg	K	0,62	1,00	0,83	0,11
Összesen		62,08	100,00	100,00	

- **Finom homok frakció**

A kémiai összetételt tekintve a szemcsékben Si>Fe>Al>Ca>Mg jellemző (30. táblázat). Ebben a mintában már jóval kevesebb az Al-tartalom, inkább a Fe mennyisége dominál. Kevés Ca és elhanyagolható mennyiségű Mg is található a vizsgált mintában.

30. táblázat A vizsgált finom homok frakció alkotóelemeinek mennyisége (Absz: abszolút koncentráció; Norm: normalizált koncentráció; Atom k.: atom koncentráció)

Elem	Sorozat	Absz. [m/m%]	Norm. [m/m%]	Atom k. [at.%]	Hiba (1 σ) [m/m%]
O	K	32,67	57,48	71,64	6,08
Si	K	19,86	34,95	24,81	0,95
Fe	K	2,87	5,06	1,81	0,20
Al	K	1,14	2,01	1,49	0,13
Ca	K	0,28	0,48	0,24	0,06
Mg	K	0,01	0,01	0,01	0,03
Összesen		56,83	100,00	100,00	

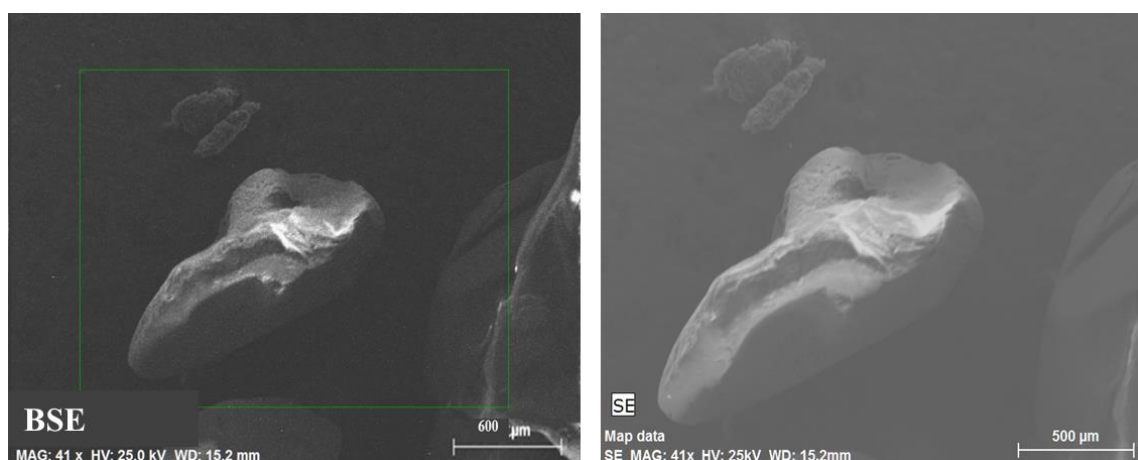
- **Durva homok frakció**

A kémiai összetételt tekintve (Si:O – 1:2) a szemcse kvarc ásvány (SiO₂). Mellette Al>Ca>Fe jellemző (31. táblázat), de ezek mennyisége nagyon kevés; előfordulhat, hogy a szemcsén bevonatként vagy szennyeződésként vannak jelen – ahogy a mikromorfológiai vizsgálatok során is tapasztalható volta Fe esetén –, esetleg háttérből eredő mérési hiba. A szemcse felületének domborzatát tekintve mechanikai jellegű nyomok (kagylós törések, barázdák) ismerhetők fel rajta. Alakja hosszúkás, szélein

lekerekített (63. ábra). A szemcse mérete nem eolikus eredetet jelez, hiszen az eolikus kvarcsemcsék viszonylag jól kerekítettek.

31. táblázat A vizsgált durva homok frakcióban található szemcse alkotóelemeinek mennyisége (Absz: abszolút koncentráció; Norm: normalizált koncentráció; Atom k.: atom koncentráció)

Elem	Sorozat	Absz. [m/m%]	Norm. [m/m%]	Atom k. [at.%]	Hiba (1 σ) [m/m%]
O	K	22,67	67,12	78,30	4,91
Si	K	10,52	31,16	20,71	0,57
Al	K	0,32	0,95	0,65	0,08
Ca	K	0,22	0,64	0,30	0,07
Fe	K	0,04	0,12	0,04	0,05
Mg	K	0,00	0,00	0,00	0,00
Összesen		33,77	100,00	100,00	

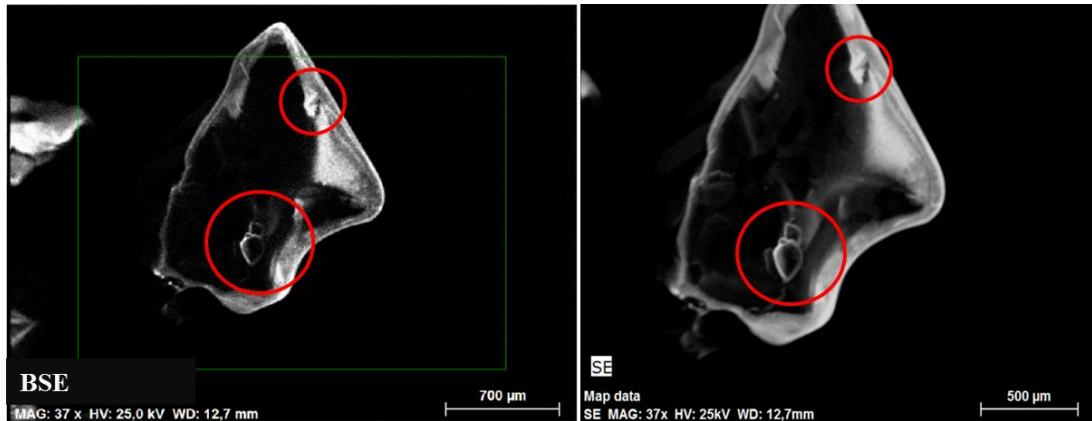


63.ábra A durva homok frakcióban vizsgált szemcse SEM képe (BSE és SE képalkotás)

Ugyanebben a durva homok frakcióban vizsgáltam egy másik szemcsét is (durva homok frakció_2), melynek kémiai összetétele (Si:O) szintén kvarcot jelez. Mellette Al>Ca>Fe=Mg jellemző (32. táblázat), mely szintén a szemcsén bevonatként vagy szennyeződésként lehet jelen, esetleg háttérből eredő mérési hiba. A felület domborzatát tekintve a szemcsén mechanikai jellegű maródási nyom, barázda, illetve kémiai jellegű folyamatokra utaló kisebb üregek (oldódási háromszögletű üregek) figyelhetők meg. Alakja hosszúkás, oldalán és alján lekerekített (64. ábra). Az eolikus szemcséktől szintén eltérő alakkal jellemezhető.

32. táblázat A vizsgált durva homok frakcióban (durva homok frakció_2) található szemcse alkotóelemeinek mennyisége (Absz: abszolút koncentráció; Norm: normalizált koncentráció; Atom k.: atom koncentráció)

Elem	Sorozat	Absz. [m/m%]	Norm. [m/m%]	Atom k. [at.%]	Hiba (1 σ) [m/m%]
O	K	32,40	60,30	72,77	6,54
Si	K	20,84	38,80	26,67	1,02
Al	K	0,26	0,48	0,34	0,07
Ca	K	0,17	0,31	0,15	0,06
Fe	K	0,03	0,05	0,02	0,04
Mg	K	0,03	0,06	0,05	0,04
Összesen		53,72	100,00	100,00	



64. ábra A durva homok frakcióban (durva homok frakció_2) vizsgált másik kvarc szemcse SEM képei (bal: BSE, jobb: SE képlakotás) és a rajta látható mechanikai barázda (felső piros kör) és a kémiai oldódási nyomok (alsó piros kör)

VARE 4. talajszelvény

10-30 cm

- **Teljes talajminta (<2mm)**

A kémiai összetételt tekintve a Si>Al>Fe>K>Mg>Ca jellemzőek (33. táblázat). A szemcsék szorosan egymáshoz fogazódnak, egyfajta szemcse-aggregátumot alkotva. Ebben a teljes talajmintában is a Si, Al, Fe dominál, mellette jelentős K-tartalom, kevés Mg- és Ca-tartalom jellemző.

33. táblázat A vizsgált teljes talajminta (<2mm) alkotóelemeinek mennyisége (Absz: abszolút koncentráció; Norm: normalizált koncentráció; Atom k.: atom koncentráció)

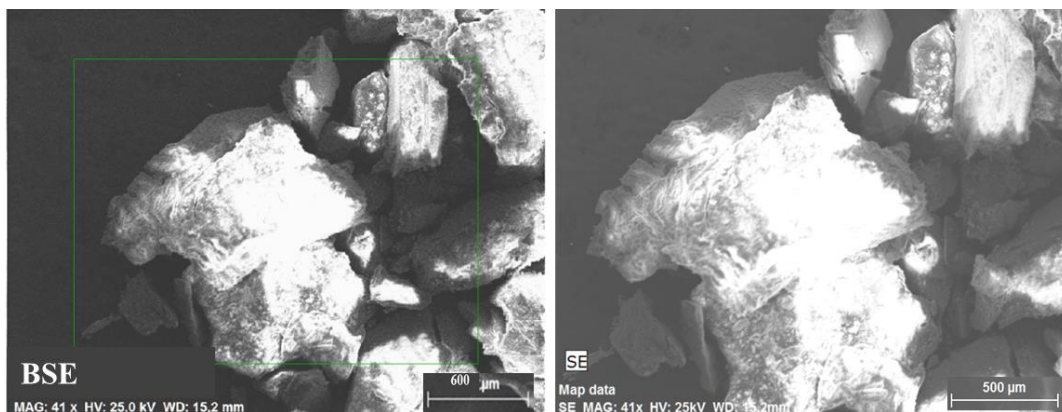
Elem	Sorozat	Absz. [m/m%]	Norm. [m/m%]	Atom k. [at.%]	Hiba (1σ) [m/m%]
O	K	40,43	54,53	69,53	7,61
Si	K	18,06	24,37	17,70	0,89
Al	K	8,24	11,12	8,40	0,52
Fe	K	5,20	7,01	2,56	0,29
K	K	1,16	1,57	0,82	0,11
Mg	K	0,59	0,80	0,67	0,11
Ca	K	0,45	0,61	0,31	0,08
Összesen		74,14	100,00	100,00	

- **Agyag frakció**

A kémiai összetételt tekintve a szemcsékben Si>Al>Fe>Ca>K>Mg jellemzőek (34. táblázat). A szemcsehalmaz réteges (álhatszögös?) felépítésűnek látszik (65. ábra). A Si és az Al közel hasonló aránya alapján kaolinit ásvány lehetséges. A minta, jelentős Fe-tartalommal bír, mellette kevés Ca, K és Mg jellemző.

34. táblázat A vizsgált agyag frakció alkotóelemeinek mennyisége (Absz: abszolút koncentráció; Norm: normalizált koncentráció; Atom k.: atom koncentráció)

Elem	Sorozat	Absz. [m/m%]	Norm. [m/m%]	Atom k. [at.%]	Hiba (1σ) [m/m%]
O	K	33,84	61,58	75,66	6,65
Si	K	7,91	14,40	10,08	0,45
Al	K	6,79	12,36	9,00	0,45
Fe	K	3,38	6,16	2,17	0,23
Ca	K	1,62	2,94	1,44	0,14
K	K	0,76	1,39	0,70	0,09
Mg	K	0,64	1,17	0,95	0,12
Összesen		54,95	100,00	100,00	

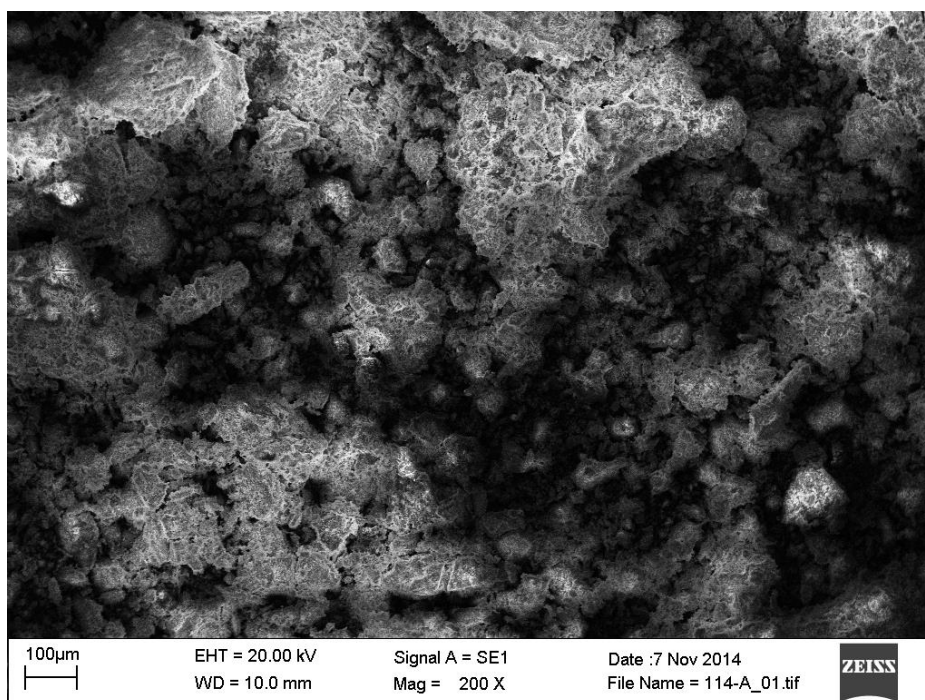


65. ábra A vizsgált agyag frakció SEM képe (BSE és SE képalkotás)

BRE 6. talajszelvény 25-40 cm

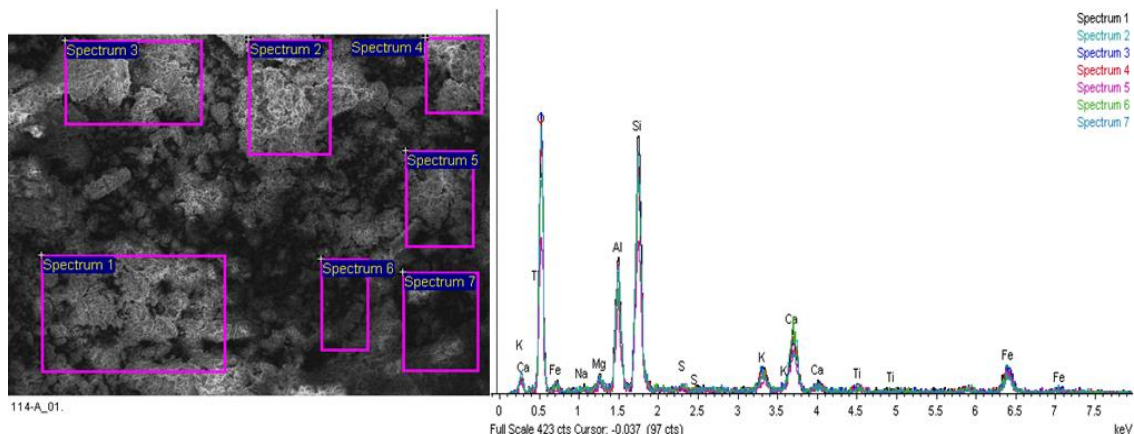
- **Agyag frakció**

Az MTA Természettudományi Kutatóközpont munkatársai jóvoltából egy Zeiss elektronmikroszkóppal is készült mérés az egyik mintáról, mely a 6. talajszelvény (BRE) agyag frakciójából történt. A mintát 7 különböző területen vizsgáltuk. A szemcsék elrendeződése nagyon szoros, egymással összetapadt, halmazszerű megjelenésű (66. ábra).



66. ábra A vizsgált agyag frakció SEM képe (SE képalkotás)

A vizsgált minta mért alkotóelemei mennyiségük szerinti csökkenő sorrendben a következő: O>Si>Al>Fe>Ca>K>Mg>Ti>Na>S. Ebben a mintában is a Si, Al, Fe, Ca dominál, a többi elem mennyisége ezeknél jóval kevesebb. A kén jelenléte piritet is jelezhet (FeS_2). A vizsgált mintaterületek kémiai összetételét és röntgenspektrumait a 67. ábra és a 35. és 36. táblázatok mutatják be.



67. ábra A vizsgált mintaterületek az agyag frakcióban és azok röntgenspektrumai

35. táblázat A vizsgált minta agyag frakciójának elemi összetétele [m/m%]-ban

Elem	Spektrum 1	Spektrum 2	Spektrum 3	Spektrum 4	Spektrum 5	Spektrum 6	Spektrum 7
O	56,26	56,56	58,95	58,99	54,94	58,23	59,85
Si	17,97	16,91	15,99	16,01	16,94	17,52	17,57
Al	8,29	7,53	7,37	8,39	8,27	7,87	8,51
Fe	6,71	7,89	7,29	6,13	9,32	5,51	5,34
Ca	5,83	7,84	5,91	6,16	6,85	7,87	4,56
K	2,18	1,93	2,24	2,12	1,71	1,43	1,84
Mg	0,97	0,68	0,82	0,60	1,10	0,98	0,62
Ti	0,99	0,43	0,59	0,93	0,32	0,27	0,70
S	0,32	0,15	0,32	0,29	0,35	0,22	0,80
Na	0,49	0,09	0,51	0,38	0,20	0,09	0,20
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

36. táblázat A vizsgált minta agyag frakciójának elemi összetétele [at.%]-ban

Elem	Spektrum 1	Spektrum 2	Spektrum 3	Spektrum 4	Spektrum 5	Spektrum 6	Spektrum 7
O	72,11	72,92	74,58	74,41	71,59	73,62	74,63
Si	13,12	12,42	11,52	11,51	12,57	12,62	12,48
Al	6,30	5,75	5,53	6,27	6,39	5,90	6,30
Fe	2,46	2,91	2,64	2,22	3,48	2,00	1,91
Ca	2,98	4,04	2,98	3,10	3,56	3,97	2,27
K	1,14	1,02	1,16	1,10	0,91	0,74	0,94
Mg	0,82	0,57	0,68	0,50	0,94	0,82	0,51
Ti	0,42	0,18	0,25	0,39	0,14	0,11	0,29
S	0,20	0,10	0,20	0,18	0,22	0,14	0,50
Na	0,44	0,08	0,45	0,33	0,18	0,08	0,17
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

- A vizsgált **teljes talajmintákban** a O>Si>Al>Fe dominál, mellette K>Ca>Mg fordul elő. Mivel a minta egy szorosan összekapcsolódott halmazként jellemezhető, az elemi összetétel alapján konkrét képletet konkrét ásványt nem lehet felírni. A mintában domináló elemek alapján csak következtetni lehet, a főleg Al- és Fe-tartalmú szilikátokra.
- A vizsgált **agyag frakciókban** a O>Si>Al>Fe>Ca dominál, mellette K>Mg>Ti>Na>S is jellemző kis mennyiségben. A vörösayagos rendzina

talajszelvény agyag frakcióinak elemi összetétele hasonló Si és Al mennyiségeket jelez, mely a kaolinit-csoport ásványaira ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) jellemző összetétel. A vizsgált barna rendzina agyag frakciójának elemi összetétele alapján az egész halmazban hasonló összetétel dominál, de konkrét ásvány nem írható fel, csak következtetni lehet, a főleg Al-, Fe-, Ca-, és K-tartalmú szilikátokra.

- A vizsgált **finom homok frakcióban** a O>Si dominál, mellette Fe>Al>Ca>Mg jellemző. Az elemi összetétel alapján feltételezhető a kvarc szemcsék jelenléte. A Fe jelentős mennyisége miatt a szemcsék között vastartalmú ásványok is előfordulhatnak (vas-oxidok-hidroxidok).
- A vizsgált **durva homok frakcióban** lévő szemcsék elemi összetétele (Si:O) alapján kvarc szemcsékről van szó. A két kvarc szemcse morfológiája mechanikai és kémiai mállásra utaló nyomokat mutattak.

A vizsgált minták elemi összetétele (O-, Si-, Al-, Fe-, Ca-, K-, Mg-, Na) a röntgen-diffrakcióval meghatározott ásványi összetételt követik. Az elemi összetétel alapján feltételezhető:

- a kaolinit-csoport ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$),
- az illit-csoport ($\text{KAl}_2[\text{SiO}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2]$),
- a szmektit-csoport ($\text{A}_{0,33}\text{M}_{2-3}(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, ahol A=Na,K,Ca,Li és M=Al, Mg, Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cr^{3+} , Zn, Cu^{2+}) ásványainak előfordulása,
- illetve vas-oxidok-hidroxidok (goethit $\alpha\text{-FeOOH}$),

illetve kimutatható:

- a kvarc (SiO_2) jelenléte.

4.3.6.1. Összegzés

- A vizsgált minták elektronmikroszkópos eredményei alapján úgy vélem az ásványi összetétel összhangban van az eddigi vizsgálatok – röntgen-diffrakció és termoanalitika – eredményeivel.
- Új információt a kvarc szemcsék felületéről és méretéről kaptam, melyen látszódik, hogy ez az ellenálló ásvány is aktívan részt vesz a mállási folyamatokban. A szemcse felszínén látható mechanikai nyomok az áthalmozódás nyomait őrzik. Alakjuk azonban eltér az eolikus eredetű szemcsékétől.
- A 6. talajszelvény (BRE 25-40 cm) agyag frakciójának kémiai összetétele alapján kevés kén-tartalom is jellemző a mintára, mely megerősítene a termoanalitikában feltételezett pirit jelenlétét.

4.3.7. Nehézfém tartalmi-vizsgálatok

Az egyes ásványok a talaj számára a mállás folyamatán keresztül geokémiai elemforrásként is működhetnek (SZENDREI 1994a), így a mállás során felszabaduló fémek mennyiségének meghatározása is lehetővé válik, mely eredmények szintén információt adnak az ásványi összetételről. A talajok azonban nem csak a mállási folyamatok során felszabaduló elemek forrásai lehetnek, hanem a szennyezettséget okozó fémes elemek megkötésében is nagy szerepük van. Ha a fémes elemek megfelelő mennyiségben jelen vannak a talajban, akkor a talajkolloidokon keresztül meg is kötődnek. A talaj tulajdonságainak változása egyik fontos indikátora a környezet hatására végbement változásoknak (KEVEINÉ BÁRÁNY ET AL. 1999). Nehézfém tartalmi vizsgálataim célja a mállásból eredő elem tartalom vizsgálata és az esetleges nehézfém-szennyezettség kimutatása a vizsgált talajokban. Utóbbi vizsgálathoz a Magyarországon a talajokra ajánlott szennyezettségi határértékeket a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-

FVM és a 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM tartalmazó együttes rendeletet vettem figyelembe.

A 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM rendeletben feltüntetett határértékek a talajok összes kioldható fémtartalmára vonatkoznak, melyek az MSZ 21470-50:2006-os szabvány szerinti királyvizes feltárással (37. táblázat), az oldható, kolloid felszíneken kötött fémeken kívül a mállás során felszabaduló fémek mennyiségét is figyelembe veszi, amit a talajalkotó ásványok roncsolásával ér el (DOBOS & LÉNÁRT 2013). A hazai talajok szennyezettségi határértékeinek meghatározásával a legrészletesebben KÁDÁR (1998, 2007, 2008) foglalkozott.

37. táblázat A vizsgált nehézfémek (A) háttérkoncentráció értékei, (B) szennyezettségi határértékei és (Ci) intézkedési szennyezettségi határértékei, a 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM rendelet talajra, földtani közegre ajánlott környezetvédelmi határértékek alapján (Forrás: <http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/jogszab/jogszab02/tartalom2.htm>)

Fémek („összes” kioldható és félfémek (mértékegysége:mg/kg szárazanyag) MSZ – 21470 – 50: AAS, ICP	A	B	Ci
Króm összes (Cr)	30	75	150
Kobalt (Co)	15	30	100
Nikkel (Ni)	25	40	150
Réz (Cu)	30	75	200
Cink (Zn)	100	200	500
Ólom (Pb)	25	100	150

A bükki talajszelvények közül 10 szelvény talajmintáit tártam fel és mértem meg ezzel a módszerrel. A kapott eredményeket a következő táblázatban tüntetem fel (38. táblázat).

38. táblázat A vizsgált talajszelvények fémtartalmi eredményei, vizes kémhatás értékei, valamint humusztartalmi-értékei talajszintenként (**VARE** – vörösagyagos rendzina, **BRE** – barna rendzina, **FRE** – fekete rendzina)

Talajszelvény	cm	g/kg							mg/kg						pH H ₂ O	H%
		Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
8	0-10	10.28	40.89	10.86	1.15	2.21	1.27	0.24	4.11	19.07	34.05	16.39	53.66	187.13	7.1	51.37
FRE	10-20	14.08	43.62	14.80	1.36	2.80	1.81	0.24	6.51	24.53	42.26	23.05	65.60	237.30	7.3	36.98
10	0-10	5.82	28.92	6.05	0.75	1.51	0.54	0.34	1.35	10.61	24.53	7.91	38.01	159.09	6.5	76.29
FRE	10-20	18.74	27.09	18.00	1.40	2.57	1.83	0.25	7.11	28.60	31.99	27.07	74.71	164.99	7.3	33.68
11	0-20	10.12	33.62	9.97	0.75	1.87	1.04	0.40	1.85	22.82	25.32	11.17	83.98	126.84	7.3	48.96
FRE	20-50	16.59	28.61	16.43	1.00	2.57	1.55	0.25	7.01	32.44	21.58	17.57	57.74	91.05	7.5	32.29
5	0-10	15.33	25.10	18.23	1.63	2.40	1.38	0.30	8.87	25.25	34.82	50.50	50.11	178.50	6.8	34.69
BRE	10-30	21.18	15.99	25.59	2.01	3.09	1.98	0.17	13.56	31.31	38.66	70.35	41.13	192.07	7.4	18.74
	30-60	21.66	49.42	25.00	1.92	3.16	1.83	0.20	13.84	37.89	40.69	73.98	25.80	183.15	7.9	7.43
6	0-10	16.57	7.59	19.77	1.18	2.92	1.21	0.31	12.14	26.42	22.30	32.33	40.17	125.44	5.9	9.68
BRE	10-25	17.86	5.32	21.58	1.17	3.15	1.17	0.19	14.31	29.55	19.83	37.83	22.95	112.11	6.3	6.51
	25-40	22.90	13.73	27.17	1.68	3.80	1.11	0.19	13.86	36.63	26.26	48.24	20.61	131.35	7.3	4.74
7	0-10	24.00	12.38	23.24	1.11	2.83	0.58	0.21	10.35	35.34	17.54	20.83	39.87	91.43	6.8	20.4
BRE	10-20	28.62	10.19	28.28	1.27	3.20	0.65	0.26	11.70	45.05	22.18	26.91	31.03	99.53	6.8	12.14
	20-30	34.14	15.20	32.29	1.49	3.24	0.60	0.25	11.41	51.45	22.83	30.76	26.41	101.28	7.6	11.26
9	0-10	17.57	16.75	19.05	1.22	2.95	0.90	0.35	8.93	27.31	19.24	21.73	45.80	108.97	7.2	22.89
BRE	10-30	21.67	19.10	24.30	1.37	3.41	0.96	0.18	12.29	34.24	14.75	29.63	24.75	88.42	7.6	10.85
	30-50	15.36	58.36	19.66	1.01	3.29	0.65	0.16	10.85	28.32	14.13	25.89	13.40	63.29	8.0	2.65
	50-70	13.41	64.34	18.63	0.91	3.13	0.54	0.16	9.64	22.41	15.33	24.83	11.51	55.67	8.1	1.62
12	0-5	16.70	38.13	17.25	1.13	11.39	1.22	0.25	8.75	27.94	15.72	19.68	42.03	82.40	7.7	19.08
BRE	5-10	20.10	36.18	20.12	1.02	16.67	1.26	0.16	9.97	31.47	12.95	22.30	26.98	60.38	7.7	6.83
	10-20	21.71	38.35	22.08	1.14	13.97	1.22	0.15	10.44	33.78	15.48	25.01	19.34	65.05	7.7	6.63
	20-40	15.79	73.56	16.61	0.90	22.30	0.98	0.18	8.00	26.83	14.95	19.63	11.95	51.41	7.9	3.96
	40-50	4.60	113.54	4.79	0.29	36.50	0.46	0.20	1.69	6.95	7.41	6.27	3.45	16.81	8.0	1.61
13	0-10	14.91	19.78	18.04	1.35	3.25	1.06	0.20	8.77	26.12	14.66	19.70	56.49	129.24	7.3	21.99
BRE	10-30	15.60	23.71	18.22	1.10	2.94	1.02	0.25	9.03	23.77	13.02	21.02	45.91	101.92	7.5	15.38
	30-40	17.29	32.86	20.34	1.27	4.40	1.03	0.18	10.16	25.64	11.07	22.71	32.54	162.54	7.7	11.01
4	0-10	17.25	14.35	27.30	1.17	1.82	3.05	0.21	18.63	27.78	47.47	105.12	56.72	271.92	7.6	23.15
VARE	10-30	15.76	5.45	35.82	0.83	1.01	2.22	0.16	24.72	27.66	69.55	110.81	16.59	334.65	7.9	2.63
	30-70	15.86	4.85	38.77	0.82	0.77	2.33	0.14	24.45	29.55	60.52	86.85	12.53	363.76	7.9	1.46
	70-100	12.39	4.23	37.16	0.70	0.50	2.33	0.14	22.30	25.40	49.55	59.77	10.95	340.60	7.7	0.60
	100-130	13.29	4.89	35.83	0.73	0.51	3.74	0.16	20.62	26.83	58.99	88.87	17.01	383.27	7.7	0.81

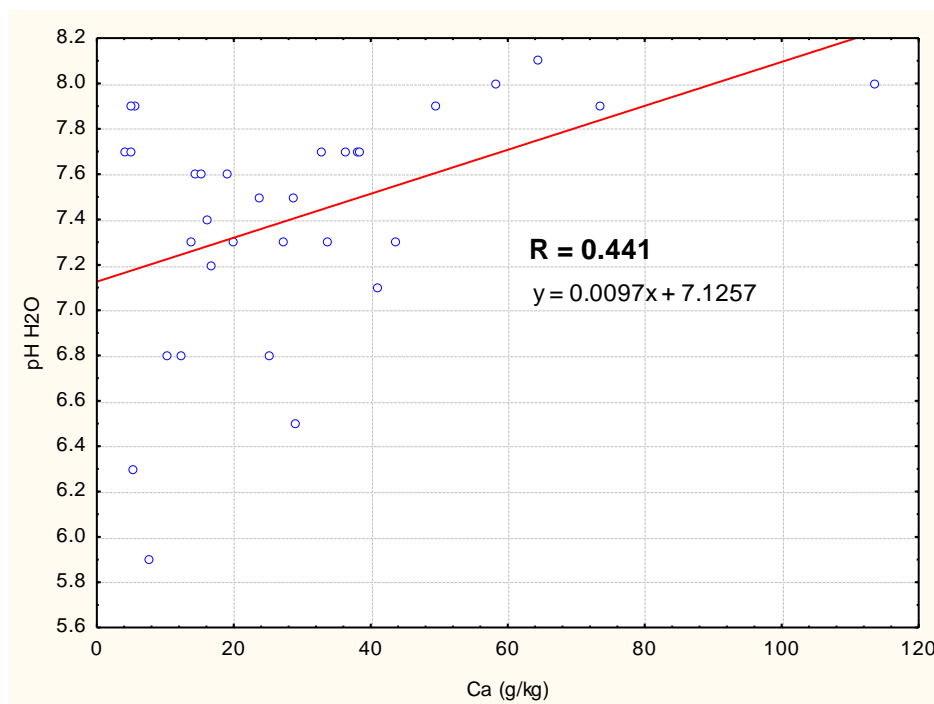
A (B) szennyezettségi határértékeket figyelembe véve, narancssárga színnel jelöltem azokat az értékeket, melyek meghaladják azt. A vizsgált talajszelvényekben az összes Ni-tartalom három talajszelvényben, az összes Zn-tartalom két talajszelvényben mutatott magasabb értéket a szennyezettségi határértéknél. Az összes Co, Cr, Cu, Pb esetén szennyezettségi határértéket meghaladó értékeket ugyan nem tapasztaltam, de a Co és Cu értékek között van néhány jelentős érték. Az intézkedési szennyezettségi határértéket (Ci) is figyelembe véve, a Ni és a Zn esetén, jóval a határérték alatt maradnak a kapott értékek.

Az elemanalízis eredménye alapján, a vizsgált bükki talajmintákban, legnagyobb mennyiségben az Al, Ca, Fe, és kisebb arányban a Mn, Mg, K, Na dúsult. Ezek az elemek a vizsgált talajminták ásványaihoz kötődhetnek (agyagásványok, földpátok, kloritok, goethit, kalcit, dolomit), és a mállás során felszabadulhatnak. A legnagyobb mennyiségeket az Al, Ca és Fe elem mutatta. A Fe mennyiségét a 12. talajszelvény alsó talajszintjeiben meghaladja a Mg mennyisége, mely a talajszelvény jelentős dolomit tartalmának tulajdonítható.

A határértéket meghaladó nehézfémek talajszelvénybeli eloszlását tekintve az összes Ni-tartalom a talajszelvényekben lefelé haladva mutat növekedést – kivéve a 4. talajszelvényt (vörösagyagos rendzina). Az összes Zn-tartalom azokban a szelvényekben ahol túllépi a szennyezettségi határértéket lefelé enyhén növekvő tendenciát mutat. A két fém jelentősebb túllépést a 4. talajszelvényben (vörösagyagos rendzina) mutat, melynek oka a talajszelvényben lévő vastartalmú ásványok nagyobb mennyisége is lehet, melyben így jelentős Ni- és Zn- helyettesítések fordulnak elő. Geokémiai karakterét tekintve a Ni szoros kapcsolatban van a Fe-sal. A kis szemcsetartományban dúsuló vas-oxid-hidroxidok felületén kötődve, illetve esetenként rácspozícióban is előfordulhatnak (HORVÁTH 2005). A magasabb Ni- és Zn-fém-tartalom a talajöregedés által előidézett koncentrációnak is köszönhető, míg az

alacsonyabb fém-tartalom a nem mállott üledékeknek az idősebb talajokhoz történő fokozatos felszíni hozzákeveredésére utal (PRIORI ET AL. 2008). KUBOVICS (1956) szerint a Ni legnagyobb mennyiségben a „feketeföldekben és a vörösföldekben” jellemző, illetve a Zn mennyisége is ezekben a talajokban jelentősebb. A többi nehézfém tekintetében – illetve a Ni és Zn eloszlását azokban a szelvényekben ahol értékük nem éri el a szennyezettségi határértéket –, a talajszelvénybeli eloszlásukban nincs tendencia, melynek oka a területen belüli eltérő talajviszonyoknak is tulajdonítható. Összegezve az eredményeket a bükki talajok nehézfém-terhelése az összes Co-, Cu-, Cr-, Pb-tartalom tekintetében nem jelentős, viszont az összes Ni- és a Zn-tartalom tekintetében jelentősnek mondható, de nem extrém jellegű. KEVEINÉ BÁRÁNY ET AL. (2002) Bükk-fennsíkron végzett nehézfém-tartalmi talajvizsgálataik eredményei alapján a bükki talajok nehézfém-terhelése a Zn-, Pb-, Co- és Cr-tartalmat tekintve szintén nem bizonyul jelentősnek, viszont a Ni-tartalom a talajmintáik többségében határérték feletti értékeket mutat. Fontos megemlíteni, hogy KEVEINÉ BÁRÁNY ET AL. (2002) és ZSENI (2003) főleg a feltalajokra vonatkozó adatokat közölt, a max. mintavételi mélység 40 cm volt.

A vizsgált bükki talajok nagyon magas szervesanyag-tartalommal bírnak, és jelentős agyagtartalommal is rendelkeznek. A nehézfémek koncentrációjának alakulásában a szerves anyagon való megkötődésnek kiemelkedő szerepe van (KÁDÁR 2007). A talaj kémhatása elsősorban a nehézfémek oldhatóságára van hatással, valamint befolyásolja az agyagásványok és szerves anyagok adszorpciós képességét is (ZSENI 2002, KEVEINÉ BÁRÁNY ET AL. 2002). A Bükk-fennsíkron a mészkő és dolomit alapkőzet jelenlétének következtében a talaj pH-ja nagyrészt semleges és enyhén lúgos, de akadnak gyengén savanyú kémhatások is, ezért az itt található talajoknak fontos szerep jut a fémek megkötésében, illetve a pufferkapacitásuk is nagyobb (KEVEINÉ BÁRÁNY ET AL. 1999). Semleges és enyhén lúgos körülmények között a nehézfémek migrációja korlátozott (JUHÁSZ 2014), ezért az alapkőzetnek kiemelt hatása van a felhalmozódott elemekre. A bükki talajok fém-tartalma és a kémhatás között, a Ca mutat egyedül pozitív szignifikáns kapcsolatot (68. ábra), melynek oka valószínűleg szintén az alapkőzet hatásában keresendő.



68. ábra A vizsgált bükki talajok összes Ca-tartalma és a kémhatás közötti összefüggés a nehézfém-tartalmi vizsgálatokban résztvevő összes talajszelvényre és talajszintre nézve (n=32). Korrelációs együttható kritikus értéke n=32, p<0.05 esetén $|R| \geq 0.349$

A kémhatást tekintve a többi vizsgált elem csak alacsonyabb pH értéknél válik mobilissá. BRÜMMER ET AL. (1991) szerint a fémek oldhatóságának pH függése, Ni, Zn, Co esetén $\text{pH} < 5,5$; Al, Cu, Cr esetén $\text{pH} < 4,5$; Pb esetén $\text{pH} < 4$ között jellemző. A vizsgált bükki talajszelvények között előforduló gyengén savanyú talajszintekben éppen ezért, nem észlelhető szennyezettségi határérték átlépés, a pH értékek 5,9-6,3 közöttiek. KEVEINÉ BÁRÁNY ET AL. (1999) szerint a talajsavanyodás ott jellemző ahol az alapkőzet mélyebben van. Ezt az állítást a vizsgált bükki talajok nem támasztják alá – bár konkrét mélységet nem írnak a szerzők –, az általuk vizsgált savanyúbb kémhatással jellemezhető talajszelvények közül a legmélyebb 40 cm, ahol már az alapkőzet megtalálható.

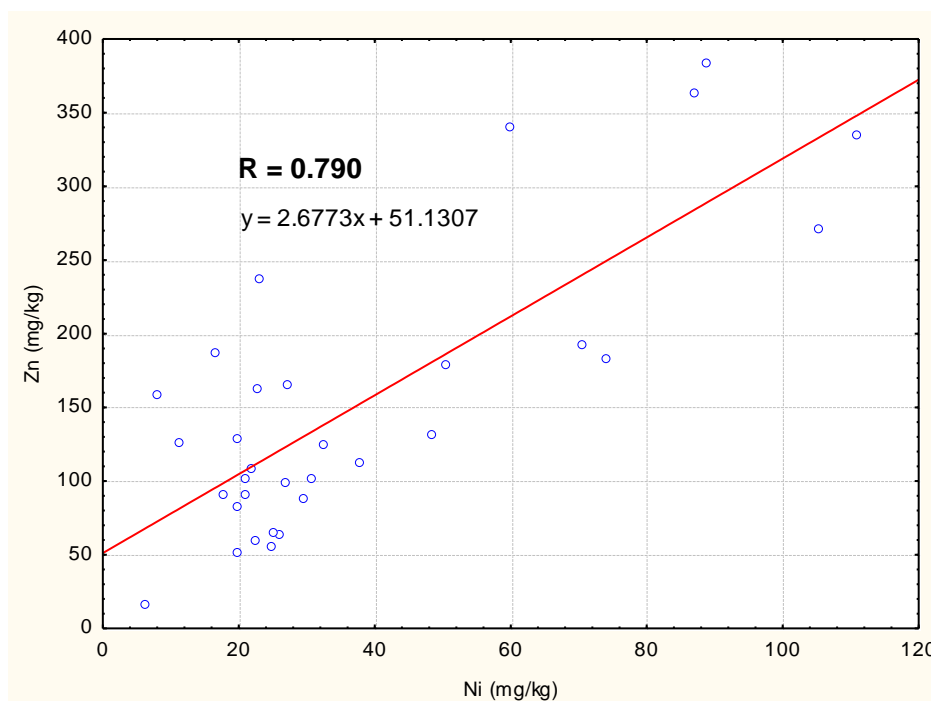
A talaj kémhatása mellett a szervesanyag-tartalom is befolyásolja a fémek koncentrációját a talajszintekben. A szervesanyag- és a fém-tartalmak közötti összefüggéseket vizsgálva megállapítottam, hogy a szerves anyag mennyisége hat elem koncentrációjára gyakorol hatást a vizsgált bükki talajokban. A Fe, Co, Cr, Ni szignifikáns negatív korrelációt mutat a humusztartalommal ($p < 0,05$ szignifikancia szinten), míg az Pb, Na és a humusztartalom között erős pozitív korrelációt tapasztaltam ($p < 0,0001$ szignifikancia szinten). A szerves anyagok inkább a nehézfémekkel képeznek fém-organikus komplexeket, ezáltal növelik a talaj fém-visszatartó képességét, ennek megfelelően a pozitív szignifikáns kapcsolat lenne az ideális a szerves anyag és a nehézfémek között, de – mivel minden egyes nehézfém összes formában előforduló mennyiségére nem csupán egy, hanem több talajtényező is hatással van – ennek nem minden esetben tesznek eleget a talajok (ZSENI 2002).

A bükki talajokban előforduló fémek közötti összefüggéseket vizsgálva az elemek között erős pozitív korrelációkat tapasztaltam, $p < 0,05$ illetve szorosabb, $p < 0,0001$ szignifikancia szintek mellett (39. táblázat).

39. táblázat A talajminták fém-tartalmai, valamint a kémhatás (pH H₂O) és a humusztartalom (H%) közti korrelációs összefüggések R (korrelációs együttható) értékei. A megadott összefüggések **p<0,05**, illetve **p<0,0001** szinten szignifikáns lineáris kapcsolatot jeleznek a nehézfém-tartalmi vizsgálatokban résztvevő összes talajszelvényre és talajszintre nézve (n=32). Korrelációs együttható kritikus értéke n=32, p<0.05 esetén $|R| \geq 0.349$, n=32, p<0.0001 esetén $|R| \geq 0.630$

	Al (g/kg)	Ca (g/kg)	Fe (g/kg)	K (g/kg)	Mg (g/kg)	Mn (g/kg)	Na (g/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	pH H ₂ O	H (%)
Al (g/kg)	1.000														
Ca (g/kg)	-0.412	1.000													
Fe (g/kg)	0.513	-0.642	1.000												
K (g/kg)	0.620	-0.292	0.157	1.000											
Mg (g/kg)	-0.212	0.764	-0.413	-0.368	1.000										
Mn (g/kg)	-0.099	-0.414	0.573	0.009	-0.319	1.000									
Na (g/kg)	-0.163	-0.059	-0.533	0.022	-0.180	-0.312	1.000								
Co (mg/kg)	0.276	-0.584	0.939	0.039	-0.366	0.671	-0.589	1.000							
Cr (mg/kg)	0.962	-0.462	0.600	0.569	-0.306	0.020	-0.175	0.366	1.000						
Cu (mg/kg)	-0.086	-0.461	0.624	0.006	-0.459	0.828	-0.197	0.700	0.039	1.000					
Ni (mg/kg)	0.126	-0.463	0.766	0.146	-0.356	0.808	-0.416	0.870	0.207	0.851	1.000				
Pb (mg/kg)	-0.071	-0.197	-0.408	0.283	-0.366	0.051	0.674	-0.448	-0.069	-0.016	-0.233	1.000			
Zn (mg/kg)	-0.166	-0.535	0.626	-0.055	-0.512	0.850	-0.220	0.706	-0.050	0.940	0.790	-0.003	1.000		
pH H ₂ O	-0.047	0.441	0.230	-0.195	0.316	0.203	-0.558	0.228	0.012	0.118	0.229	-0.389	0.084	1.000	
H (%)	-0.341	-0.033	-0.597	0.050	-0.272	-0.147	0.718	-0.611	-0.355	-0.028	-0.357	0.737	-0.017	-0.457	1.000

A szennyezettségi határértéket elérő elemek (Ni, Zn) között a kapcsolat erősen szignifikáns, mely jelzi a közös forrásból való származásukat (69. ábra).



69. ábra Az összes Ni- és az összes Zn-tartalom közötti kapcsolat a nehézfém-tartalmi vizsgálatokban résztvevő összes talajszelvényre és talajszintre (n=32) nézve p<0,0001 szignifikancia szinten. Korrelációs együttható kritikus értéke n=32, p<0.0001 esetén $|R| \geq 0.630$

A vizsgált terület elhelyezkedése és területhasználati jellege miatt, sem közlekedésből, sem mezőgazdasági művelésből származó terhelés nem játszik szerepet a területen. KEVEINÉ BÁRÁNY ET AL. (2008) nehézfém vizsgálatai alapján a Bükk-fennsík területén tapasztalt nehézfém-terhelést – magas Cd-tartalmakra vonatkozóan – elsősorban légköri ülepedésből származtatta, mivel a Bükk és az Aggteleki-hegység között helyezkedik el a régió vegyipari tengelye, valamint itt található egy ércdúsító is. JUHÁSZ (2014) szintén magas Hg- és kiemelkedő Cd-, Cu és Zn-tartalmú bükk-fennsíki minták alapján azonban arra jutott, hogy ezek a nehézfémek akár az északról jövő légáramlatokból is származhatnak.

SZABÓ (2000) szerint abban az esetben kellene jelentősebb antropogén szennyező hatással számolni, amennyiben a talaj felső rétegeiben lényegesen, akár többszörösen magasabb értékeket mérünk, mint a szelvény alsó szintjeiben. Az általam mért magasabb Ni és Zn értékek esetén úgy vélem ez alapján nem kell antropogén szennyező hatással számolni, hiszen többszörösen meghaladó értékek nem jellemzőek a felső szintekben.

KÁDÁR (1991) a talajokat Ni-tartalmuk alapján két csoportba sorolta: a homokkövön, mészkövön, savanyú vulkáni kőzeteken képződött talajok Ni-tartalma általában alacsonyabb, nem haladja meg az 50 mg/kg-os értéket, az agyagos üledékeken, bázikus vulkáni kőzeteken képződött talajoké azonban meghaladhatja az 500 mg/kg-ot is. A talaj Ni-tartalma elsősorban a szerves anyagokhoz kötődik, de jelentős hatással vannak rá a Fe-, Mn- és Al-oxidok és a talaj agyagtartalma (SZABÓ 2000). FARSANG (1996) szerint a talajban a Zn is elsősorban a szerves anyagokhoz, a vas- és mangán-oxidokhoz, valamint az agyagásványokhoz kötődik, mely a mérések alapján is igazolódik, hiszen pozitív szignifikáns kapcsolat mutatható ki a Zn- és Fe-, valamint a Zn- és Mn-tartalmak között, mely ugyanígy érvényes a Ni-tartalomra is. KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1992) szerint az agyagos üledékek átlagosan 120 mg/kg Zn-et tartalmaznak. CHEN ET AL. (2016) a folyóvízi üledékekben mért magasabb Zn értékeket (270,72 mg/kg) nem tartották szennyezettséget jelző értéknek. Kínai vörös földek („terra rossa”) vizsgálata esetén WEI ET AL. (2013) 313-422 mg/kg Zn-tartalmat, és 111-126 mg/kg Ni-tartalmat mértek mészkő alapkőzeten és bauxiton képződött talajok felső rétegeiben (0-50 cm). MIKO ET AL. (1999) horvát karszterületen felső talajszintek esetén 40-200 mg/kg, illetve 61-506 mg/kg, míg mélyebb talajszintekben 68-219 mg/kg Zn-tartalmat határoztak meg. A Ni-tartalmak a Zn-hez hasonló tendenciákat (20-300 mg/kg, 43-330 mg/kg, 57-120 mg/kg) követték ezekben a talajmintákban.

Az eredmények alapján a vörös talajokban változatos fémtartalmak mutathatók ki, melyek egészen magas értékeket is mutathatnak. Ez alapján úgy vélem az általam vizsgált vörösayagos rendzina talajban kimutatható magas Zn értékek és az ezzel szignifikánsan korreláló Ni is természetes eredetűnek tekinthető. A Ni és a Zn szignifikáns pozitív korrelációt mutat több elemmel is (Fe, Mn, Co, Cu), mely jelzi az azonos forrásból való származásukat, mely ugyanazt a talajképző anyagot jelenti. A vörösayagos rendzina talajban előforduló magas értékek esetleg egy enyhe ércesedési folyamatot is jelezhetnek.

A vizsgálati eredmények alapján úgy vélem, hogy a talajok nehézfém-tartalma is döntően természetes eredetű, még a magasabb értékeket mutató, Ni és Zn esetén is, tehát elsősorban a talajképző anyagból származnak.

4.3.7.1. Összegzés

- Az elemanalízis-vizsgálat alapján a bükki talajokban csak a Ni és a Zn mutatott magasabb értéket a (B) szennyezettségi határértéknél, de értékeik jóval az intézkedési szennyezettségi határérték (C_i) alattiak; jól korrelálnak a többi elemmel, így összességében az összes vizsgált elemre nézve úgy vélem, nem mutatható ki szennyezettség a vizsgált bükk-fennsíki talajokban.
- Az Al-, Ca-, Fe-, Mn-, Mg-, K- és Na elemek mind geogén eredetűek, melyek a mállási folyamatok során szabadulnak fel. Ez az elemi összetétel is összhangban van az eddigi ásványtani vizsgálatok eredményeivel, melyek főleg Al-szilikátokat (illit (K), kaolinit, szmektit/montmorillonit (Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Cr), földpátokat (K, Al), (alumo)goethitet (Al, Fe), kalcitot (Ca), dolomitot (Ca, Mg, Fe) és kloritokat (Fe, Al) mutatott ki.
- Az összes Ca-tartalom egy része a mészkő és a dolomit alapkőzetből származik, melyet a Ca legsó talajsztintekben megnövekedett mennyisége jelez. A Ca egy része beépülhet a montmorillonit agyagásvány rétegek közti terébe.
- A vörösayagos rendzina talaj jelentősen különbözik a többi talajszelvénytől, benne az Al és a Fe mutat jelentős növekedést a mélységgel, a Ca pedig csökkenést, ami szintén utal arra, hogy nem a mészkő mállásának a terméke, hanem Al- és Fe-tartalmú ásványok málladékából indult a talajfejlődés.

4.4. Eredmények összefoglalása

4.4.1. A vizsgált talajszelvények ásványainak eloszlása az őket befolyásoló tényezők tükrében

Az *alapkőzetet* az egyik legfontosabb talajképző tényezőként tartják számon, hiszen a talajásványok egy része közvetlenül az alapkőzetből származik. Az általam vizsgált talajszelvények változó termőréteggel ugyan, de mind mészkővön és egy szelvény esetén, dolomiton található. A változó termőrétegek a különböző vastagságú szilikátos málladék felhalmozódásával alakultak ki. **Felmerül azonban a kérdés, hogy az egyes szelvényekben található nagy mennyiségű szilikátos anyag származhat-e csupán a mészkő mállásából?** A mállott talajokban csak az ellenállóbb ásványok (kvarc) primer eredetűek, azonban a vizsgált talajszelvények esetén a kvarc mennyisége alapján, mely a legtöbb szelvényben sokkal több, mint a karbonát, véleményem szerint ez nem lehetséges. A kvarc a becslések szerint a földkéreg üledékes kőzeteinek mintegy 21–35%-át alkotja, melyből a karbonátos kőzetek átlag 5%-ot tartalmaznak (THAMÓNÉ BOZSÓ 2014). A Bükk-hegység monográfiájában ismertetett adatra hivatkozva, a Bükkfennsíki mészkő oldási maradéka csupán 1% vagy annál kevesebb, mely autigén kvarcot és kevés illitet tartalmaz (LESS ET AL. 2005). Úgy vélem azonban, hogy az autigénként megnevezett kvarc nem lehet helyben képződött. Három talajszelvény (8. talajszelvény – **FRE**, 7. talajszelvény – **BRE**, 4. talajszelvény – **VARE**) alapkőzetének vizsgálata alapján a mészkő alapkőzet a fekete és barna rendzina típusú talajok esetén tiszta kalcit, a vörösayagos rendzina típusnál 99,5%-ban (mellette 0,5% kvarc és némi rétegszilikát kimutatható).

A vizsgált terület *éghajlata* mérsékeltén hűvös-hűvös és mérsékeltén nedves-nedves, ahol a csapadék évi összege a fennsíkon 800 mm, lejjebb 750 mm körüli, a vegetációs időszakban pedig 400-450 mm (HALÁSZ 2006). A csapadékkellátottság és az agyagásványok előfordulása közti kapcsolatot tekintve, 350 mm alatti csapadékmennyiség esetén az illit jellemző, 500 mm –ig a szmektit (<500 mm), ennél nagyobb csapadékmennyiségnél pedig kaolinit, Fe-Al-oxid-ásványok jellemzőek (SZENDREI 1994a). Véleményem szerint, ha ez alapján tekintenénk az agyagásvány-

összetételt az illit képződése a területen nem lenne releváns, mely szintén megerősíti az idegen forrásból való származását. A területre eső csapadékmennyiség és ezáltal a beszivárgó víz mennyisége a mállási folyamatokra viszont hatással van, mely változó arányú agyagásvány-összetételt eredményez, mely függ a talajszelvények elhelyezkedésétől (domborzati viszonyok-növényzet) is. Az alapkőzetből származó karbonát ásványok mennyisége az intenzívebb kilúgzás hatására folyamatosan csökken a felső talajszintekben. Az agyagásványok milyensége jelzi az átöblítés erősségét (montmorillonit – kisebb fokú, kaolinit – erősebb), illetve a jelentős mennyiségű vas-tartalom szintén jelentékeny hidromorf hatást jelez. DOBOS (2002) leírása alapján a Bükkben a mállást és az agyagosodást kísérő vaskiválás már 400 méter alatti magasságon is megfigyelhető.

A Bükk **növényzeti** képét alapvetően a montán bükkösök határozzák meg (HALÁSZ 2006). A terület változatos talajviszonyait a fás szárú – elsősorban bükk – növényzet kevésbé jelzi, ami arra utal, hogy a – kedvező klimatikus körülmények mellett – a fák jól megtalálták azokat a helyeket, ahol a gyökerükkel be tudnak hatolni a sziklák között található talajba (HOFMANN & BIDLÓ 2017). A humuszanyagok felhalmozódása, a humuszosodás erőteljesen jelentkezik a vizsgált területen, melyet főleg a humuszban gazdag felső szintek jeleznek. A humusztartalmi vizsgálatok mellett a termoanalitikai, röntgen-diffrakciós és a mikromorfológiai eredmények is megerősítik, hogy a vizsgált talajszelvényekben található ásványi szemcsékhez jelentős mennyiségű szerves és amorf anyag is kapcsolódik.

A Bükk az Északi-középhegység **geomorfológiailag** legösszetettebb egysége. A vizsgált terület mikrodomborzata – lankás-dombos felszínekkal erősen tagolt táj – jelentősen befolyásolja a kialakuló talajok termőréteg vastagságát, ezáltal a szilikátos málladék mennyiségét. Emellett a helyi erózió szerepe sem elhanyagolható, mely lokálisan hat a talajfejlődési folyamatokra (pl. a területre jellemző idős kidőlt fák gyökérezete talajkeveredést okozva hat a talajok további fejlődési folyamatára).

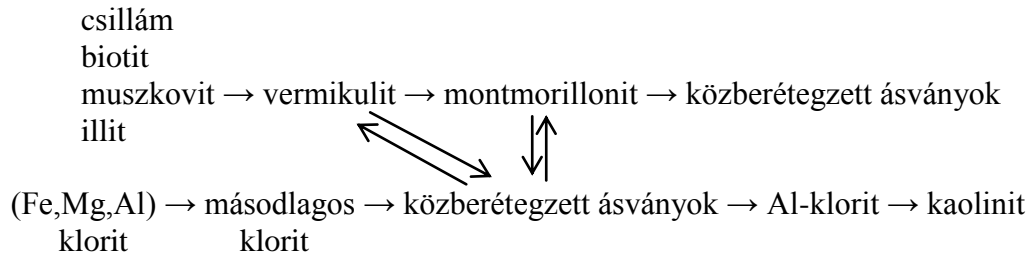
A fenti tényezőket az **idő** függvényében értékelve a vizsgált talajszelvények (szilikátos) málladékának ásványi összetétele alapján a mállási és ásványátalakulási folyamatok már nem a kezdeti szakaszban vannak, hanem egy érettebb mállási szakaszra tehetők.

4.4.2. A vizsgált talajszelvények mállási folyamatainak ásványtani vonatkozásai

A vizsgált talajszelvények fő ásványai a vizsgálatok alapján a kvarc, az agyagásványok (illit, kaolinit, montmorillonit, illit/montmorillonit kevert szerkezetek), a plagioklász, a káliföldpát és emellett kalcit, dolomit, valamint csekély mennyiségben (alumo)goethit és kloritok. A minták többsége jelentős amorf tartalommal rendelkezik („ferrihidrit”), melyek a talajokban csak nagyon ritkán találhatók kristályos anyagok nélkül.

A mállás előrehaladásának foka és a visszamaradó ásvány természete a keletkező talaj típusának és tulajdonságainak szempontjából meghatározó jelentőségű (NEMECZ 2006).

A talajokban a földpátok fokozott mállásával kell számolni, melynek talajtani szerepe elsősorban a mállási folyamatokon keresztül érvényesül. A káliföldpátok mállása során először csillám vagy montmorillonit, majd kaolinit vagy gibbsit keletkezik (FEKETE 2010). NEMECZ (1973) a talajban lejátszódó folyamatokat a következő séma szerint foglalta össze:



A talajásványtani vizsgálataim eredményei alapján az agyagásványok közül az illit, a kaolinit és a montmorillonit, illetve közberétegzett illit/montmorillonit szerkezetű agyagásványok is előfordulnak a vizsgált talajszelvényekben, egymáshoz viszonyított mennyiségük viszont nagyon változó. A mállás szempontjából az agyagásványok minősége és mennyisége, illetve a nagy amorf tartalom alapján a vizsgált talajszelvények a mállás érett szakaszában lehetnek. Az agyagásványok a következő variációkban fordulnak elő a vizsgált szelvényekben:

- az illit > kaolinit \geq montmorillonit arány
- illit/montmorillonit > kaolinit arány
- kaolinit > illit \geq montmorillonit arány.

A **fekete rendzina** talajszelvények esetén az agyagásványok mennyisége között nincs jelentős különbség, kivétel a 10. talajszelvény, ahol az illit/montmorillonit mennyisége (17%) sokkal nagyobb, mint a kaolinité ($\leq 4\%$). Ezekre a szelvényekre a leginkább a közberétegzett illit/montmorillonit szerkezetek jellemzőek, mely agyagásványokról kevés adat áll rendelkezésre, de általános megállapítás, hogy széles földrajzi elterjedésben és számos talajtípusban határozták meg őket, mivel a talaj kedvező közeget jelent számukra (SZENDREI 1994a).

A **barna rendzina** szelvényeknél változatosabb az agyagásvány összetétel. A fent említett variációk mindegyike előfordul ezekben a talajszelvényekben. A legnagyobb mennyiségben az illit és az illit/montmorillonit kevert szerkezetű agyagásványok dominálnak. A kaolinit mennyisége azokban a szelvényekben ahol az illit a legjellemzőbb, közel hasonló értékeket mutat a montmorillonitéval, ahol kevesebb az illit mennyisége, ott a kaolinit mutat nagyobb értékeket. Emellett akadnak olyan talajszintek is ahol a kaolinit mennyisége 6-7%-kal magasabb, mint az illit és a montmorillonit mennyisége. ZAGÓRSKI (2010) lengyelországi mészkövön képződött (rendzina) talajok vizsgálata során az illit/szmektit kevert szerkezetű ásványok megjelenését az agyag frakció *in situ* kémiai és szerkezeti átalakulásának tulajdonította, mely a talajtani folyamatoknak köszönhető. A kevert szerkezetű agyagásványok egészen a talajszelvények aljáig jellemzőek, mely jelzi, hogy a magas pH ellenére a mállási folyamatok intenzíven működnek az egész talajszelvényben.

A **vörösayagos rendzina**ként besorolt szelvények esetén a 3. talajszelvénynél az illit és a kaolinit dominál, a montmorillonit mennyisége kevesebb, míg a másik 4. talajszelvénynél a kaolinit mennyisége a nagyobb a többi agyagásvánnyal szemben, mely intenzívebb és előrehaladottabb mállást jelez, melyet a mikromorfológiai vizsgálatok is igazolnak.

A talaj agyagos részében előforduló ásványok lehetnek (FEKETE 2010):

- öröklöttek (Pl. üledékes kőzetek eredeti agyagásvány-tartalma),
- átalakultak és
- újonnan képződtek.

A vizsgált bükki talajszelvények agyagásvány milyensége alapján úgy vélem a fekete és a barna rendzina típusú talajok esetén ezek az ásványok részben öröklöttek, részben átalakultak és részben az újonnan képződött kategóriába tartozhatnak.

A hideg periglaciális éghajlatot jelző szélfújta porból származó törmelékes ásványok az illit, a klorit, a kvarc, a káliföldpát, a plagioklász, a kalcit, a dolomit, melyek enyhébb időszakokban a talajképződés során bomlanak. A földpátok és az illit mállása során szmektit és kismértékben kaolinit keletkezik (VICZIÁN 2010). A röntgen-diffrakciós elemzés alapján az illit reflexiói inkább a 2M módosulatra jellemzők, mely jelzi, hogy az illit nem lehet helyben képződött ásvány a vizsgált talajszelvényekben. GRATHOFF & MOORE (1996) vizsgálatai alapján a 2M illit módosulatra jellemző reflexiók, megegyeztek a vizsgált mintákban jellemző illit reflexiók értékeivel (pl. 4.98Å, 3.74Å, 3.50Å, 3.33Å, 3.21Å, 3.00Å, 2.55Å).

A talaj-mikromorfológiai vizsgálatok alapján néhány eolikusnál nagyobb szemcseméretű idegen eredetű fázis – durvaszemcsés töredezett kvarc, illetve hosszúkás, elnyúlt vázrészecskék – is jellemző ezekben a szelvényekben, melyek valószínűleg áthalmozott szemcsék lehetnek, esetleg kisebb távolságokról szállítottak a vizsgált talajszelvényekbe. A vörösayagos rendzina típusú talaj vörösayag-tartalma öröklött agyagásványokat tartalmaz, mely a máltól különböző éghajlaton alakult ki, melyet a mállott nagy agyagtartalom is jelez. A mediterrán jellegű vöröstalaj karsztos mészkőfelszíneken alakul ki, ahol a lokális folyamatok az uralkodók (VICZIÁN 2010), anyagának egy része szintén hullóporos eredetű (DEZSŐ ET AL. 2007; VARGA 2012), melyet igazol a rendkívül magas kvarc-tartalom is. A kvarc szemcsék alakja és szemcsemérete azonban felvet más forrásból való származást is. Ha a földtörténeti időben való képződésüket is figyelembe vesszük, akkor a vöröstalajok, vörösayagok képződési ideje a harmadidőszak végére tehető (5,5-2,4M év) (PÉCSI ET AL. 2002). A Bükk-fennsík mai képét a pliocén végétől jelentős vízfolyások is alakították, melyek végül az utolsó (felső) jégkorban felgyorsuló emelkedés hatására a mélybe-fejeződtek. Végezetül a Bükk, különösen a Nagy- és a Kis-fennsík arculatának legjellemzőbb vonásai – a felgyorsuló emelkedés és az éghajlatváltozások kölcsönhatásaként – a felsőjégkorban jöttek létre (HEVESI 1980). Már JÁMBOR (1959) megemlíti az áthalmozott eredetet, mely a Nagy-fennsík peremétől kifelé az egykori völgyek mélyülése alapján, vízfolyásokból is származhat.

A vizsgált talajokban a kilúgzás savanyító hatása csak kevés talajszelvényben érvényesül és inkább illites összetételt jelez, mellette jóval kisebb mennyiségben kaolinit is megjelenik. A talajszelvények többsége inkább semleges és gyengén lúgos kémhatással bír, mely nagyrészt a mészkő hatása, és kismértékben kilúgzást gátló tényezők is befolyásolhatják, melyet a montmorillonit jelenléte jelezhet a szelvényekben. A vizsgált bükki talajok esetén a változó arányban megjelenő agyagásványokra a területre hulló csapadékmennyiség és a változó mértékű humuszfelhalmozódás is hatással van, illetve mivel az erőteljes kilúgzás nem okoz a kémhatásban jelentős változást – valószínűleg a mészkő aktív szerepe miatt –, így az agyagásványok eloszlása és a kémhatás között nincs összefüggés. WANG ET AL. (2003) szerint a talaj magas agyagtartalma is lassíthatja a talaj szerves anyagának mineralizációját, ezáltal nagymennyiségű humusz halmozódik fel, mely a vassal számos komplex vegyületet képezve gátolja a kristályosodási folyamatokat. A talajban képződött szerves vas komplexeket az erőteljes oxidáció során a mikroorganizmusok átalakítják és az oldatból ferri-hidroxid („ferrihidrit”) válik ki, mely mérsékelt, nedves éghajlaton oldódik és az oldatból később goethit kristályosodik ki (SZENDREI 1994a). A bükki talajszelvényekben csekély mennyiségben van goethit, a vas inkább amorf formában („ferrihidrit”) fordul elő, valószínűleg az előbb említett folyamat miatt.

Semleges vagy lúgos talajokban a vas gyakran a montmorillonit-típusú agyagásványba is beépülhet (FEKETE 2010). A talajokban előforduló vas-oxidok és vas-oxid-hidroxidok, illetve az azokból mobilizálódó vasvegyületek a talajok számos olyan tulajdonságát (pl. szín, kolloidok állapota, szerkezet, anion megkötés) befolyásolják, melyek mind a talajok képződése, mind termékenysége szempontjából lényegesek (SZENDREI 1994a). A vizsgált talajokban előforduló goethitekre Al-behelyettesítések is jellemzőek, mely a vörösayagos rendzina talajszelvényekben már a trópusi melegebb éghajlatot jelző alumogoethitként jelenik meg.

Összegzés

- A vizsgált bükki talajok ásványi összetétele alapján, feltételezhető, hogy a szél által idéfújtt hulló por eredetű ásványok az illit, a klorit, a kvarc egy része és a földpátok.
- Ezek közül a földpátok, az illit és a kloritok mállása során keletkeztek a montmorillonit, a kaolinit és a közberétegzett illit/montmorillonit ásványok.
- A jelentős mennyiségű szerves anyag és a mikroorganizmusok által keletkezett a „ferrihidrit”, mely oldódása során goethit kristályosodott ki.
- A vörösayagos rendzinákban előforduló ásványok (hematit, kaolinit, alumogoethit, rutil) trópusi mállási folyamatokra jellemzőek. A kvarc szemcsék egy része azonban nem csak eolikus eredetű.
- A fekete és barna rendzina talajszelvényekben is előfordul néhány nagyobb szemcseméretű idegen eredetű ásvány fázis, melyek kerekített, hosszúkás alakúak, illetve a kvarc töredezett alakban jelenik meg. Ez alapján a barna és fekete rendzinák esetén is felmerül, hogy nem csak eolikus forrásból származó ásványokat tartalmaznak, hanem a területre jellemző erózió által áthalmozott szemcséket is.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált bükki talajokban a kvarc és a szilikátok mennyisége jóval nagyobb, mint amennyi a mészkő mállásából származhat. Elsősorban a kvarc kimagasló mennyisége az összes ásványhoz, de főleg a kalcit-hoz képest jelzi, hogy a talaj nem keletkezhetett csak a fekü kőzet mállástermékeként. Számos helyről ismerünk talajtani leírásokat, melyekben a talajtakaró és az alapkőzet ásványi összetétele összeegyeztethetetlen (VARGA 2012). A vizsgált talajok ásványi összetétele és a nagy mennyiségű finom homok-, iszap- és agyag frakciója, idegen-eredetű anyaghozzákeveredést jelez. FEKETE (2010) szerint elsősorban a légkörből leülepedő eolikus por és homok lerakódások növelhetik a finomabb frakciók arányát.

- *Ennek megfelelően feltételezhetjük, hogy a területen a talajképződés részben a lehullott poranyagból indult meg (NÉMETH ET AL. 2014).*

Hazánk területén a múltban ugyanúgy voltak éghajlati különbségek, mint ahogy ma is vannak. Ott, ahol ma sok a csapadék, a múltban is több volt, így a hulló por az erdőbe is hullhatott, ahol a talajképződés folyamatosan hatott a leülepedő anyagra (STEFANOVITS ET AL. 1999). A vegetációs borítottság növeli a felszín érdességét, mely egyfajta előfeltétele a por megtapadásának (EGLI ET AL. 2008). Az ilyen körülmények között képződött üledék, a lösz-vályog, több agyagot és kevesebb szénsavas meszet tartalmaz, mint a típusos lösz, ugyanakkor ennél a vas egy része is felszabadult, és az üledék színe barnás vagy vöröses (STEFANOVITS ET AL. 1999). A pleisztocén folyamán kialakult sarki jégtakaró közelsége hatással volt hazánk klímájára is, mely a periglaciális területekhez tartozott. A pleisztocén éghajlat azonban nem volt egységes, a hideg glaciálisok váltakoztak az enyhébb klímájú interglaciálisokkal (STEFANOVITS ET AL. 1999). A glaciálisok idején a porviharok gyakorisága és intenzitásának megnövekedése az üledékképződésben a hullóporos szedimentáció dominánssá válásához vezetett. Hasonlóan a pleisztocén interglaciálisokhoz a jelenkori talajképződési folyamatokban is szerepet játszhat a külső, finomszemcsés porhozzáadódás (VARGA 2012). HEVESI & ZÁHORSZKI (2000) vizsgálatai alapján, a mészkő térszínek fedettsége csak nagyon erős jégkorszaki porhullással – a Bükk esetén inkább vályog, mint löszképződéssel – magyarázható. KERÉKES (1941) a hegyvidék sárga és vörösbarna agyagképződésű anyagainak a lösszel egyezően, porhullásból eredeztette, és hasonló eredményre jutott JÁMBOR (1959), illetve PELIKÁN (1992) néhány fennsíki akna és töbör anyagának – világossárga, mészkőtörmelékű agyag és vörösbarna, törmelékmentes agyag – vizsgálatával. A főként mészkőterületeken feltűnő (karsztos) vörösbarna agyag képződése a pliocén-pleisztocén időszakra tehető, mely LESS ET AL. (2005) leírása alapján az általánosan elterjedt nézettel szemben nem a mészkő oldási maradéka, hanem a hegységet beborító miocén riolittufa málladáka – mint ilyen, megkülönböztetendő a fiatalabb, eolikus eredetű vörösbarna és sárga agyagoktól –, mely nagy mennyiségben tartalmaz kvarcot, valamint ilmenitet, és ásványos összetételében jelentős a kaolinit.

A földtörténeti áttekintés alapján a Bükk-hegység zömében idős üledékes kőzetekből épül fel, melyek a karbon időszaktól a jura időszak végéig képződtek (HEVESI 2002).

- *A földtani térkép és a rétegtani áttekintés alapján az üledékek közé több helyen vulkáni anyagok is betelepültek. Elképzelhetőnek tartom a helyi porszállítás lehetőségét is, mely a szomszédos kibúvások üledékeiből is származhat.*

Emellett a területen jellemző erózió a pliocén végétől egyre nagyobb hatással érvényesült. A külső erők folyamatai, – mint aprózódás, mállás, szél- és csapadék, folyók – szembevetődnek a Bükk-fennsíkon és a szomszédos területeken (HEVESI 1977), illetve a helyi erózióknak is jelentős szerepe van a vizsgált területen. TÓTH (2001) a mai

felszínformák alapján arra következtetett, hogy a fennsíki mészkő legmagasabbra emelkedő tömegéhez allogén karsztfejlődést biztosító nem karsztosodó kőzetek magasabb felszínei kapcsolódtak északra, és a magasabb északi térszínekről érkező vízfolyások felszínformáló tevékenysége a bükki trópusi tönkfelszín tetőrégióját bércekre és lépákra tagolta (eocén-oligocén) még a miocén takarók megjelenése előtt.

- *Ez alapján, az északra csatlakozó szomszédos területek kőzetanyaga – homokkő, márga mészkő – a mozgások során lepusztult és a fennsík területére is áthalmozódhatott, majd a fedő miocén takaróval (riolittufa-riodácittufa) együtt keveredve a napjainkig tartó lepusztulási folyamatok során egy része lehordódott a korábban kialakult völgyhálózat mentén, illetve a maradék le nem hordódott része beépülhetett a talajanyagba, melyen megindult a talajfejlődés.*
- *Ezek alapján feltételezhető, hogy az eolikus porszállítás és helyi eróziós áthalmozódás is szerepet játszhatott/játszhat a mészkő málladékának gazdagításában, melyek a közeli, szomszédos területek kőzetanyagából származnak.*

A szomszédos területek kőzetanyagainak (homokkő, agyag, márga, vulkáni üledékes kőzetek) ásványi összetételében szintén sok kvarc, földpát, illit, klorit, csillámok találhatóak. A vizsgálatok során tapasztalt nagyobb szemcseméretű ásványok, köztüredékek, esetleg a közeli forrásterület miatt fordulhatnak elő, mivel ezek a szemcsék nem tesznek meg nagy távolságot.

- *Az eredmények alapján úgy vélem, a vizsgált talajok esetén részben eolikus, részben áthalmozott üledékekből indulhatott meg a talajképződés.*

A vörösayagos rendzina talajok kvarc szemcséire vonatkozóan felmerülhet a földtörténeti utolsó jégkorban megszűnő vízfolyásokból származó hordalékanyag szerepe is, de miocén riolit-riodácit tufák – melyek vastagon betakarták a Bükköt –, mállása során visszamaradt kvarc szemcsék is lehetnek (JÁMBOR 1959; HEVESI 1986, ZÁHORSZKI 2001). DUNKL ET AL. (1994) a Bükk erős késő miocén és jelenkori emelkedése alapján 1000 méter vastag középső-miocén-nyugyidőszaki fedőtakaróval számolnak. HEVESI (2002) szerint, ha ebből a jégkorszakok lösz- és vályogrétegeit levonjuk, a hegység javán akkor is legkevesebb 400-600 m vastag nemkarsztos fedőtakaróval kell számolnunk, aminek legnagyobb része riolit - riodácit tufa. Ezzel egyidőben a Bükkben kedvező feltételek uralkodtak a markáns felszíni völgy-és vízhálózat kialakulásának, mely fedőüledékek túlnyomó része ez a vízzáró tufa vagy tufit volt. HEVESI (2002) leírása alapján a vörösayagosok legvastagabb előfordulásai a Bükkben csaknem mindenütt töbörben, völgytalpon, lejtő alján vannak.

- *A vizsgált vörösayagos rendzina szelvények azonban tető helyzetben helyezkedtek el, nem töbör és nem is mészkő hasadékban, vagy a lejtő alján. Ásványi összetételük az eddigi vörösayagos, vöröstalaj vizsgálatok során kapott eredményekkel sincsenek összhangban, melyek a Bükk-hegységre terjednek ki: FEKETE ET AL. (2010) vizsgálatai jóval kevesebb kvarcot, kis mennyiségű kaolinitet és illitet mutattak ki néhány százalékos hematit, goethit előfordulással.*
- *Az általam vizsgált vörösayagos rendzina talajban azonban nagy mennyiségű kvarc, nagy mennyiségű kaolinit, montmorillonit és illit, valamint alumogóethit és kevés rutil fordult elő. Véleményem szerint a trópusi-szubtrópusi klímát jelző ásványok, és a talajosodási jellegek alapján, részben eolikus (jégkori vályog) és részben a régebbi korok fedő üledékeinek maradványaiból (miocén riolittufa) képződött vörösayagon megindult talajképződésről lehet szó, melynek ágyazati kőzete a mészkő, annak mállásából nem származtatható, mivel a mészkő összetétele 99,5%-ban kalcit. A kvarc szemcsék pontos eredetének tisztázására azonban további vizsgálatok szükségesek.*

A terepen megállapított talajtani paraméterek nem mindegyik szelvény esetén voltak összhangban a laboratóriumi vizsgálatok során kapott eredményekkel. A barna rendzinák esetén már kis távolságokon belül is jelentős különbségek vannak a vizsgált talajok termőréteg vastagságában, illetve néhány talajszelvénynél a savanyú kémhatás nem feltétlenül indokolja, hogy a közethatású talajok típusába soroljuk őket. Ugyanígy a vörösayagos rendzinák esetén sem, hiszen nem egy reliktum vörösayagos rendzináról van szó, hanem egy átalakult képződményről, melyen egyértelműen látszanak a talajosodás folyamatai (humuszosodás, szemcseösszetétel, gyenge agyagmozgás) és termőrétege is jóval vastagabb. Egyedül a kémhatást tekintve érzékelhető a mészkő hatása, mely semleges-gyengén lúgos kémhatást eredményez.

- *Véleményem szerint a vizsgált talajok közül a fekete rendzinaként leírt talajok állnak a legközelebb a rendzina típusú talajok definíciójához, melyek mind humusztartalmuk, sekély termőrétegük, kémhatásuk alapján megfelelnek ennek a kategóriának, de fontos megemlíteni, hogy a kilúgzás hatása érzékelhető ezekben a szelvényekben is (kevés CaCO_3 a felső szintekben), illetve az idegen-eredetű anyaghozzákeveredés is (ásványi összetétel).*
- *A barna rendzinák, különösképpen a két savanyú kémhatású (2. és 6. talajszelvény) és a vörösayagos rendzinák úgy vélem nem felelnek meg teljes mértékben a rendzina típusú talajoknak, inkább átmenetet képeznek a barna erdőtalajok felé vagy már a barna erdőtalajoknak felelnek meg. Ehhez hozzájárul az a tény is, hogy az érintett talajszelvények tető helyzetben helyezkednek el, illetve enyhe lejtésű oldal (5°) helyzetben, melyek csekélyebb erózióval jellemezhető területek, így a vastagabb talajtakaró barna erdőtalaj mélységű szelvények kialakulását is eredményezheti.*
- *Úgy vélem a területen nem csak a klíma, hanem döntően a mikrodomborzat hatása is fontos tényező a talajtípusok kialakulásában.*

Jövőbeli feladatok

Véleményem szerint az elvégzett ásványtani vizsgálatok hasznos és informatív adatokkal járultak hozzá a bükki mészkövön található talajok kialakulásának megismeréséhez, melyből kiderült, hogy ezek a talajok nem csak a mészkő alapközetek mállása során képződtek, azok csak agyazati kőzetnek tekinthetők.

- Ez alapján fontos tisztázni, hogy továbbra is a mészkövön képződött, rendzina talajtípusba sorolhatjuk-e őket vagy sem. Ehhez azonban úgy vélem a jövőben érdemes volna kiterjeszteni a mintavételt a vizsgált területen és más mészkőből felépülő hegységeink talajaira egyaránt.
- Napjainkban a hullóporos eredetű üledékek, szél által szállított és lerakott üledékek ásványi anyagának nagyon szűk intervallumban mozgó szemcseátmérője és az erre épülő folyamatosan fejlődő mérés technikák egyre jobban rekonstruálják a környezeti viszonyoktól függő lerakódás utáni átalakulási folyamatokat. A hullópor eredetű talajszemcsék még részletesebb elemzéséhez a jövőben a szemcseanalízis módszerét is érdemes lenne alkalmazni, mely a vizsgált talajszelvények szemcsemérete alapján tisztázhatná az idegen forrásból származó szemcsék konkrét eredetét, és magának a forrásnak a jellegét. Ezen kívül információkkal szolgálhat a légköri leülepedésből származó szemcsék és az áthalmozott szemcsék egymáshoz viszonyított mennyiségi arányaira.
- Javasolt a talajkolloidikai vizsgálatok elvégzése is, mely az agyagásványok milyenségével és mennyiségével összhangban pontosabb információt adhat a talaj fizikai-kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatásuk ismeretéhez. Ezáltal

információt kaphatunk a talajok vízgazdálkodási tulajdonságairól, termékenységükről egyaránt.

- Mivel a talaj ásványi összetétele mellett a szemcseméret eloszlása is hatással van a (nehéz)fémek viselkedésére a talajban javasolnám ezen vizsgálatok kibővítését is, egyrészt több elemre nézve, illetve a talaj kis szemcseméretű frakcióira, hiszen ezekben jelentősen dúsulnak a (nehéz)fémek.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A bükki mészkövön képződött talajok különböző vizsgálatai alapján a helyi talajfejlődési folyamatokra kerestem a választ az általános talajparaméterek és az ásványos összetétel alapján. Már a terepi megfigyeléseim során felismertem, hogy a feltárt talajszelvények vastagabb termőrétege nem csak a helyi mészkő, illetve dolomit alapkőzet mállásából származik. A vastag málladék ásványtani vizsgálatai során bebizonyosodott, hogy a vizsgált mészkövön képződött talajok málladéka több szilikátot tartalmaz, mint szénsavas meszet.

A terepi meghatározás során a talajok nagyjából megfeleltek a hazai talajosztályozásban szereplő mészkövön képződött, rendzina típusú talajoknak, mely főleg az alapkőzet milyensége és a színük alapján csoportosítja őket. A vizsgált talajokat mindhárom rendzina altípusba besoroltam (fekete-, barna- és vörösayagos rendzina). A barna rendzinák és a vörösayagos rendzina talajok esetén részben a helyszíni és a laborvizsgálatok alapján azonban megkérdőjelezhetővé vált ebbe a típusba való sorolásuk, mivel fejlődési irányuk inkább a barna erdőtalajok felé mutat.

A vizsgált bükki fekete és barna rendzina típusú talajok többségében inkább vályog-agyagos vályog fizikai féleségű, míg a vörösayagos rendzina típusok homokos vályog fizikai féleséggel jellemezhetők. Az összes vizsgált rendzina típus felső talajszintje humuszban gazdag, a mészkő közettöredékek miatt a kémhatás inkább semleges-gyengén lúgos a vizsgált talajszelvényekre nézve, mely jelzi, hogy a mészkőből származó aktív CaCO_3 -tartalom intenzíven részt vesz a talajt alakító folyamatokban. A vizsgált szelvények között azonban akadnak gyengén savanyú-savanyú kémhatások is, mely az intenzív kilúgzásnak, az erdőállomány hatásának vagy a hozzákeveredett idegen eredetű anyag tulajdonságainak köszönhető.

A vizsgált fekete rendzina típusú talajokban a finom homok frakció dominál, a barna rendzina típusú talajokban az iszap és az agyag frakció, a vörösayagos rendzina típusoknál a legfelső talajszintben az iszap és az agyag frakció dominál, míg a többi talajszintben a durva homok frakció.

Az ásványtani vizsgálatok eredményei alapján,

- a fekete rendzina típusú talajokban a kvarc (18-36%) > illit/montmorillonit (8-17%) > illit ($\leq 14\%$) > kaolinit, plagioklász ($\leq 11\%$) > káliciföldpát, goethit ($\leq 4\%$) > montmorillonit, klorit ($\leq 3\%$);
- a barna rendzina típusú talajokban a kvarc (3-47%) > illit ($\leq 17\%$) > illit/montmorillonit (2-16%) > plagioklász (2-13%) > kaolinit (3-12%) > montmorillonit (3-10%) > káliciföldpát ($\leq 10\%$) > kloritok ($\leq 9\%$) > goethit ($\leq 8\%$);
- a vörösayagos rendzina típusokban a kvarc (26-58%) > kaolinit (6-25%) > illit (5-24%) > alumogoethit (4-12%) > montmorillonit ($\leq 10\%$) > plagioklász ($\leq 5\%$) > káliciföldpát ($\leq 3\%$) ásványok fordulnak elő.

Az ásványos összetételre vonatkozó eredmények alapján a fekete és a barna rendzina típusok ásványi összetétele hasonló, annyi különbséggel, hogy a barna rendzinákban néhány ásvány nagyobb mennyiségben fordul elő. A vörösayagos rendzina típusok kvarc-, agyag- és Fe- (Al)-oxid-hidroxid-tartalma a legnagyobb.

A termoanalitikai eredmények alapján a fekete rendzinák kalcit tartalma 2-7 % közötti. A barna rendzinák kalcit-tartalma változó. Két szelvény esetén (5. és 9.) 30 cm-től a szelvény aljáig nagyobb kalcit értékek jellemzőek (5. talajszelvény: 37%, 9. talajszelvény: 17-20%), a felső talajszintekben a kalcit értékek 2-8% közöttiek. A többi barna rendzina szelvényt tekintve 0-9% közötti kalcit értékek jellemzőek. A vörösayagos rendzinák nagyon csekély mennyiségű kalcit-tartalommal bírnak ($\leq 2\%$).

A kalcit és kvarc-tartalmak mennyiségi eredményei alapján szembevető különbségek vannak. A fekete rendzina típusú talajoknál a kvarc jóval magasabb értékeket mutat, míg a barna rendzina típusoknál változatosabbak az arányok, de inkább a kvarc dominál. A vörösayagos rendzina típusoknál pedig a kvarc mennyisége kimagaslóan nagyobb, mint a kalcité.

Ásványtani illetve közettani ismereteim alapján a mészkövek tartalmaznak kis mennyiségben más ásványokat a CaCO_3 -on kívül, melyeket oldhatatlan reziduummként neveznek. Ezek közé tartozik a kvarc, az agyagásványok, a földpátok, a csillámok, de együttes mennyiségük nem haladja meg a 10%-ot. A mészkőre vonatkozó röntgen-diffrakciós vizsgálatok alapján tiszta mészkövekről van szó, mely 99,5%, illetve 100%-ban kalcitból állnak.

A kalcit mennyiségének meghatározására alkalmazott vizsgálati módszerek (termoanalízis, röntgen-diffrakció, Scheibler-féle kalciméter) eredményei alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a karbonátok mennyiségi meghatározását a termoanalitika módszere adja meg a legpontosabban, mivel a szerves anyag elégeése már alacsonyabb hőfokon megtörténik, így a magasabb hőfokon bomló karbonátok kimérését nem zavarja, míg a röntgen-diffrakciónál illetve a Scheibler-féle kalciméternél a szerves anyag zavarja a karbonátok pontos mennyiségi meghatározását.

A talajminták frakcióinak elektronmikroszkópiai vizsgálatai alapján az elemi összetétel szintén megerősítette a nagyobb mennyiségben előforduló szilikátok jelenlétét. A kvarc szemcsék alakjára vonatkozó bélyegek alapján felismerhetővé vált a szedimentáció jellege. Az ütközési, törési esetleg oldódási nyomok részben mállási és részben áthalmozódás nyomait őrzik, alakjuk és méretük alapján nem eolikus eredetűek.

A talaj-mikromorfológiai vizsgálatok az idegen eredetű ásványi szemcsék és a talaj-alapanyag orientációjáról adtak információt, mely szintén megerősítette a szemcsék külső forrásból való származását. A talaj-vékonycsiszolatokban néhány új fázis is megjelent (kvarcit, hematit). A szemcsék alakja és a harántvonalak alapján következtetni lehetett a mállás előrehaladásának fokára. A szemcsék első fokú és negyedfokú mállási nyomokat is mutattak.

A nehézfém-tartalmi-vizsgálatok alapján a mállás során felszabaduló elemek (Al, Fe, Ca, Mg, Mn, Na, K) mennyiségének eloszlása szintén összhangban volt az ásványi összetételre kapott eredményekkel. A nehézfémek (Cu, Co, Ni, Zn, Cr, Pb) közül az összes Ni- és az összes Zn-tartalom mutatott magasabb értékeket néhány talajszintben, de az intézkedési határértéket nem lépték át ezek az értékek sem. A legnagyobb értékeket a vörösayagos rendzina típusú talajokra kaptam, mely esetén a magasabb Ni és Zn értékek egy enyhe ércesedési folyamat következményei is lehetnek, mely jelentős Fe-tartalommal párosul. Az eredmények alapján a vizsgált területre vonatkozóan szennyezettség nem mutatható ki, a magas Ni és Zn értékek ellenére sem.

A talajásványok, az elemi összetételek és a fémtartalom ismerete, szelvényen belüli elrendeződése lehetőséget adott a talajok fizikai és kémiai tulajdonságait kiegészítve, a talajképző közettől való függésük pontosabb megismerésére.

TÉZISEK

1. A vizsgált bükki talajok ásványi összetételében a kvarc dominál, mellette agyagásványok, földpátok, kloritok, goethit, kalcit és dolomit jellemző. A talajminták jelentős szervesanyag- és amorf-tartalommal rendelkeznek. Az alapkőzet összetétele (tisztá kalcit), valamint a magas kvarc és szilikát-tartalom alapján igazoltam, hogy a vizsgált talajok nem származhatnak csak a mészkő alapkőzet mállásából.
2. Az ásványtani, valamint a szelvénymorfológiai, talajkémiai és talajfizikai vizsgálatok eredményei alapján a vizsgált bükki talajok rendzina talajtípusba, illetve ennek altípusaiba sorolása nem egyértelmű, mely főleg a barna- és a vörösayagos rendzinaként meghatározott talajokat érinti. A vizsgált talajok osztályozása mind a hazai mind a megújuló osztályozást tekintve finomításra szorul. A barna- és a vörösayagos rendzinák, valamint a barna erdőtalajok közötti határt a jövőben pontosan meg kell határozni.
3. Az ásványi összetétel alapján megállapítottam, hogy a talajfejlődés részben eolikus poranyagból (regionális és helyi) származó, részben áthalmozódott eredetű szilikátos üledékeken indulhatott meg. A vizsgálatok alapján a vörösayagos talajok anyaga több forrásból is származik, részben eolikus, részben áthalmozott, korábbi üledékek anyagából alakult ki.
4. Méréseimmel igazoltam, hogy a termoanalízis alkalmasabb a mészkövön található talajok eredeti (roncsolásmentes) talajmintáinak karbonát-tartalmi vizsgálatára a röntgen-diffrakció, illetve a Scheibler-féle kalciméteres módszerrel szemben, mivel a szerves anyag nem akadályozza a karbonátok meghatározásának pontosságát.
5. Új adatokkal és ismeretekkel egészítettem ki a bükki talajok mikromorfológiai leírását. A vizsgált talajok mikromorfológiai elemzése során megállapítottam, hogy a mállási folyamatok bélyegeit leginkább a szerves talaj-alapanyagok a vázszemcsék repedéseibe való nyomulása tükrözi. Leírtam és jellemeztem a moder és „mullszerű” rendzina moder humuszformákat, valamint a talajok alapszövetének változását (vázszemcsehalmazból illeszkedési hézagokban alapanyag aggregátumos, majd bevonatos vagy vázszemcse közötti alapanyaghidias szövet). Megállapítottam, hogy a szervetlen vázszemcsék körül található vasas bevonatok jelenléte mindegyik vizsgált talajtípusra jellemző. Elsőként mutattam ki és vizsgáltam a mikroszerkezetek (diós, ék, bevonat és híd, morzsás, szemcsés) jelenlétét bükki mészkövön található talajokban.
6. Az elemtartalmi vizsgálatok alapján kimutattam, hogy a vizsgált bükki talajok esetében nincs szennyezettségre utaló érték a vizsgált elemekre (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) vonatkozóan, még a magas Ni és Zn értékek ellenére sem. A vizsgált elemek geogén eredetűek, és a mállás során szabadulnak fel.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni hálámat Prof. dr. Bidló Andrásnak, aki lehetőséget adott és bevezetett a talajtan világába, hasznos útbaigazításai mind a terepi mind a tudományos munkákban ösztönző volt számomra. Ezen kívül köszönetemet fejezem ki a dolgozat elkészítéséhez nyújtott anyagi háttérért és hasznos szakmai tanácsaiért.

Rendkívüli hálával tartozom dr. Földvári Máriának a termoanalitika világába való bevezetésért, és az erején felüli értékes szakmai konzultációkért, valamint dr. Szendrei Gézának† értékes szakmai segítségéért, mindig segítőkész, támogató és ösztönző szavaiért.

Külön köszönet illeti azokat, akik méréseikkel, vizsgálataikkal nagymértékben hozzájárultak, hogy ez a dolgozat elkészülhessen; Varga Zsófiának, Pulger Györgynek, Bolodár-Varga Bernadettnek és Stark Miklósnénak a laboratóriumi vizsgálatokért és a vizsgálatokban nyújtott segítségért, dr. Hofmann Tamásnak, dr. Szűcs Péternek és dr. Horváth Adriennek a terepi munkálatokban és egyéb szakmai konzultációkban nyújtott segítségéért, dr. Sajó Istvánnak és dr. Németh Tibornak a röntgen-pordiffrakciós mérésekért, Budai Ferencnek a néha keményen megharcolt talaj-vékonycsiszolatokért, dr. Antalfi Eszternek és Drotár Eszternek a SEM-EDX vizsgálatokhoz nyújtott segítségéért, dr. Bak Miklósnak és dr. Heil Bálintnak a polarizációs mikroszkóp használatáért. Az adminisztrációs és egyéb munkák elvégzéséért Majercsákné Zelenák Andreának és Farkasné Hajninak.

Ezúton szeretném megköszönni opponenseimnek, dr. Kovács Gábornak és dr. Németh Tibornak a részletes áttekintő munkáját és értékes bírálatát. Prof. dr. Albert Leventének az elnöki munkáját, ezen kívül biztató és segítősándékú tanácsait.

Köszönöm továbbá a családomnak, rokonaimnak és barátaimnak, akik mindig kifejezték büszkeségüket irántam.

És végül, de nem utolsó sorban hálásan köszönöm a férjemnek és a kisfiamnak a rengeteg türelmet és szeretetet, amit irántam tanúsítottak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről.
- 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti vízszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről.
- ÁROKSZÁLLÁSY Z, (1977). A bükk vidék növénytakarója. In: HEVESI A (1977): Bükk: Útikalauz – Sport, Budapest, pp. 90-107.
- BABEL U, 1975. Micromorphology of soil organic matter. In: GIESKING JE (szerk.): Soil components, Volume 1 – Organic components. Springer-Verlag, Berlin. pp. 369–473.
- BARÁZ CS (szerk.), 2002. A Bükki Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger.
- BARTA K, TANÁCS E, SAMU A, KEVEINÉ BÁRÁNY I, 2009. Hazai rendzinák megfeleltetése a WRB nemzetközi talajosztályozási rendszerben. *Agrokémia és Talajtan* 58 (1) 7–18.
- BELLÉR P, 1997. Talajvizsgáló módszerek. Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron.
- BIDLÓ A, HEIL B, KOVÁCS G, VARGA B, VARGA ZS, 2008. Jelentés a Szilvásvárad község határában a “Bükki Óserdő” erdőrezervátumban (ER60) végzett termőhelyfeltáráról, *Kézirat*, Ökológus Kisvakond Kft., Sopron.
- BIDLÓ A, FARKAS L, HEIL B, KOVÁCS G, STARK M, VARGA B, VARGA ZS, 2009. Laboratóriumi talajvizsgálatok az Óserdő Erdőrezervátum talajtani felméréséhez, *Kézirat*, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- BOUYER DG, 2004. Soils on carbonate karst. In: GUNN J (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. New York/London, Fitzroy Dearborn, pp. 1400–1403.
- BRÜMMER GW, HORNBERG V, HILLER DA, 1991. Schwermetallbelastung von Böden. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 63, 31–42.
- BUDAI T & KONRÁD GY, 2011. Magyarország földtana. Egyetemi jegyzet, Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- BUZÁS I (szerk.), 1993. Talaj-és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. INDA 4321 Kiadó, Budapest. pp. 317–340.
- CHEN YM, GAO JB, YUAN YQ, MA J, YU S, 2016. Relationship between heavy metal contents and clay mineral properties in surface sediments: Implications for metal pollution assessment. *Continental Shelf Research* 124, 125–133.
- CHLEBOWSKI R, 1989. Petrographic-mineralogical rock characteristics of the Hecla Hoek Formation in the southern border zone of Bellsund, West Spitsbergen (Initial report). *Wyprawy Geograficzne Na Spitsbergen*, UMCS, Lublin, 51–59.
- CROMPTON E, 1962. Soil formation. *Outlook on Agriculture* 3 (5) 209–218.
- CZINKOTA I, 2007. Műszeres analitika a talajtani vizsgálatokban. PhD előadás anyaga. pp. 4–7.

CSÁSZÁR G (szerk.), 1997. Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. Táblázatok és rövid leírások (Basic Litostratigraphic Units of Hungary. Charts and short descriptions). A Magyar Állami Földtani Intézet Kiadványa, Budapest.

CSONTOS L, 2014. A Bükki-egység. In: HAAS J & BUDAI T (szerk.): Magyarország prekainozoos medencealjzatának földtana. Magyarázó „Magyarország prekainozoos térképéhez” (1:500 000). Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest. ISBN 978-963-671-298-3. pp. 33–37.

DELL'ABATE MT, BENEDETTI A, BROOKES PC, 2003. Hyphenated techniques of thermal analysis for characterisation of soil humic substances. *Journal of Separation Science* 26 (5) 433–440.

DEZSŐ J, 2011. A dél-dunántúli karsztos területek morfológiai, üledékföldtani vizsgálata és összehasonlító értékelésük analóg képződményekkel. Doktori (Ph.D) disszertáció, Pécsi Tudományegyetem, Pécs.

DEZSŐ J, RAUCSIK B, VICZIÁN I, 2007. Villányi-hegységi karsztos hasadékköltések szemcseösszetételi és ásványtani vizsgálata (Granulometric and mineralogical analysis of karstic fissure filling sediments in the Villány Mts. (S Hungary)). *ACTA GGM DEBRECINA Geology, Geomorphology, Physical Geography Series* 2, 151–180.

DOBOS E, 2002. Talajtakaró In: BARÁZ Cs (szerk.): A Bükki Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger. pp. 149–153.

DOBOS E, 2006. Talajtan. Előadásjegyzet, Miskolci Egyetem, Miskolc. <http://www.uni-miskolc.hu/~ecodobos/Talajtan.pdf> (Utolsó hozzáférés: 2017.02.19).

DOBOS E, LÉNÁRT L, KRISTÁLY F, 2013. A bükki barlangok üledékeinek általános talajtani vizsgálata (General pedological and mineralogical characteristics of the sediments in caves in the Bükk Hills). *Agrokémia és Talajtan* 62 (2) 235–250.

DOBOS E & LÉNÁRT L, 2013. A bükki barlangok üledékeinek szennyezettsége (Contamination of cave sediments in the Bükk Hills). *Agrokémia és Talajtan* 62 (2) 251–266.

DOBZSAŃSKI B & TURSKI R, 1964. Próba określenia genezy rędzin na podstawie występowania minerałów ciężkich (An attempt of determining rendzinas genesis on the occurrence of heavy minerals). *Roczniki Gleboznawcze - Soil Science Annual* 14 (suppl.) 295–301.

DÖVÉNYI Z (szerk.), 2010. Magyarország kistájainak katasztere. 2. átdolgozott és bővített kiadás. Magyar Tudományos Akadémia, FKI, Budapest. pp. 736–745.

DUNKL I, ÁRKAI P, BALOGH K, CSONTOS L, NAGY G, 1994. A hőtörténet modellezése fission track adatok felhasználásával. A Bükk-hegység kiemelkedéstörténete. *Földtani Közlöny* 124 (1) 1-24.

EGLI M, MERKLI C, SARTORI G, MIRABELLA A, PLÖTZE M, 2008. Weathering, mineralogical evolution and soil organic matter along a Holocene soil toposequence developed on carbonate-rich materials. *Geomorphology* 97 (3-4) 675–696.

FAO 1990. Guidelines for soil description. 3rd Ed. Soil Resources, Management and Conservation Service, Land and Water Development Division. FAO. Rome.

FARSANG A, 1996. Talaj nehézfém-tartalmának térbeli eloszlása mátrai mintaterületen, különös tekintettel az antropogén terhelésre. Ph.D értekezés, JATE, Szeged.

- FEHÉR O, 2007. A talajviszonyokra ható természeti és emberi tényezők vizsgálata a Kárpát-medence néhány jellegzetes táján. Doktori (Ph.D) Értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- FEHÉR O, FÜLEKY GY, MADARÁSZ B, KERTÉSZ Á, 2006. Hét vulkáni kőzeten kialakult talajszelvény morfológiai és diagnosztikai jellemzői a hazai genetikai talajosztályozás és a WRB (World Reference Base for Soil Resources, 1998) szerint. *Agrokémia és Talajtan* 55 (2) 347–366.
- FEKETE J, 2010. Magyarországi vörösayagok, vörös talajok. *Tájökológiai Lapok* 8 (2) 223–388.
- FEKETE J, CSIBI M, STEFANOVITS P, 2008. Magyarországi vörösayagok jelentősége, fontosabb talajtani jellemzőik. *Talajvédelem* (különszám), 585–594.
- FEKETE J, SZENDREI G, CSIBI M, 2005. Pedological characteristics and mineral composition of red clays in Hungary. *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged* 46, 37–45.
- FITZPATRICK EA, 1993. Soil microscopy and micromorphology. John Wiley & Sons, Chichester. p. 304.
- FÖLDVÁRI M, 1986. A földtani kutatásban alkalmazott termoanalitikai módszerek. *Módszertani Közlemények* IX (1). Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- FÖLDVÁRI M, 2008. Az ásványok hőbomlási rendszere és példák a termogravimetria földtani alkalmazási lehetőségeire. *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. pp. 169-183.
- FÖLDVÁRI M, 2011. Handbook of thermogravimetric system of minerals and its use in geological practice. *Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary* (213), Budapest.
- FÖLDVÁRI M & KOVÁCS-PÁLFFY P, 2002. Mineralogical study of the Tengelic Formation and the loess complex of Tolna Hegyhát and Mórág Hills areas. *Acta Geologica Hungarica* 45 (3) 247–263.
- FÖLDVÁRI M & KOVÁCS-PÁLFFY P, 2007. Thermoanalytical investigation of mono- and bivalent interlayer cations in montmorillonite. *Annual Report of the Geological Institute of Hungary of 2005*, Budapest. pp. 167–176.
- FÖLDVÁRINÉ VOGL M, 1958. A differenciális termikus elemzés szerepe az ásványtanban és a földtani nyersanyagkutatásban. Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa, Budapest.
- FUCHS M & MICHÉLI E, 2015. Javaslat a hazai genetikai talajszintek leírásának a FAO irányelveknek megfelelő módosítására. *Agrokémia és Talajtan* 64 (1) 273–284.
- FUCHS M, WALTNER I, SZEGI T, LÁNG V, MICHÉLI E, 2011. A hazai talajtípusok taxonómiai távolsága a képződésüket meghatározó folyamattársulások alapján (Taxonomic distances of soil types in Hungary based on soil-forming processes). *Agrokémia és Talajtan* 60 (1) 33–44.
- FÜLEKY GY (szerk.), 2011. Talajvédelem, talajtan. Környezetmérnöki tudástár 3. kötet – 2. bővített kiadás. Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet, Veszprém.
- FÜLEP T, 2015. Az édesvízi planáriák (*Platyhelminthes: Tricladida*) faunisztikai kutatása Magyarországon, különös tekintettel a hegyvidékekre. Doktori (Ph.D) disszertáció, Pannon Egyetem, Keszthely.

- FÜLÖP J, 1994. Magyarország geológiája. Paleozoikum II. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- GEREI L & SZENDREI G, 1974. Micromorphological investigation of some representative meadow and solonetz soils of the alluvial plain of the Zagyva river in Hungary. *In: 10th International Congress of Soil Science, Moscow, 1974.* pp 264–270.
- GOLDBERG P & MACPHAIL IR, 2003. Short Contribution: Strategies and Techniques in Collecting Micromorphology Samples. *Geoarchaeology* 18 (5) 571–578.
- GÖRCS N, BENYOVSZKY BM, BARCZI A, VONA M, MALATINSZKY Á, PENSZKA K, 2007. Adatok a bükki Nagymezői lólegelő talajviszonyaihoz és a lólegelés hatására bekövetkezett vegetációváltozásokhoz. *Tájökológiai Lapok* 5 (1) 143–150.
- GRATHOFF GH, & MOORE DM, 1996. Illite polytype quantification using wildfire calculated X-ray diffraction patterns. *Clays and Clay Minerals* 44 (6) 835-842.
- HAAS J, DEMÉNY A, HIPS K, ZAJZON N, WEISZBURG TG, SUDAR M, PÁLFY J, 2007. Biotic and environmental changes in the Permian–Triassic boundary interval recorded on a western Tethyan ramp in the Bükk Mountains, Hungary. *Global and Planetary Change* 55 (1-3) 136–154.
- HALÁSZ G (szerk.), 2006. Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
- HARANGI SZ, SZABÓ CS, JÓZSA S, SZOLDÁN ZS, ÁRVA-ŐS E, BALLA M, KUBOVICS I, 1996. Mesozoic igneous suites in Hungary: Implications for genesis and tectonic setting in the northwestern part of tethys. *International Geology Review* 38, 336–360.
- HARBAR V, POZNYAK S, 2015. Genesis and properties of rendzinas in the Podilski Tovtry. *Polish Journal of Soil Science XLVIII/2.* 229-240.
- HARTYÁNI ZS, NEMECZ E, SZABÓ S, 2008. Talajok környezet-geokémiai folyamatainak vizsgálata. OTKA T 043574 sz. kutatási pályázat zárójelentése.
- HEVESI A, 1977. Bükk: Útikalauz. Sport, Budapest.
- HEVESI A, 1980. A Bükk hegység negyedidőszaki ösföldrajzi képe. *Földtani Közlöny* 110 (3-4) 540–550.
- HEVESI A, 1986. A délkeleti Bükk karsztja. *Karszt és Barlang* I. 3–14.
- HEVESI A, 1991. Bükkvidék. *In: SZÉKELY K. (szerk.), Magyarország fokozottan védett barlangjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest,* pp. 99–106.
- HEVESI A, 2002. A Bükk hegység földrajzi helyzete, kialakulása, éghajlata. *In: BARÁZ CS (szerk.), A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger,* pp. 15–23.
- HEVESI A & ZÁHORSZKI A, 2000. A miskolc-tapolcai kőmázsák és környékük 1:10000-es felszínalaktani térképezésének eddigi eredményei. *In: VERESS M (szerk.), Karsztfelődés V.* 41–45.
- HOFMANN E, BIDLÓ A, 2017. Talajásványtani vizsgálatok a Bükk-Fennsíkon (Soil mineralogical investigations of soils of the Bükk-highland). *ACTA GGM DEBRECINA Geology, Geomorphology, Physical Geography Series* (megjelenés alatt).
- HORVÁTH T, 2005. Talajok nyomelem és ásványos összetételének vizsgálata röntgenanalitikai módszerekkel. Doktori (Ph.D) disszertáció, Veszprémi Egyetem, Veszprém.

- HUANG WH & KELLER WD, 1972. Organic acids as agents of chemical weathering of silicate minerals. *Nature* 239 (96) 149–151.
- JÁMBOR Á, 1959. A Bükk-fennsík pleisztocén „vályog” képződményei (Les formations de „limon” pleistocène du plateau de la montagne Bükk, N-Hongrie). *Földtani Közlöny* LXXXIX (2) 181-184.
- JÁRÓ Z, 1963. Talajtípusok. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest.
- JÁRÓ Z, 1999. Termőhely-ismerettan. Agrárszakoktatási Intézet, Budapest.
- JUHÁSZ J, 2014. Bükki karszttalajok nehézfém szennyezettsége. Diplomamunka, Miskolci Egyetem, Miskolc.
- KABATA PENDIAS A, PENDIAS H, 1992. Trace elements in soils and plants – second edition. Lewis Publ. Inc. Boca Raton Florida. In: ALLOWAY BJ: Heavy metals in soils – Blackie Academic and Professional, London, 1995.
- KÁDÁR I, 1991. A talajok és növények nehézfém-tartalmának vizsgálata. Környezet- és Természetvédelmi Kutatások. Budapest: A Környezet- és Területfejlesztési Minisztérium és az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete kiadványa. p. 104.
- KÁDÁR I, 1998. A szennyezett talajok vizsgálatáról – Kármentesítési kézikönyv 2. Környezetvédelmi Minisztérium, Budapest. p. 151.
- KÁDÁR I, 2007. A talajszennyezés megítélése kutatói szemmel. *Agrokémia és Talajtan* 56 (2) 391–408.
- KÁDÁR I, 2008. A talajszennyezés megítélése kutatói szemmel. 2. *Agrokémia és Talajtan* 57 (1) 177–190.
- KARATHANASIS AD & HAJEK BF, 1982. Revised methods for rapid quantitative determination of minerals in soil clays. *Soil Science Society of America Journal* 46 (2) 419–425.
- KARATHANASIS AD & HARRIS WG, 1994. Quantitative thermal analysis of soil materials. In: AMONETTE JE ET AL. (szerk.), Quantitative Methods in Soil Mineralogy. Soil Science Society of America, Madison WI. pp. 360–411.
- KEREKES J, 1941. Hazánk periglaciális képződményei. Beszámoló a Magyar Királyi Földtani Intézet vitaüléseinek munkálatairól (A Magyar Királyi Földtani Intézet 1941. évi jelentésének függeléke) 4, 97–149.
- KEVEINÉ BÁRÁNY I, 1999. Természetvédelem – a klíma-talaj-növényzet rendszerének változása és a karsztok. *ÖKO* 10 (1-2) 49–58.
- KEVEINÉ BÁRÁNY I, 2003. Tájszerkezet és tájváltozás vizsgálatok karsztos mintaterületen. *Tájökológiai Lapok* 1 (2) 21–27.
- KEVEINÉ BÁRÁNY I, HOYK E, ZSENI A, 1999. Karsztökológiai egyensúlymegbomlások néhány hazai karsztterületen. *Karsztfejlődés* III, 79–91.
- KEVEINÉ BÁRÁNY I, ZSENI A, HOYK E, KASZALA R, 2008. Nehézfém-szennyezési vizsgálatok hazai karsztokon. In: FODOR I (szerk.), A fenntartható fejlődés környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-Medencében, Magyar Tudományos Akadémia, Regionális Kutatások Központja, Pécs. pp. 72–83.
- KEVEINÉ BÁRÁNY I, ZSENI A, KASZALA R, 2002. A talaj és növényzet nehézfém-tartalmának vizsgálata karsztos mintaterületen. In: VERESS M (szerk.), *Karsztfejlődés* VII. 297–315.

- KISS K, 2012. Vörösmarty-talajok vizsgálata az Aggteleki Karszton (a Béke-Barlang vízgyűjtőjén). *Karsztfelődés* XVII, 89–103.
- KNEŽEVIĆ M & KOŠANIN O, 2010. Rendzinas in the community of beech, fir and spruce with Scots pine in NP „Tara“. *Bulletin of the Faculty of Forestry – University of Belgrade* 101, 101–112.
- KOPECSKÓ K, 2015. Bentonitok összehasonlító vizsgálata fázisanalitikai módszerekkel. In: TÖRÖK Á ET AL., (szerk.), *Mérnökgeológia-Közetmechanika 2015*. Hantken Kiadó, Budapest. pp. 335–346.
- KOVÁCS-PÁLFFY P, KÓNYA P, FÖLDVÁRI M, KÁKAY SZABÓ O, BODORKÓS Zs, 2007. A Karikástető (Prága-hegy, Balaton-felvidék) bazaltjának üregkitöltő ásványai (The cavity filling minerals of the basalt from Karikás-tető (Prága Hill, Balaton Highland, Transdanubia)). *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2005*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. pp. 95–118.
- KRAKOMPERGER Zs, 2010. Avarinput hatása a talaj elemtartalmára és a talaj enzimek aktivitására. Egyetemi doktori (Ph.D) értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen.
- KUBOVICS I, 1956. A Velence-hegység talajtakarójának nyomelemvizsgálata. *Földtani Közlöny* 86 (3) 217–243.
- KUMPIENE J, ROBINSON R, BRÄNVALL E, NORDMARK D, BJURSTRÖM H, ANDEAS L, LAGERKVIST A, ECKE H, 2011. Carbon speciation in ash, residual waste and contaminated soil by thermal and chemical analyses. *Waste Management* 31, 18–25.
- KÜFMANN C, 2003. Soil types and eolian dust in high-mountainous karst of the Northern Calcareous Alps (Zugspitzplatt, Wetterstein Mountains, Germany). *Catena* 53, 211–227.
- LÉGRÁDY GY, VOJTKÓ A, 2002. Talajadottságok az Északi-középhegység egyes védett területein. *Folia Historico – Naturalia Musei Matraensis* 26 105–114.
- LEIFELD J, 2007. Thermal stability of black carbon characterised by oxidative differential scanning calorimetry. *Organic Geochemistry* 38 (1) 112–127.
- LESS GY, GYULÁCSI Z, KOVÁCS S, PELIKÁN P, PENTELENYI L, REZESSY A, SÁSDI L, 2002. A Bükk hegység földtani térképe, (Geological map of the Bükk Mountains) 1:50 000. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- LESS GY, KOVÁCS S, PELIKÁN P, PENTELENYI L, SÁSDI L, 2005. A Bükk hegység földtana, (Geology of the Bükk Mountains). Magyarázó a Bükk-hegység földtani térképéhez (1:50 000). Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- MADARÁSZ B, NÉMETH T, JAKAB G, SZALAI Z, 2013. The erubáz volcanic soil of Hungary: mineralogy and classification. *Catena* 107 46-56.
- MARSI I, DON GY, FÖLDVÁRI M, KOLOSZÁR L, KOVÁCS-PÁLFFY P, KROLOPP E, LANTOS M, NAGY-BODOR E, ZILAHÍ-SEBESS L, 2004. Quarternary sediments of the north-eastern Mórág Block. Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 2003. pp. 343–370.
- MERINO E, BANERJEE A, 2008. Terra rossa genesis, implications for karst and eolian dust: a geodynamic thread. *Journal of Geology* 116 62–75.
- MICHÉLI E, 2011. A talajképző folyamatok megjelenése a diagnosztikai szemléletű talajosztályozásban (Expression of soil-forming processes in soil classifications based on diagnostic principles). *Agrokémia és Talajtan* 60 (1) 17–32.

- MICHÉLI E, FUCHS M, HEGYMEGI P, STEFANOVITS P, 2006. Classification of the major soils of Hungary and their correlation with the World Reference Base for Soil Resources (WRB). *Agrokémia és Talajtan* 55 (1) 19–28.
- MICHÉLI E, FUCHS M, LÁNG V, SZEGI T, DOBOS E, SZABÓNÉ KELE G, 2015. Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegységek. *Agrokémia és Talajtan* 64 (1) 285–297.
- MICHÉLI E, FUCHS M, LÁNG V, SZEGI T, SZABÓNÉ KELE G, 2014. Methods for modernizing the elements and structure of the Hungarian Soil Classification System. *Agrokémia és Talajtan* 63 (1) 59–69.
- MIKLÓS R, DARABOS E, TÓTH M, LÉNÁRT L, 2016. Bükki források összehasonlító vízkémiai vizsgálata karszthidrológiai kutatás keretében. Magyar Hidrológiai Társaság XXIV. Országos Vándorgyűlés Debrecen, 2016. július 6-8. p. 21.
- MIKO S, DURIN G, ESAD PROHIĆ E, 1999. Evaluation of terra rossa geochemical baselines from Croatian karst regions. *Journal of Geochemical Exploration* 66, 173–182.
- MSZ 08-0205:1978. A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata.
- MSZ 08-0206-2:1978. A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Laboratóriumi vizsgálatok.
- MSZ 18094-14:1986. Talajkorróziós vizsgálatok. A talaj szemcseösszetételének meghatározása.
- MSZ 21470-50:2006. Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Az összes és az oldható toxikus elem-, a nehézfém- és a króm(VI) tartalom meghatározása.
- NAGY B, 1986. Műszeres analitikai módszerek és alkalmazásuk a geológiai anyagvizsgálatban. Tankönyvkiadó, Budapest.
- NEMECZ E, 1973. Agyagásványok. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- NEMECZ E, 2006. Ásványok átalakulási folyamatai talajokban. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 324.
- NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mineral composition as indicator of the origin of soils formed on carbonate rocks in the Bükk Highland (NE Hungary). *Agrokémia és Talajtan* 63 (1) 39–48.
- NÉMETH E, BIDLÓ A, SAJÓ I, 2013. Bükki talajok ásványtani vizsgálatának első eredményei. In: Keresztes Gábor (szerk.) Tavasz Szél, 2013: Spring wind, 2013. 659 p. Konferencia helye, ideje: Sopron, Magyarország, 2013.05.31-2013.06.02. Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége, 2013. pp. 209-217. 1-2. kötet. (ISBN:978-963-89560-2-6)
- NOVÁK TJ, 2013. Talajtani praktikum – Talajok terepi vizsgálata, leírása és osztályozása. Meridián Alapítvány, Debrecen.
- OLIVEIRA CV, KER JC, FONTES LEF, CURI N, PINHEIRO JC, 1998. Chemistry and mineralogy of soils derived from the Bambuí Group in northern Minas Gerais state. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22 (4) 583–593.
- PAPADOPOULOU-VRYNIOTI K, MERTZANIS A, VRYNIOTIS D, VASSILIADES E, KARAKITSIOS V, 2015. The contribution of karstic rocks to soil quality, Ioannina plain (Epirus, Hellas). *Journal of Geochemical Exploration* 154, 224–237.

- PÁLL DG, 2012. Lössös alapkőzetű, eltérő genetikájú fosszilis talajok mikromorfológiai meghatározása és értékelése a Kárpát-medencében. Doktori (Ph.D) Értekezés, Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- PELIKÁN P, 1992. Adatok a Bükk-hegység felszíni karsztfelődéséhez (Daten zur oberflächennahen Karstenentwicklung im Bükk-Gebirge). A Bükk karsztja, vizei, barlangjai c. tudományos konferencia előadásai II. Miskolci Egyetem, 259–268.
- PELIKÁN P, 1995. Bükki egység, Gerennavári Mészke Formáció, Ablakoskővölgyi Formáció. In: BARABÁS-STUHL Á ET AL., (szerk.), Magyarország litosztatográfiai alapegységei. Triász. Magyar Állami Földtani Intézet Kiadása, Budapest.
- PELIKÁN P, 1999. A Felsőtárkány-7. fúrás (Bükk hg.) és környezetének triász–jura képződményei. *Földtani Közlöny* 129 (4) 593–609.
- PELIKÁN P, 2002. Földtani felépítés, rétegtani áttekintés. Fejlődéstörténet I. Szerkezetfejlődés. In: BARÁZ CS (szerk.): A Bükki Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger. pp. 23–49, 51–70.
- PÉCSI M, NEMECZ E, HARTYÁNI ZS, HORVÁTH T, SZILÁGYI V, 2002. Negyedidőszaki éghajlatváltozások, talajok-lössök képződése a Kárpát-medence térségében (Quaternary climatic change, formation of loess-palaeosols in the mega-region of the Carpathian Basin). *Földtani Közlöny* 132 (különszám) 23-41.
- PILTER Z, 2001. Kristályszerkezet-meghatározás és finomítás röntgen porfrakcióval. Doktori (Ph.D) Disszertáció, Pannon Egyetem, Veszprém.
- PLANTE AF, FERNÁNDEZ JM, LEIFELD J, 2009. Application of thermal analysis techniques in soil science. *Geoderma* 153, 1-10.
- POZSGAI I, 1995. A pásztázó elektronmikroszkópia és elektronsugaras mikroanalízis alapjai. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- PRIORI S, CONSTANTINI EAC, CAPEZZUOLI E, SANDRELLI F, 2008. Pedostratigraphy of Terra Rossa and Quaternary geological evolution of a lacustrine limestone plateau in central Italy. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 171, 509–523.
- ROVIRA P, KURZ-BESSON C, COÛTEAUX MM, VALLEJO VR, 2008. Changes in litter properties during decomposition: a study by differential thermogravimetry and scanning calorimetry. *Soil Biology & Biochemistry* 40 (1) 172–185.
- RÓZSAVÖLGYI J & STEFANOVITS P, 1960. Barna erdőtalajok vékonycsiszolatainak vizsgálata (Investigations on thin sections of brown forest soils). *Agrokémia és Talajtan* 9 (3) 365–380.
- SÁSDI L, 2002. Vízrajzi, földtani viszonyok. In: BARÁZ CS. (szerk.), A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger, pp. 155–167.
- SCHRIER H & LAVKULICH LM, 1985. Rendzina-type soils in the Oglive Mountains, Yukon Territory. *Soil science* 139 (1) 2–12.
- SIEWERT C, 2004. Rapid screening of soil properties using thermogravimetry. *Soil Science Society of America Journal* 68 (5) 1656–1661.
- SILVA MB, DOS ANJOS LHC, PEREIRA MG, SCHIAVO JA, COOPERD M, DE SOUZA CAVASSANI R, 2017. Soils in the karst landscape of Bodoquena plateau in cerrado region of Brazil. *Catena* 154, 107–117.

- SIX J, CONANT RT, PAUL EA, PAUSTIAN K, 2002. Stabilization mechanism of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil* 241, 155–176.
- SOLLINS P, GLASSMAN C, PAUL EA, SWANSTON C ET AL. 1999. Soil carbon and nitrogen: Pools and fractions. *In: ROBERTSON GP, COLEMAN DC, BLEDSOE CS, SOLLINS P (eds.)*, 1999: Standard soil methods for long-term ecological research. Oxford University Press, New York., pp. 89–105.
- STANCHI S, CATONI M, D'AMICO ME, FALSONE G, BONIFACIO E, 2017. Liquid and plastic limits of clayey, organic C-rich mountain soils: Role of organic matter and mineralogy. *Catena* 151, 238–246.
- STEFANOVITS P, 1963. Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- STEFANOVITS P, 1972. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- STEFANOVITS P, 1992. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- STEFANOVITS P, FILEP GY, FÜLEKY GY, 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- STEFANOVITS P, 2003. Szabályszerűségek a talajásványok területi eloszlásában. *Környezetvédelmi mozaikok*. Tiszteletkötet Dr. Kerényi Attila 60. születésnapjára. Debrecen, 217-226.
- SZABÓ GY, 2000. Talajok és növények nehézfém tartalmának földrajzi vizsgálata egy bükkaljai mintaterületen [Geographical study of heavy metal s in soils and plants in a sample area of the North Hungarian Mountains]. *Studia Geographica, A Debreceni Egyetem Földrajzi Tanszékeinek Kiadványa*, Debrecen 2000.
- SZABOLCS I, (szerk.) 1966. A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest.
- SZAKÁCS H, VARGA CS, NAGY R, 2012. Polimerek mérés technikája. Digitális Tananyag, Pannon Egyetem. <http://docplayer.hu/2715134-Polimerek-merestechnikaja-szakacs-hajnalka-pannon-egyetem-varga-csilla-pannon-egyetem-nagy-roland-pannon-egyetem.html> (Utolsó hozzáférés: 2017.02.18)
- SZAKÁLL S, 2007. Ásványrendszertan. 2. Javított kiadás, Miskolci Egyetemi Kiadó.
- SZENDREI G, 1970. Kiskunsági szikes talajok mikromorfológiai vizsgálata. (Micromorphological investigation of salt affected soils in Kiskunság region). *Agrokémia és Talajtan* 19 (3) 231–242.
- SZENDREI G, 1977. Kiskunsági talajok kalcit és dolomit eloszlásának vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* 26 (1-2) 1–18.
- SZENDREI G, 1980. Szologyos réti szolonyec talajok mikromorfológiai vizsgálata. (Micromorphological investigation of solodic meadow solonetz soils). *Agrokémia és Talajtan* 29 (1-2) 183–198.
- SZENDREI G, 1990a. Hazai csernozjom talajtípusok mikromorfológiája. (Micromorphology of chernozem soils in Hungary). *Agrokémia és Talajtan* 39 (1-2), 33–47.
- SZENDREI G, 1990b. Micromorphology and soil formation. *Acta Agronomica Hungarica* 39 (3-4) 241–257.
- SZENDREI G, 1992. Mikromorfológia és talajosztályozás. *Agrokémia és Talajtan* 41 (3-4) 351–370.

- SZENDREI G, 1994a. Talajásványtan. *Módszertani Közlemények XIV* (1). Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- SZENDREI G, 1994b. Talaj-vékonycsiszolatok mikroszkópi vizsgálata. *Földtani Közlöny* 124 (1) 109–127.
- SZENDREI G, 1996. Hazai talajtípusok mikromorfológiája. *Agrokémia és Talajtan* 45 (3-4) 260–266.
- SZENDREI G, 1998. Talajtan. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- SZENDREI G, 2000. Talaj-mikromorfológia. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- SZENDREI G, 2001. A hazai talajtípusok mikromorfológiája. Szerzői kiadás (ISBN: 963 440 683 1)
- SZŐÖR GY, BALÁZS É, NOVÁK T, KOVÁCS-PÁLFFY P, KÓNYA P, 2008. Mineralogical composition of genetic horizons of crusty meadow solonch soil profile from Püspökladány based on X-ray diffraction and thermal analysis. *ACTA GGM DEBRECINA Geology, Geomorphology, Physical Geography Series* 3, 9–14.
- TANÁCS E & BARTA K, 2006. Talajvizsgálatok a Haragistya-Lófej erdőrezervátum területén. *Karsztfelődés XI*. 235–251.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E, 2014. Üledékes kőzetek kvarcsezemcséibe zárt információk hazai példákkal (Information encoded in quartz grains of sedimentary rocks with Hungarian examples). In: FEHÉR B (szerk.), *Az ásványok vonzásában. Tanulmányok a 60 éves Szakáll Sándor tiszteletére*. Hermann Ottó Múzeum és Magyar Minerofil Társaság, Miskolc. pp. 269–280.
- TOMBÁCS E, 2002. Humuszanyagok a környezeti rendszerekben. *Magyar Kémikusok Lapja* 57 (8) 306–313.
- TÓTH G, 2001. A Bükk felszín fejlődése és karszosodásának összefüggései. Földrajzi Konferencia, Szeged, pp. 9.
- UZIÁK S, WILGAT M, KLIMOWICZ Z, 1999. Mineral composition of arctic soils in the Bellsund region, Spitsbergen. *Polish Polar Research* 20 (1) 33-41.
- VARGA GY, 2012. Az eolikus por mennyiségének változásai a Kárpát-medencében a pliocéntől napjainkig, a globális folyamatok tükrében. Doktori (Ph.D) disszertáció, Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- VELLEDITS F, 2000. A Berva-völgytől a Hór-völgyig terjedő terület fejlődéstörténete a középső–felső triászban (Evolution of the area from the Berva Valley to the Hór Valley in the Middle–Upper Triassic). *Földtani Közlöny* 130 (1) 47–93.
- VICZIÁN I, 1999. Középső-triász vörös agyagok ásványtani vizsgálata a Balaton-felvidéken és a Bükk hegységben. Bányász-Kohász-Földtan Konferencia. Szovátafürdő, 1999. február 19-21. Előadás kivonat.
- VICZIÁN I, 2010. Agyagásványok földtana. Vázlatos jegyzet és ábragyűjtemény. Kézirat, Budapest.
- VISZKOK J, 2015. Hidrodinamikai és hőtranszport modellezés, Eger és környéke. CENTRAL GEO Bányamérési Agrotechnikai és Ingtalngazdálkodási Kft, Szolnok.
- VOJTKÓ A (szerk.), 1995. A Nagy-fennsík vegetációtérképe. In: LESS GY ET AL., 2002. A bükk hegység földtani térképe, 1:50 000. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

- VOJTKÓ A, 2002. A hegység növénytakarója. *In: BARÁZ Cs. (szerk.), A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger, pp. 237–263.*
- WANG WJ, DALAL RC, MOODY PW, SMITH CJ, 2003. Relationships of soil respiration to microbial biomass, substrate availability and clay content. *Soil Biology and Biochemistry* 35, 273–284.
- WEI X, JI H, LI D, ZHANG F, WANG S, 2013. Material source analysis and element geochemical research about two types of representative bauxite deposits and terra rossa in western Guangxi, southern China. *Journal of Geochemical Exploration* 133, 68–87.
- WRB 2014. World reference base for soil resources 2014, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Róma, 2014.
- YAALON DH, 1997. Soils in the Mediterranean region what makes them different? *Catena* 28 157–169.
- ZAGÓRSKI Z, 2010. Clay minerals as indicators of the soil substrate origin of Rendzinas (Rendzic Leptosols) from the Małopolska Upland (S Poland). 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia. Konferencia DVD anyag.
- ZÁHORSZKI A, 2001. A délkeleti Bükk délkeleti részének peremkarsztja. *In: VERESS M (szerk.), Karsztfejlődés VI.* 127–132.
- ZÁMBÓ L, 1970. A vörösgyagok és a felszíni karsztosodás kapcsolata az Aggteleki-karszt délnyugati részén. *Földrajzi Közlemények* 18 (1) 281–293.
- ŽIGOVÁ A, STASTNY M, HLADIL J, 2014. Mineral composition of rendzic leptosols in protected areas of the Czech Republic, *Acta Geodynamica et Geomaterialia* 11 (1) 77–88.
- ZSENI A, 2002. Nehézfémvizsgálatok az Aggteleki-karszt, a Bükk-fennsík és a Nyugati-Mecsek karsztjának mintaterületén. Földrajzos Doktoranduszok VII. Országos Konferenciája ELTE Földrajzi Tanszékcsoport, Budapest.
- ZSENI A, 2003. Karsztos mintaterületek talajainak kicserélhető kationtartalma és nehézfém-terhelése. *In: VERESS M (szerk.), Karsztfejlődés VIII.* 273–295.

Internetes hivatkozások:

<http://loczy.mfgi.hu/fdt100/>

A DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBAN KÉSZÜLT SAJÁT KÖZLEMÉNYEK

Szakfolyóirat cikkek

HOFMANN E, BIDLÓ A, 2017. Talajásványtani vizsgálatok a Bükk-Fennsíkon (Soil mineralogical investigations of soils of the Bükk-highland). *ACTA GGM DEBRECINA Geology, Geomorphology, Physical Geography Series* (megjelenés alatt).

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mineral composition as indicator of the origin of soils formed on carbonate rocks in the Bükk Highland (NE Hungary). *Agrokémia és Talajtan* 63 (1) 39–48.

Konferencia előadások és poszterek

HOFMANN E, BIDLÓ A, 2014. Mészkövön képződött talajok vizsgálata a bükki "Őserdőben" és a soproni Szárhalmi erdőben. MTT Talajásványtani Szakosztály Ülés 2014. november 25. Budapest. (Előadás)

HOFMANN E, BIDLÓ A, 2015. Applications of thermal analysis in soil mineralogy in NE Hungary. EGU General Assembly 2015. Konferencia helye, ideje: Bécs, Ausztria, 2015.04.12 - 2015.04.17. (Poszter)

HOFMANN E, BIDLÓ A, 2015. Chemical features of soils in a natural forest of West Hungary. EGU General Assembly 2015. Konferencia helye, ideje: Bécs, Ausztria, 2015.04.12 - 2015.04.17. (Poszter)

NÉMETH E, BIDLÓ A, 2012. Bükki talajok ásványtani vizsgálatának első eredményei. MTT Talajásványtani Szakosztály Ülés 2012. november 27. Budapest. (Előadás)

NÉMETH E, BIDLÓ A, SAJÓ I, 2013. Bükki talajok ásványtani vizsgálatának első eredményei. Tavasz Szél Konferencia 2013.05.31 - 2013.06.02. Sopron. (Előadás)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2013. Mészkövön képződött talajok ásványtani vizsgálata a bükki "Őserdőben,,. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia 2013.12.10 Sopron. (Előadás)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2013. Mészkövön képződött talajok összehasonlító vizsgálatai. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia 2013.12.10 Sopron. (Poszter)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Comparative Analyses of Soils Formed on Carbonate Rocks. 20th World Congress of Soil Science. Konferencia helye, ideje: Jeju, Dél-Korea, 2014.06.8 - 2014.06.13. (Poszter)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Comparative chemical analyses of soils formed on carbonate rocks in Hungary. EGU General Assembly 2014. Konferencia helye, ideje: Bécs, Ausztria, 2014.04.27 - 2014.05.02. (Poszter)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mineralogical investigation of soils formed on carbonate rocks in the Bükk-Highlands (Hungary). 5th International Students Geological Conference. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2014.04.24 - 2014.04.27. (Poszter)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mineralogical investigation of soils formed on compacted carbonate rocks in Hungary. EGU General Assembly 2014. Konferencia helye, ideje: Bécs, Ausztria, 2014.04.27 - 2014.05.02. (Poszter)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mineralogical Investigation of Soils Formed on Carbonate Rocks in the Bükk-Highlands (Hungary). 20th World Congress of Soil Science. Konferencia helye, ideje: Jeju, Dél-Korea, 2014.06.8 - 2014.06.13. (Poszter)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mészkövön képződött talajok ásványtani vizsgálatai. Talajtani Vándorgyűlés: A talajok térbeli változatossága - elméleti és gyakorlati vonatkozások. Konferencia helye, ideje: Keszthely, Magyarország, 2014.09.04-2014.09.06. (Poszter)

Konferenciakötetekben megjelent kiadványok

HOFMANN E, BIDLÓ A, 2015. Applications of thermal analysis in soil mineralogy in NE Hungary. *Geophysical Research Abstracts; 17. EGU General Assembly 2015*. Paper EGU2015-8544. 1 p.

HOFMANN E, BIDLÓ A, 2015. Chemical features of soils in a natural forest of West Hungary. *Geophysical Research Abstracts; 17. EGU General Assembly 2015*. Paper EGU2015-12187. 1 p.

NÉMETH E, BIDLÓ A, SAJÓ I, 2013. Bükki talajok ásványtani vizsgálatának első eredményei. *In: Keresztes Gábor (szerk.) Tavasz Szél, 2013: Spring wind, 2013. 659 p.* Konferencia helye, ideje: Sopron, Magyarország, 2013.05.31-2013.06.02. Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége, 2013. pp. 209-217. 1-2. kötet. (ISBN:978-963-89560-2-6)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2013. Mészkövön képződött talajok ásványtani vizsgálata a bükki "Óserdőben". *In: BIDLÓ A & SZABÓ Z (szerk.): Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia, Sopron, 2013.12.10. p. 62.*

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Comparative chemical analyses of soils formed on carbonate rocks in Hungary. *Geophysical Research Abstracts; 16. EGU General Assembly 2014*. Paper EGU2014-13366. 1 p.

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mészkövön képződött talajok ásványtani vizsgálatai. *In: Sisák István, Homor Anna, Hernádi Hilda (szerk.) Talajtani Vándorgyűlés: A talajok térbeli változatossága - elméleti és gyakorlati vonatkozások.* Konferencia helye, ideje: Keszthely, Magyarország, 2014.09.04-2014.09.06. (Pannon Egyetem Georgikon Kar) Veszprém: Pannon Egyetemi Kiadó, pp. 134-135.

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mészkövön képződött talajok összehasonlító vizsgálata. *In: Bidló A, Horváth A, Szűcs P. (szerk.) IV. Kari Tudományos Konferencia: Konferencia kiadvány. 407 p.* Konferencia helye, ideje: Sopron, Magyarország, 2013.12.10 Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, 2014. pp. 210-215. (ISBN:978-963-359-033-1)

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mineralogical investigation of soils formed on compacted carbonate rocks in Hungary. *Geophysical Research Abstracts; 16. EGU General Assembly 2014*. Paper EGU2014-13270. 1 p.

NÉMETH E, SAJÓ I, BIDLÓ A, 2014. Mineralogical investigation of soils formed on carbonate rocks in the Bükk-Highlands (Hungary). *Acta Mineralogica-Petrographica; Abstract Series 8. 5th International Students Geological Conference.* Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2014.04.24-2014.04.27. Szeged: University of Szeged, Paper NSB. 94 p.

MELLÉKLETEK

A BÜKK HEGYSÉG FÖLDTANI TÉRKÉPE GEOLOGICAL MAP OF THE BÜKK MOUNTAINS

1 : 50 000

Felvette és szerkesztette / mapped and compiled by : LESS György (felelős szerkesztő / editor-in-chief),
GULÁCSI Zoltán, KOVÁCS Sándor, PELIKÁN Pál, PENTELÉNYI László, REZESSY Attila, SÁSDI László

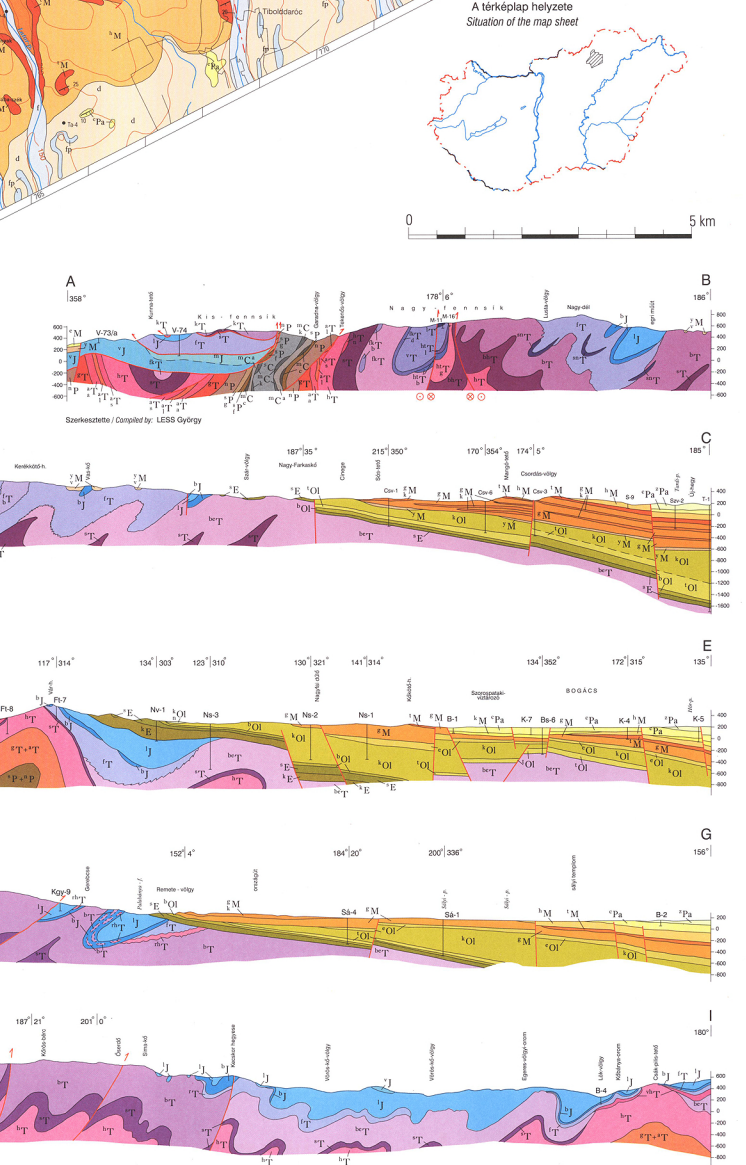
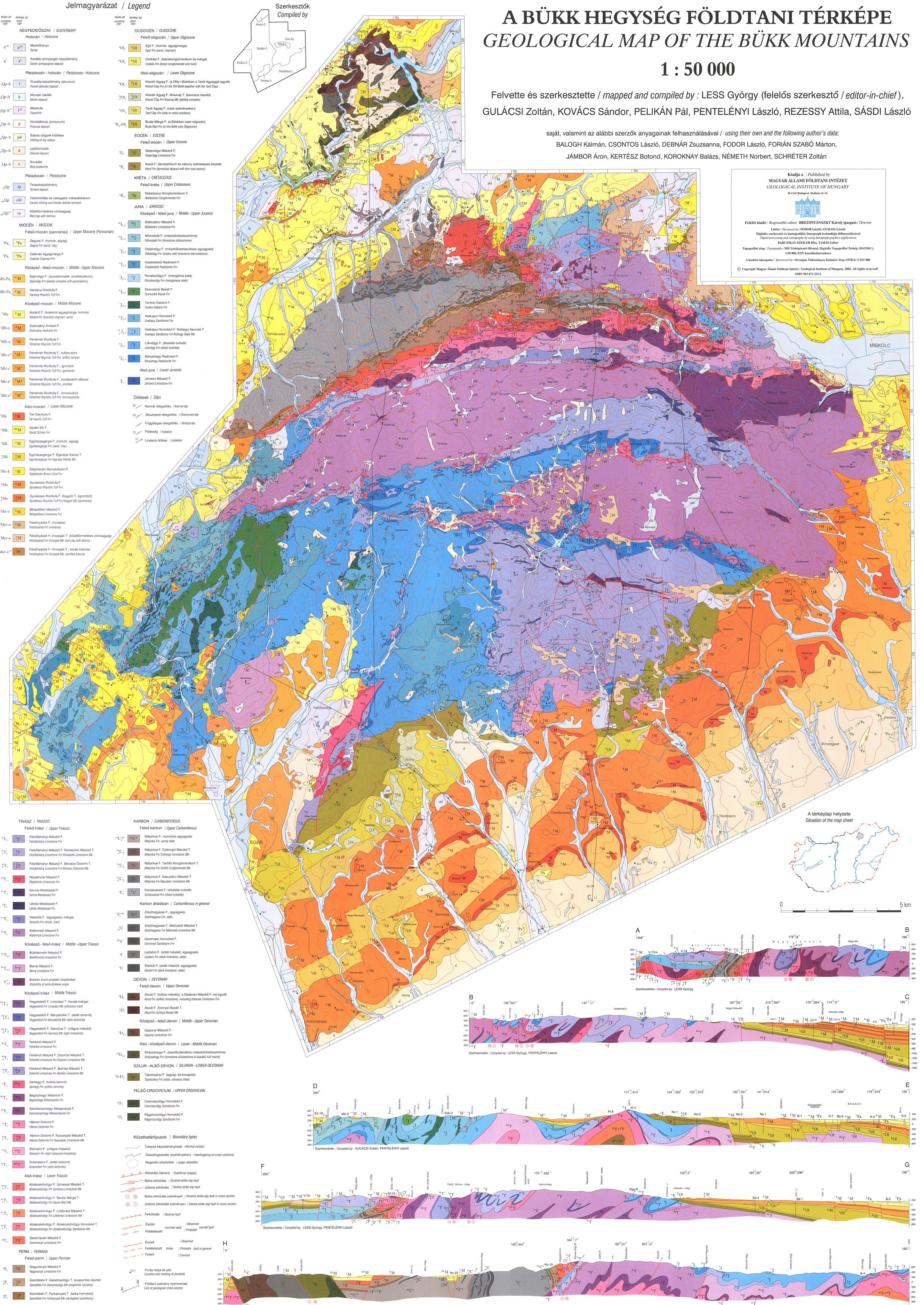
saját, valamint az alábbi szerzők anyagának felhasználásával / using their own and the following author's data:
BALOGH Kálmán, CSONTOS László, DEBNÁR Zsuzsanna, FODOR László, FORIÁN SZABÓ Márton,
JÁMBOR Áron, KERTÉSZ Botond, KOROKNAY Balázs, NÉMETH Norbert, SCHRÉTER Zoltán

Kiadja a / Published by
MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET
GEOLOGICAL INSTITUTE OF HUNGARY
1014 Budapest, Stefánia út 14.
Főfőszerkesztő / Chief editor: BREZSÁNYSZKY Károly igazgató / Director
Lektor / Revised by: FODOR László, CZIÉNYI László
Digitális szerkesztés és kartográfia / Digital editing and cartography by using Geographic Information System
BARCSIKAY-SZÉKELY RITA, TÁMÁS GÁBOR
Tervezői iroda / Cartography: MHT Földrajzi Hivatal, Digitális Tervezői Iroda (DITR),
1089, EÖTVÖS közföldrajzi tanszék
A kiadvány támogatja / Sponsored by: Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA) T-03 808
© Copyright Magyar Állami Földtani Intézet / Geological Institute of Hungary, 2002. All rights reserved.
ISBN 963 971 234 X

Jelmagyarázat / Legend

NEOGENÉZIS / QUATERNARY
Hólocén / Holocene
a¹⁻⁴ Meddőhányó / Dump
a² Korábbi antropogén képződmény / Earlier anthropogenic deposit
Pleistocén-hólocén / Pleistocene-Holocene
Qp-h¹ Fülvéri képződmény (alluvium) / Fülvéri alluvium deposit
Qp-h² Mocsári üledék / Marsh deposit
Qp-h³ Mocsári iszap / Marsh silt
Qp-h⁴ Horvátvárosi (grótvium) / Horvátvárosi deposit
Qp-h⁵ Balassi völgyek kőzetek / Alluvium of valleys
Qp-h⁶ Lajtvölgyek / Lajtvölgyek
Qp-h⁷ Budaörsi / Budaörsi
Pleistocén / Pleistocene
Qp¹ Termésképződmény / Terrace deposit
Qp² Többszöri és vadgazdálkodás maradványai / Caric tillite and moose dental remnant
Qp³ Kőzetmorfológiai változás / Red clay with detritus

MIOCÉN / MIOCENE
Felső-miocén (pannoniai) / Upper Miocene (Pannonian)
Pm¹ Zagyvai F. (homok, agyag) / Zagyvai Fm (sand, clay)
Pm² Csabai Aggagvár F. / Csabai Aggagvár Fm
Középső-felső-miocén / Middle-Upper Miocene
Mm¹⁻⁴ Sajóvágyi F. (dunántúli, gránitokomplexum) / Sajóvágyi Fm (dunántúli complex with granitoids)
Mm² Harsányi Rózsafa F. / Harsányi Rhyolite Fm
Középső-miocén / Middle Miocene
Mm¹ Kozárd F. (brachyid agyagmárga, homok) / Kozárd Fm (brachyid clay, sand)
Mm² Dübölkényi Andrási F. / Dübölkényi Andrási Fm
Mm³ Fehérvári Rózsafa F. / Fehérvári Rhyolite Fm
Mm⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark dark)
Mm⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm²⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm³⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁴⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁵⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁶⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁷⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁸⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹¹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹² Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹³ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹⁴ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹⁵ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹⁶ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹⁷ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹⁸ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm⁹⁹ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)
Mm¹⁰⁰ Fehérvári Rózsafa F. (sötét) / Fehérvári Rhyolite Fm (dark)



2. Melléklet

A Bükk-hegység formációinak és tagozatainak kőzetanyag és ásványi összetétele, elhelyezkedése és vastagsága

Kor	Formáció Tagozat	Kőzet-anyag	Ásványi összetétel	Elhelyez- kedés	Vastag- ság
Karbon	Zobóhegyesi Agyagpala F.	aleurolit, homokkő és mészkő	-	ÉNY	~ 600 m
Karbon	Mártuskői Mészkő T.	mészkő	kvarc, földpát	ÉNY	
Karbon	Szilvásvárad F.	aleurolit, homokkő, agyag	kvarc, plagioklász, klorit, (muszkovit, kálföldpát).	É-ÉNY	>1000 m
Karbon	Mályinkai Agyagpala F.	agyagkő, aleurolit, finom homokkő rétegek	kvarc, plagioklász, kevés muszkovit, biotit, klorit; magas szerves anyag tartalom	É	~ 400 m
Karbon	Csikorgói Mészkő T.	mészkő		É	
Karbon	Tarófi Kongl. T.	kvarcit kavicsok	-	É	
Karbon	Kapubérci Mészkő T.	mészkő		É	
Perm	Szentléleki F.	törmelékes-evaporitos	-	É	<300 m
Perm	Farkasnyaki Homokkő T.	homokkő, aleurolit		É	
Perm	Garadnavölgyi Evaporit T.	zöld agyagkő, dolomit gipsz-anhidrit	zöld agyagkő: illit, klorit, plagioklász, kalcit, pirit, dolomit, autigén gipszkrist	É	
Perm	Nagyvisnyói Mészkő F.	fekete mészkő márga-mészmárga betelepülések	kalcit, alárendelten dolomit, kevés pirit (oldási maradék: illit, törmelékes kvarc)	É (fúrás: NY-DNY)	~ 300 m
Triász	Gerennavári Mészkő F.	mészkő + agyag-márga rétegek	dolomitlencsék	É Nagy- fennsíkra vezető erdészeti műút mentén	~ 140 m
Triász	Ablakoskővölgyi F.	finom sziliciklasztos és karbonátos kőzettípusok	-	É	~ 300 m
Triász	Ablakoskővölgyi Homokkő T.	homokkő	-	É	~ 40-100 m
Triász	Lillafüredi Mészkő T.	mészkő	oldási maradéka: 2-40% - illit, kvarc (klorit, plagioklász, kálföldpát, pirit, limonit)	É	~ 15-150 m
Triász	Savósvölgyi Márga T.	agyagmárga	illit, kvarc, kalcit, klorit	É	~ 40-150 m
Triász	Újmassai Mészkő T.	mészmárga	-	É	~ 60 m
Triász	Hámori Dolomit F.	dolomit	-	É (D)	~ 400 m
Triász	Nyavalyási Mészkő T.	mészkő	-	É	
Triász	Sebesvízi Kongl. T.	konglomerátum	-	É	
Triász	Szentistvánhegyi Porfirít T.	porfirít és kavicsanyag, aleurolitos agyagmárga (vörös)	vörös agyagmárga: kalcit, illit, kvarc, klorit (sudoit), nyomnyi kálföldpát, hematit	É	

Kor	Formáció Tagozat	Kőzet-anyag	Ásványi összetétel	Elhelyez- kedés	Vastag- ság
Triász	Szentistvánhegyi Metaandezit F.	láva, agglomerátum, tufa, ingimbrit, vulkáni-üledékes keverékközetek	bázisos bazaltoandezit- andezit: plagioklász, piroxén utáni klorit- nontronit-opak ásványok Savanyú dácit-riolit: plagioklász, szanidin, kvarc, (piroxén, biotit) lávák: másodlagos ásványokká alakultak: kvarc, kalcit, agyagásványok, szericit, klorit)	É (-> Ny-ra Bél-kő, Nagy- fennsík – Fekete-sár, Kis-fennsík, DK-i Bükk)	~ 350 m
Triász	Bagolyhegyi Metariolit F.	kovásodott metariolit	alapanyag: szericit, kvarc	É (D felé érintkezik a Bükkfennsí- ki Mészkövel)	
Triász	Szinvai Metabazalt F.	metabazalt	fenokristály: szericitesedett plagioklász, Ti- augit; alapanyaga átalakult plagioklász, Ti- augit, Fe-Ti-oxid, másodlagos ásványok: kalcit, klorit, szericit, epidot	K	50 m
Triász	Létrási Metabazalt F.	zöld metabazalt	-		10-100 m
Triász	Fehérkői Mészkö F.	mészkö	-	É	~ 400 m
Triász	Bolhási Mészkö T.	mészkö	-	É	
Triász	Disznói Mészkö T.	tűzkőlencsés lemezes mészkö	-	É	
Triász	Bervai Mészkö F.	biogén mészkö	-	D	>500 m
Triász	Bükkfennsíki Mészkö F.	mészkö	mészkö oldási maradék: 1% alatti, autigén kvarc, kevés illit.	É (->Ny-ra Feketesárnál vulkanit közbetelep- ülés)	~ 1000 m
Triász	Kisfennsíki Mészkö F.	mészkö	-		>100 m
Triász	Várhegyi F.	vulkáni-üledékes kőzetegyüttes	-		~10 m
Triász	Vesszősi F.	meszes agyag, aleurolitpala, helyenként homokkő	-		~ 150-200 m
Triász	Hegyesetői F.	Törmelékes- karbonátos	-		< 300 m
Triász	Limpiászi T.	márgapala, aleurolitpala, mészkö	-		
Triász	Bányabükki T.	vastagpados dolomit	-		
Triász	Gamócai T.	mészkö, dolomit + zöld tufa betelepü- lések	-		

Kor	Formáció Tagozat	Kőzet-anyag	Ásványi összetétel	Elhelyezkedés	Vastagság
Triász	Répáshutai Mészke F.	mészke	-	É Nagy-fennsík É-i és D-i peremén, D-i Bükk Ny-i és K-i részén	< 100 m
Triász	Vöröskői Mészke T.	vörös mészke	hematit	D (É)	~ 500 m
Triász	Felsőtárkányi Mészke F.	mészke	-	É (Nagy-fennsík	
Triász	Belvácsi Dolomit T.	dolomit	-	körzetében)	
Triász	Hollóstetői Mészke F.	mészke	karbonát, kvarc, plagioklász, káli-földpát, mátrix: illit, klorit és kaolinit	É (Nagy-fennsík körzetében)	~ 300 m
Triász	Rónabükki Mészke F.	agyagmárga-márga betelepülései mészke	illit, kevés klorit, montmorillonit, kvarc és ebben helyezkednek el a karbonát-szemcsék (Crinoidea-töredékek)	É (Nagy-fennsíkon és annak NY-i részén)	< 200 m
Jura	Jómarci Mészke F.	onkoidos, Foraminiferás mészke	-	D	400 m
Jura	Bányahegyi Radiolarit F.	kovagazdag üledék	-	D	< 30 m
Jura	Lökvölgyi Pala F.	turbidit-sorozatok homokkő, aleuritos agyag	kvarc (30-60%), klorit (20-35%), illit (20-35%), plag. (3-10%)	DNY (Nagy-fennsíkra vezető út mentén is)	>1000 m
Jura	Mónosbéli Formációcsoport	agyagos aleurolit	-	D	>1000 m
Jura	Vaskapui Homokkő F.	homokkő és gabbró	-	D	néhány m
Jura	Csipkéstetői Radiolarit F.	radiolarit	-	D	
Jura	Mónosbéli F.	palás aleurolit és mészke-töredékek	-	D	
Jura	Oldalvölgyi F.	palás aleurolit és mészke-rétegek	-	D	>100 m
Jura	Bükkzsérci F.	ooid turbidites mészke, agyagos aleurolit	-	D	150 m
Jura	Rocskavölgyi F.	mangán gumós palák	-	D	
Jura	Szarvaskő-Darnó egység Szarvaskői szinform	üledékes kőzetekbe települt magmatitok	MORB bazalt	Ny DK	~500 m
Jura	Szarvaskői Bazalt F.	párnaláva	-		
Jura	Tardosi Gabbró F.	gabbró teleptelér	földpát, piroxén, kevés amfibol, (pirit)		
Paleocén-Eocén	Kosdi F.	tarkaagyag	kőzettörmelékek	DNy	10-60 m
Eocén	Szép völgyi Mészke F.	platform mészke	-	DNy	néhány 10 m-től 250 m-ig
Oligocén	Budai Márga F.	márga	-	DNy	50-200 m

Kor	Formáció Tagozat	Kőzet-anyag	Ásványi összetétel	Elhelyez- kedés	Vastag- ság
Oligocén	Tardi Agyag F.	agyagos alaurit	magas szervesanyag- és bakteriopirit-tartalmú laminitek	D	90-130 m
Oligocén	Kiscelli Agyag F.	agyagmárgás aleurit	Mn-telepek	ÉK Bükkalja	30-1000 m
Oligocén	Noszvaji Kavics T.	fluxoturbidites kavics	-	ÉK	
Oligocén	Csókási F.	glaukonitos márga és konglomerátum	alapanyag: meszes homokkő	ÉK	30 m
Oligocén	Egri F.	molluszkás agyag, homokkő	-	D	80-150 m
Oligocén	Novaji T.	glaukonitos homokkő	-	D	
(Oligocén) Miocén	Felsőnyárádi F.	molasz üledék (tarkaagyag, durvatörmelék, szénzinórok)	-	ÉNy-Ny DK	100-200 m
(Oligocén) Miocén	Szécsényi Slír	finomhomokos, agyagos aleurit, agyagmárga	kaolinit elmaradása (tengeri kifejlődés)	ÉNy-Ny	400-600 m
Miocén	Vincepáli T.	agyagos közettörmelék	-	Bükk belseje	
Miocén	Gyulakeszi Riolittufa F.	riolit ártufa, tufit, ignimbrit	-	Bükkalja D	30-100 m
Miocén	Tari Dácittufa F.	dácit ignimbrit	-	Bükkalja D, ÉK	15-50 m
Miocén	Harsányi Riolittufa F.	riolit	ÉK: dácit-és andezittufitos közbetelepülések üledékes közbetelepülések: tufás homok, aleurit, agyag, diatomás tufit	Bükkalja, ÉK	
Miocén	Galgavölgyi Riolittufa F.	biotitos, horzsaköves riolittufa	-		30 m
Miocén	Bélapátfalvi Édesvízi Mészke F.	Tetarátás forráskúp mészkő	-	É-i és Ny-i előtér	
Miocén	Salgótarjáni Barnakőszén F.	tarkaagyag, homok, aleurit, agyag, barnakőszén	-	Ny-K	50-200 m
Miocén	Egyházasgergei F.	homok, homokkő	-	K-Ny	30-100 m
Miocén	Égeraljai Kavics T.	mészke és dolomit anyagú homokos kavics	-	Ny	>10m
Miocén	Garábi Slír F.	homok, csillámos finom homok, aleurit, agyag, agyagmárga	-		600-800 m
Miocén	Felnémeti Riolittufa F.	riolittufa, tufit, ingimbrit, riolittufa anyagú homokkő	Pazsagtól D-re: zeolitosodott biotitos horzsaköves riolittufa; Nagymezői víznyelő: bentonitosodott	Ny-i előtér	
Miocén	Dubicsányi Andezit F.	andezit tufa, tufit, piroxénandezit		Ny	

Kor	Formáció Tagozat	Kőzet-anyag	Ásványi összetétel	Elhelyez- kedés	Vastag- ság
Miocén	Lajta Mészke F.	Lithotamniumos, molluszkás mészkő, meszes homokkő	-	Ny	itt néhány 10 m
Miocén	Kozárdi F.	molluszkás agyag- agyagmárga, homok, tufás homok-, agyag, homokkő, bentonit, mészmárga,- homokkő, oolitos, szerpulás mészkő.	-	Ny	100-150 m
Miocén Pannon	Sajóvölgyi F.	édesvízi és szárazföldi üledékek	-	Ny	20-300 m
Pannon	Edelényi Tarkaagyag F.	szürke és tarka agyag, agyagmárgás aleurit, szenes agyag, lignit, kavicsos homok	-	Ny	50-300 m
Pannon	Csereháti Rioluttufa F.	riodácittufa	-		
Pannon	Csákvári Agyagmárga F.	agyagmárgás aleurit, huminites és tarkaagyag	-	Bükkalja D- i szegélye	70-190 m
Pannon	Zagyvai F.	homok, homokkő, aleurit, agyag, agyagmárga	paleotalajsintek (tarkaagyag)	Bükkalja D- i szegélye	>1000 m
Pannon	Bükkaljai Lignit F.	lignit	-	Bükkalja D- i szegélye	10-15 m

3. Melléklet

Talajszelvények részletes leírása, jellemzése

1. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2008

Szelvény koordinátái:	: 48° 03' 32" N
	: 20° 26' 35" E
Magasság (GPS-szel mérve)	: 862 m



0 – 5 cm (A₁) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész:-,

5 – 20 cm (A) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, sok gyökeret tartalmazó, vályog fizikai féleségű szint, 30 %-nyi váztartalommal és éles átmenettel, mész:-,

20 – cm (C) tömör fehérés szürke mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Déli oldal (D)	6
Domborzat	: Oldal, tető (OLD, TEH)	5,6
Lejtés	: 20° (20-25°)	6
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Fekete rendzina (FRE)	321
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 20 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 15 cm (ISE)	1
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Gyengén erodált (GY)	2

Állományképek az 1. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

2. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2008

Szelvény koordinátái: : 48° 03' 32" N
: 20° 26' 57" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 883 m



0 – 5 cm (A₁) sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, fokozatos átmenettel, mész: -,

5 - 15 cm (A) barna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, közepes mennyiségű gyökeret tartalmazó, agyagos vályog fizikai féleségű szint, fokozatos átmenettel, mész: -,

15 – 30 cm (A) barna színű, gyengén humuszos, szemcsés szerkezetű, laza, közepes mennyiségű gyökeret tartalmazó, agyagos vályog fizikai féleségű szint, határozott átmenettel, mész: -,

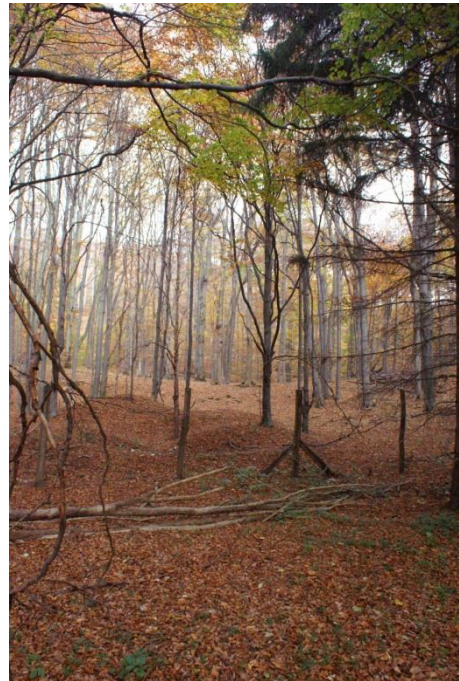
30 – cm (C) tömör fehéres szürke mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Északi oldal (É)	2
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 5° (2,5-5°)	2
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Barna rendzina (BRE)	322
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 30 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 30 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Gyengén erodált (GY)	2

Állományképek a 2. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

3. talajszelvény Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2008

Szelvény koordinátái: : 48° 03' 34" N
: 20° 26' 42" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 879 m



- 0 – 5 cm (A₁) sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: -,
- 5 – 30 cm (A) sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, sok gyökert tartalmazó, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és éles átmenettel, mész: +,
- 30 – 65 cm (AC) vörös színű, humuszmentes, törmelékes szerkezetű, laza, elszórva gyökert tartalmazó, agyagos törmelék fizikai féleségű szint, fokozatos átmenettel, mész: +,
- 65 – 100 cm (C₁) vörös színű, humuszmentes, törmelékes szerkezetű, laza, gyökérmentes, agyagos törmelék fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal, határozott átmenettel, mész: +,
- 100 – 150 cm (C₂) vörös színű, humuszmentes, törmelékes szerkezetű, laza, gyökérmentes, agyagos fizikai féleségű szint, 20 %-nyi váztartalommal, mész: +,
- 150 – cm (D) mészkő

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Sík (SÍK)	1
Domborzat	: Tető (TEH)	6
Lejtés	: 5° (2,5-5°)	2
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Vörösayagos rendzina (VRE)	323
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 30 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 25 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Agyagos-törmelékes málladék, hordalék	11
Ágyazati kőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Mentés (M)	1

Állományképek a 3. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

4. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 03' 34" N
: 20° 26' 43" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 857 m



- 0 – 10 cm (A₁) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszótt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +,
10 – 30 cm (A) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, sok gyökeret tartalmazó, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és éles átmenettel, mész: +,
30 –70 cm (AC) vörös színű, humuszmentes, törmelékes szerkezetű, laza, elszórva gyökeret tartalmazó, agyagos törmelék fizikai féleségű szint, fokozatos átmenettel, mész: +,
70 – 100 cm (C₁) vörös színű, humuszmentes, törmelékes szerkezetű, laza, gyökermentes, agyagos törmelék fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal, határozott átmenettel, mész: +,
100 – 130 cm (C₂) vörös színű, humuszmentes, törmelékes szerkezetű, laza, gyökermentes, agyagos fizikai féleségű szint, 20 %-nyi váztartalommal, mész: +,
130 cm – (D) tömör fehéres szürke mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Sík (Sík)	1
Domborzat	: Sík (SIK)	1
Lejtés	: 1° (0-5°)	1
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Vörösayagos rendzina (VRE)	322
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 30 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 30 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Agyagos-törmelékes málladék, hordalék	11
Ágyazati kőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Erózió mentes (M)	1

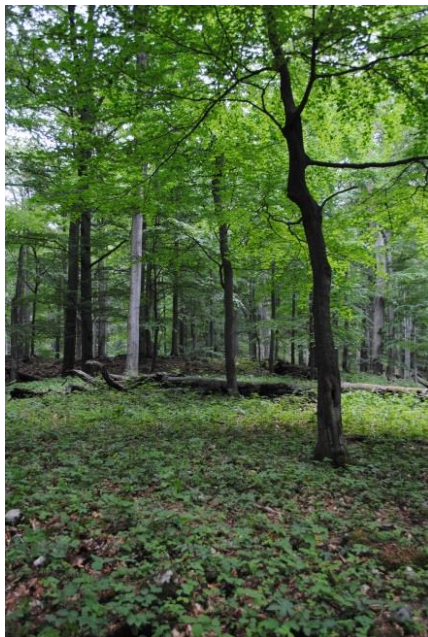
Állományképek a 4. szelvény környezetében



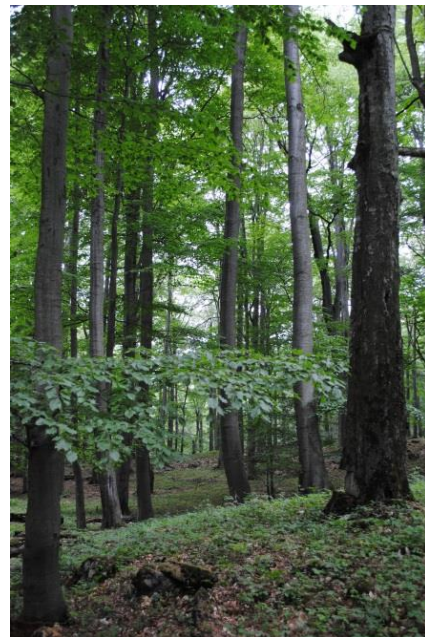
Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

5. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 03' 32" N
: 20° 26' 35" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 843 m



0 – 10 cm (A₁) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, homokos vályog fizikai féleségű szint, 15 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +,

10 – 30 cm (A) sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, kevés gyökeret tartalmazó, agyagos vályog fizikai féleségű szint, 30 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +.

30 – 60 cm (AC) sötétbarna színű, humuszos, morzsás szerkezetű, laza, elszórva gyökeret tartalmazó, agyagos vályog fizikai féleségű, szint, 50 % váztartalommal, mész: +++,

60 – cm (C) tömör mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Keleti oldal (K)	4
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 15° (10-15°)	4
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Barna rendzina (BRE)	322
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 60 cm	
Termőréteg redukált vastagsága :	: 40 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Erózió mentes (M)	1

Állományképek az 5. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

6. talajszelvény
Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 03' 33" N
: 20° 26' 40" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 861 m



0 – 10 cm (A₁) feketésbarna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszótt, agyagos vályog fizikai féleségű szint, fokozatos átmenettel, mész: +,

10 – 25 cm (A) sötétbarna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, kevés gyökeret tartalmazó, agyagos vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +,

25 – 40 cm (AC) sötétbarna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, elszórva gyökeret tartalmazó, agyagos vályog fizikai féleségű, szint, 50 % váztartalommal, mész: +,

40 – cm (C) tömör fehéres szürke mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Sík (SIK)	1
Domborzat	: Sík (SIK)	1
Lejtés	: Sík (0°)	1
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Barna rendzina (BRE)	322
Fizikai talajféleség	: Agyagos vályog (AV)	6
Termőréteg teljes vastagsága	: 40 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 30 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Erózió mentes (M)	1

Állományképek a 6. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

7. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 03' 46" N

: 20° 27' 02" E

Magasság (GPS-szel mérve)

: 868 m



0 – 10 cm (A₁) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszótt, agyagos vályog fizikai féleségű szint, fokozatos átmenettel, mész: ++,

10 – 20 cm (A) sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, kevés gyökeret tartalmazó, agyag fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,

20 – 30 cm (AC) barna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, elszórva gyökeret tartalmazó, agyag fizikai féleségű, szint, 30 % váztartalommal, mész: ++,

30 – cm (C) mészkő alapkőzet.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Északi oldal (É)	2
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 10° (5-10°)	3
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Barna rendzina (BRE)	322
Fizikai talajféleség	: Agyagos vályog (AV)	6
Termőréteg teljes vastagsága	: 30 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 25 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Gyengén erodált (GY)	2

Állományképek a 7. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

8. talajszelvény Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 04' 06" N
: 20° 30' 22" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 902 m



0 – 10 cm (A₁) fekete színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,

10 - 20 cm (A) fekete színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 20 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,

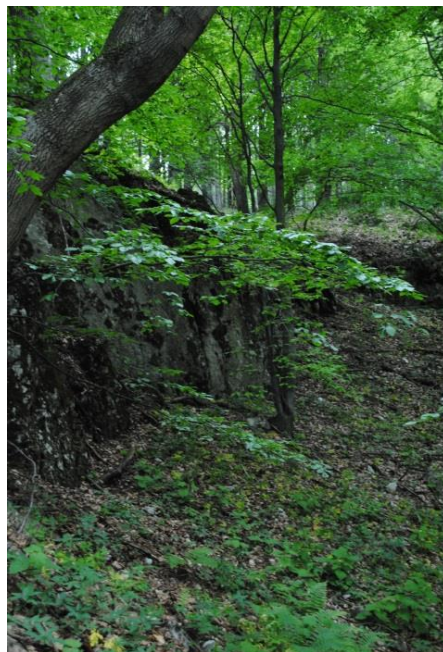
20 – cm (C) tömör fehéres szürke mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Észak-keleti oldal (ÉK)	3
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 20° (20-25°)	6
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Fekete rendzina (FRE)	322
Fizikai talajféleség	: vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 20 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 20 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Erózió mentes (M)	1

Állományképek a 8. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

9. talajszelvény Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 04' 11" N
: 20° 27' 26" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 894 m



0 – 10 cm (A₁) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,
10 – 30 cm (A) feketés barna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, agyagos vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +++,
30 – 50 cm (AC) barna színű, gyengén humuszos, morzsás szerkezetű, laza, elszórva gyökeret tartalmazó, vályog fizikai féleségű, szint, 50 % váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +++,
50 – 70 cm (AC) barna színű, gyengén humuszos, morzsás szerkezetű, laza, elszórva gyökeret tartalmazó, vályog fizikai féleségű, szint, 80 % váztartalommal és határozott átmenettel, mész: +++,
70 cm – (C) tömör mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Észak-északnyugati oldal (ÉNY)	9
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 20° (20-25°)	6
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Barna rendzina (BRE)	322
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 70 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 40 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKŐ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Erózió mentes (M)	1

Állományképek a 9. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

10. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 04' 28" N

: 20° 26' 48" E

Magasság (GPS-szel mérve)

: 891 m



0 – 10 cm (A₁) fekete színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 5 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,

10 – 20 cm (A) fekete színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, kevés gyökeret tartalmazó, vályog fizikai féleségű szint, 20 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,

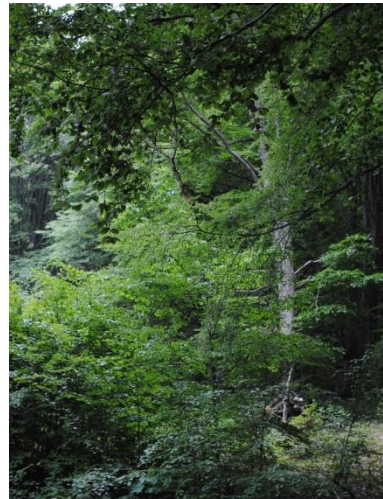
20 – cm (C) tömör fehéres szürke mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Északi oldal (É)	2
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 10° (5-10°)	3
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Fekete rendzina (FRE)	322
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 20 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 20 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKŐ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Gyengén erodált (GY)	2

Állományképek a 10. szelvény környezetében



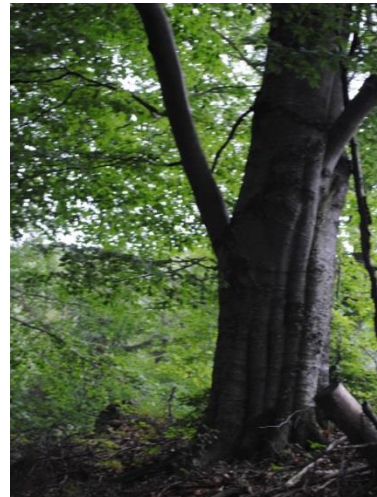
Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

11. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái:	: 48° 64' 16" N
	: 20° 28' 23" E
Magasság (GPS-szel mérve)	: 856 m



0 – 20 cm (A₁) fekete színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, homok fizikai féleségű szint, 5 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,

20 – 50 cm (AC) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, kevés gyökeret tartalmazó, homokos vályog fizikai féleségű szint, 50 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,

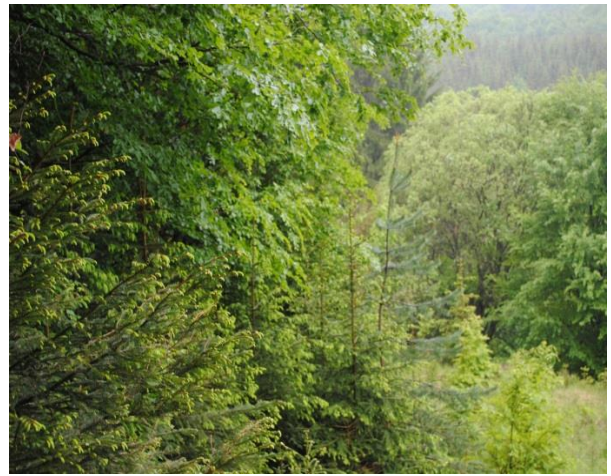
50 cm – (C) tömör fehér mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Keleti oldal (K)	4
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 25° (25-30°)	6
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Fekete rendzina (FRE)	322
Fizikai talajféleség	: Homokos vályog (HV)	4
Termőréteg teljes vastagsága	: 50 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 30 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Erózió mentes (M)	1

Állományképek a 11. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

12. talajszelvény Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

Szelvény koordinátái: : 48° 05' 42" N
: 20° 29' 01" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 902 m



- 0 – 5 cm (A₁) sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel sűrűn átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,
- 5 – 10 cm (A) barna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,
- 10 – 20 cm (A) barna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel közepesen átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 50 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +++,
- 20 – 40 cm (A) barna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökereket elszórtan tartalmazó, vályog fizikai féleségű szint, 50 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +++,
- 40 – 50 cm (AC) világos barna színű, gyengén humuszos, törmelékes szerkezetű, laza, gyökérmentes, homok fizikai féleségű szint, 80 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +++,
- 50 – cm (C) tömör mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Északi oldal (ÉNY)	9
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 30°	6
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Barna rendzina (BRE)	322
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 40 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 30 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKŐ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Gyengén erodált (GY)	2

Állományképek a 12. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



Szelvénytől nyugatra

13. talajszelvény

Bükk, Óserdő erdőrezervátum – 2013

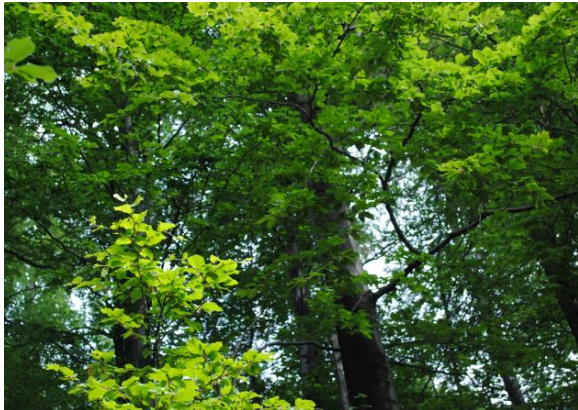
Szelvény koordinátái: : 48° 05' 59" N
: 20° 28' 54" E
Magasság (GPS-szel mérve) : 899 m



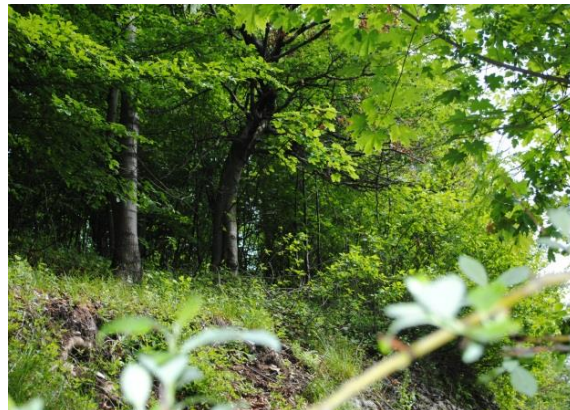
- 0 – 10 cm (A₁) feketésbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, gyökerekkel jól átszőtt, vályog fizikai féleségű szint, 10 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,
10 – 30 cm (A) sötétbarna színű, erősen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, elszórt gyökereket tartalmazó, vályog fizikai féleségű szint, 50 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: ++,
30 – 40 cm (AC) sötétbarna színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű, laza, kevés gyökereket tartalmazó, vályog fizikai féleségű szint, 80 %-nyi váztartalommal és fokozatos átmenettel, mész: +++,
40 – cm (C) tömör fehéres szürke mészkő.

Termőhelymeghatározás módja	: Talajszelvény helyszíni- és laborvizsgálata (SZL)	2
Tengerszint feletti magasság	: 750- m	10
Fekvés	: Délkeleti oldal (DK)	9
Domborzat	: Oldal (OLD)	5
Lejtés	: 30°	6
Klíma	: Bükkös (B)	1
Hidrológia	: Többletvízhatástól független	1
Genetikai talajtípus	: Barna rendzina (BRE)	322
Fizikai talajféleség	: Vályog (V)	5
Termőréteg teljes vastagsága	: 25 cm	
Termőréteg redukált vastagsága	: 25 cm (SE)	2
Humuszforma	: Mull (MU)	3
Termőhely minősítése	: Természetközeli erdők termőhelye (TTH)	1
Alapkőzet	: Mészkő (MKÖ)	25
Humuszvastagság	: 1 cm	
Erózió, defláció foka	: Erózió mentes (M)	12

Állományképek a 13. szelvény környezetében



Szelvénytől északra



Szelvénytől keletre



Szelvénytől délre



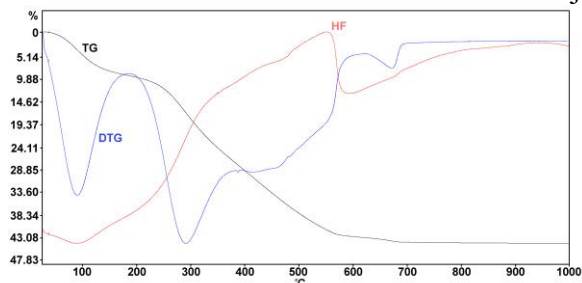
Szelvénytől nyugatra

4. Melléklet

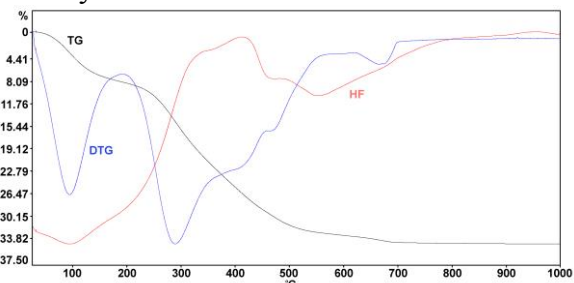
Talajminták termoanalitikai görbéi

Fekete rendzina minták

1. talajszelvény

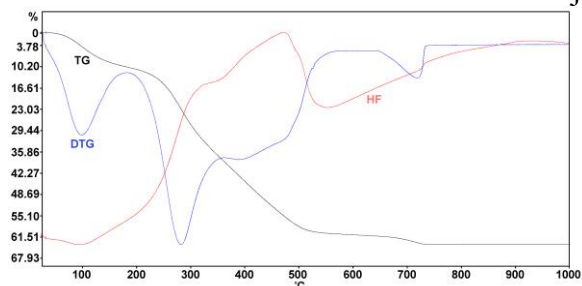


0-5 cm

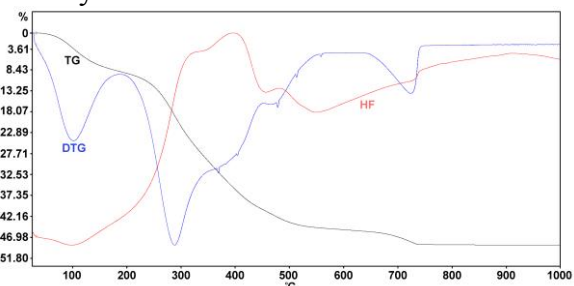


5-20 cm

8. talajszelvény

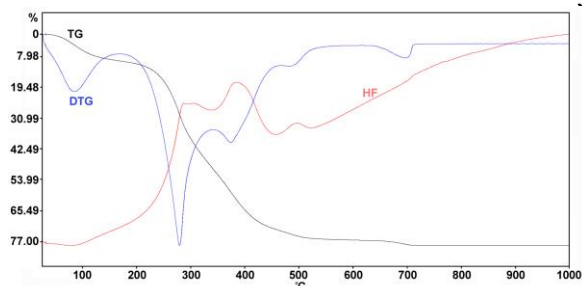


0-10 cm

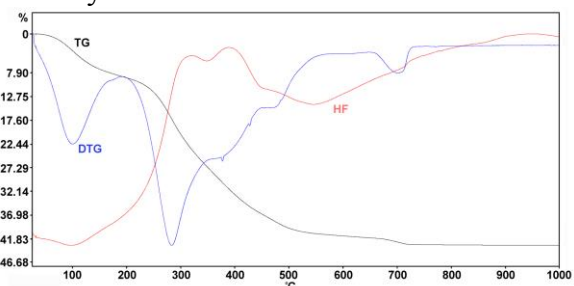


10-20 cm

10. talajszelvény

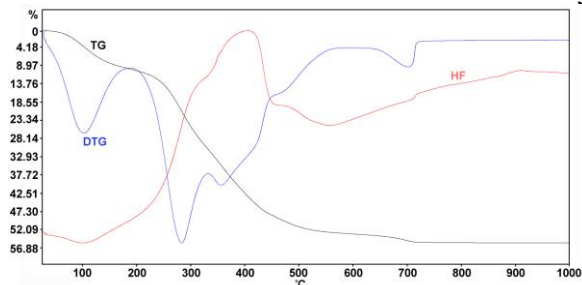


0-10 cm

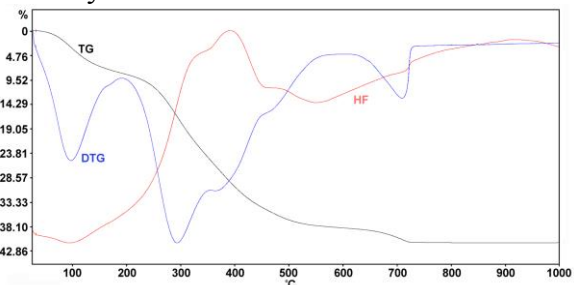


10-20 cm

11. talajszelvény



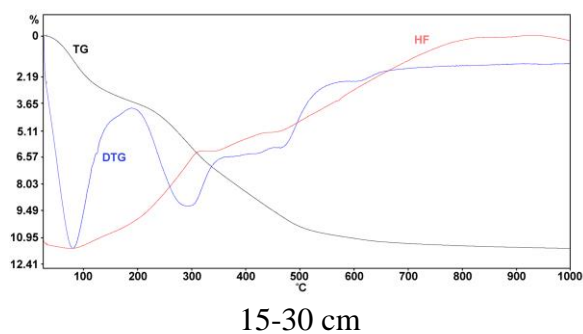
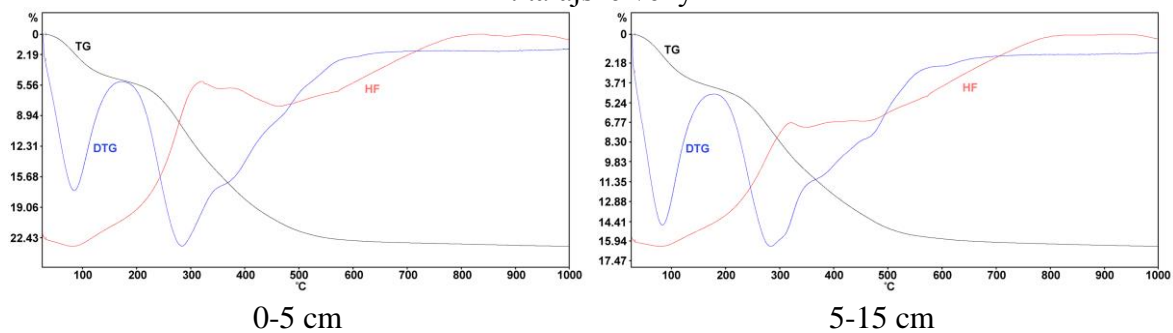
0-20 cm



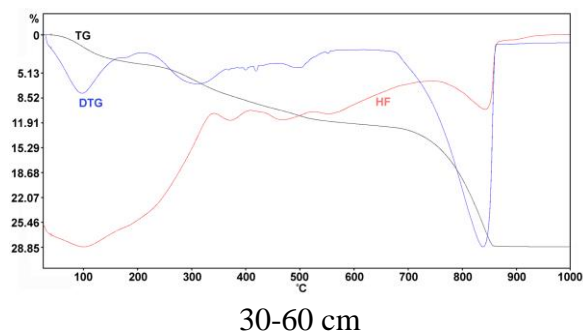
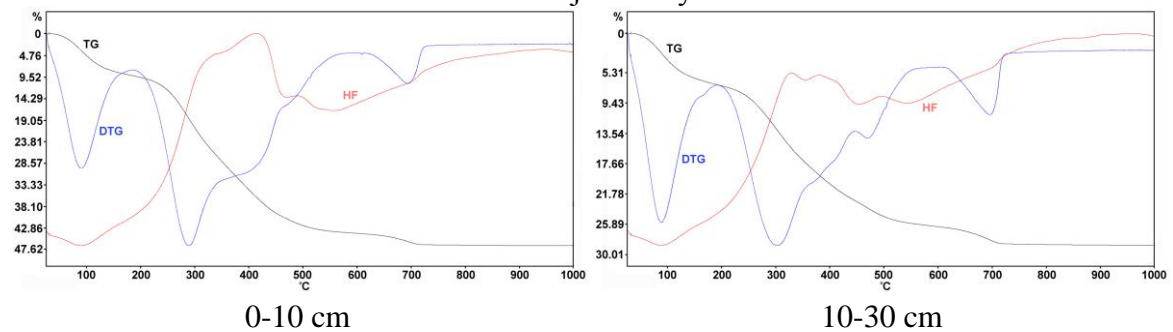
20-50 cm

Barna rendzina minták

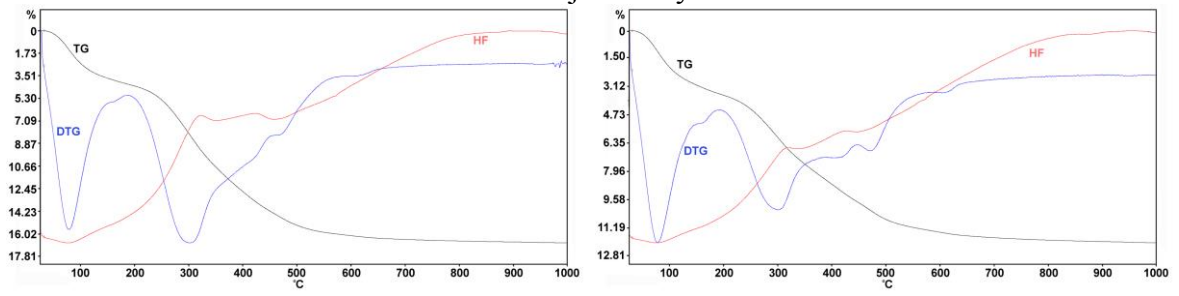
2. talajszelvény



5. talajszelvény

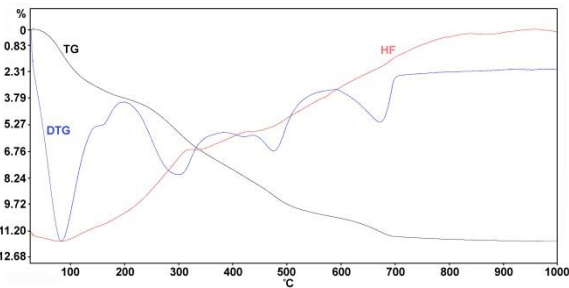


6. talajszelvény



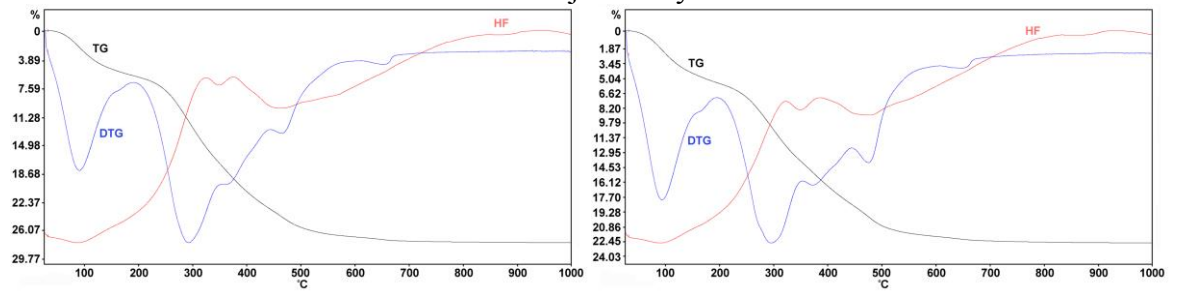
0-10 cm

10-25 cm



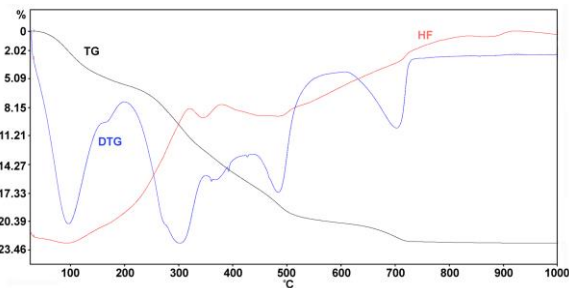
25-40 cm

7. talajszelvény



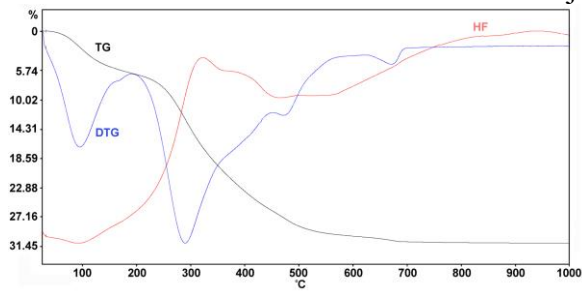
0-10 cm

10-20 cm

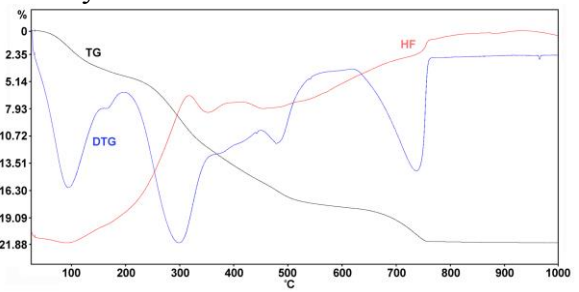


20-30 cm

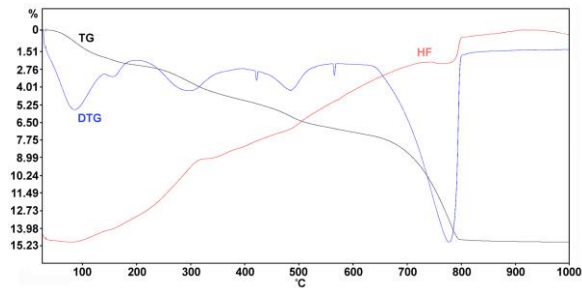
9. talajszelvény



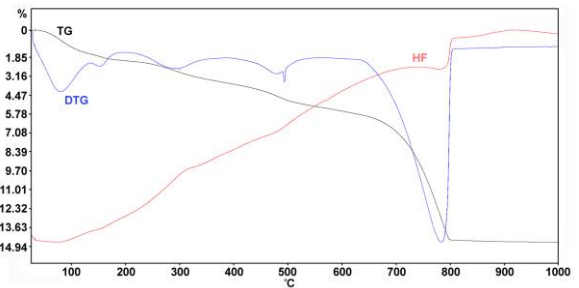
0-10 cm



10-30 cm

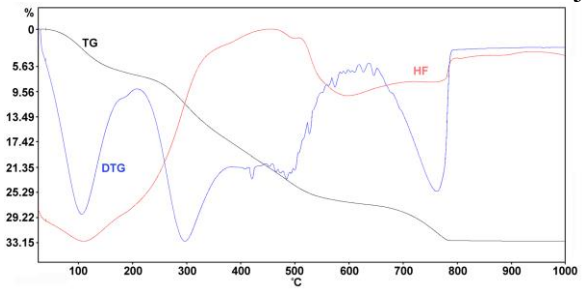


30-50 cm

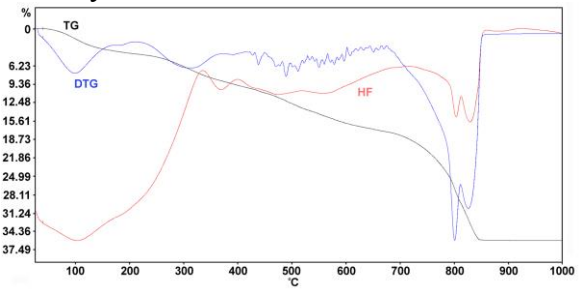


50-70 cm

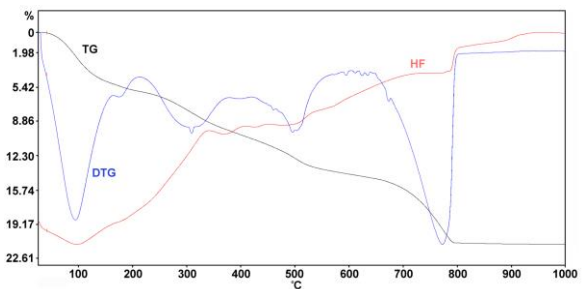
12. talajszelvény



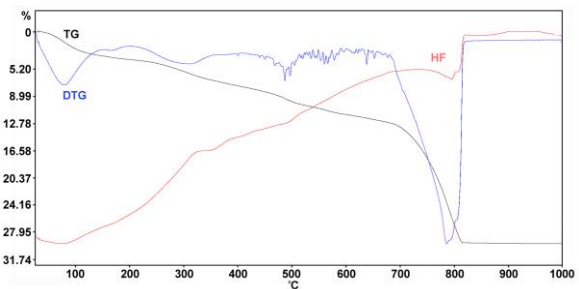
0-5 cm



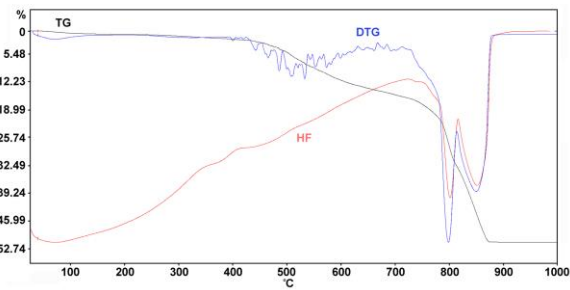
5-10 cm



10-20 cm

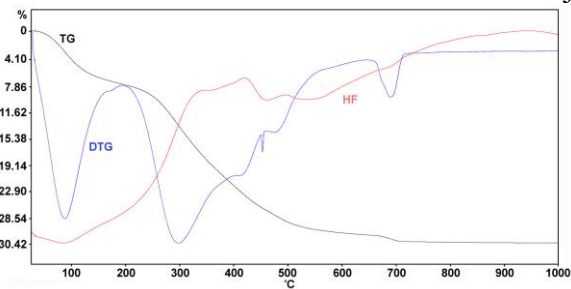


20-40 cm

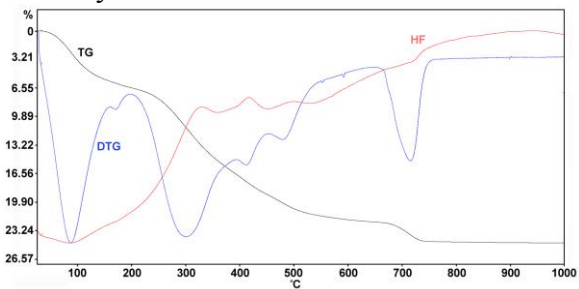


40-50 cm

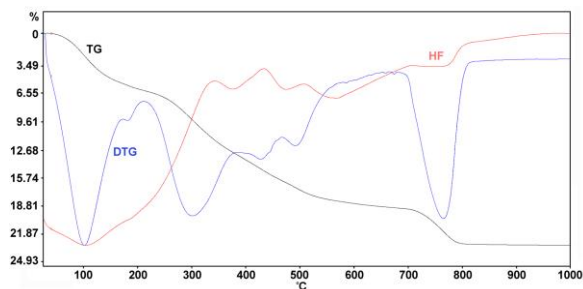
13. talajszelvény



0-10 cm



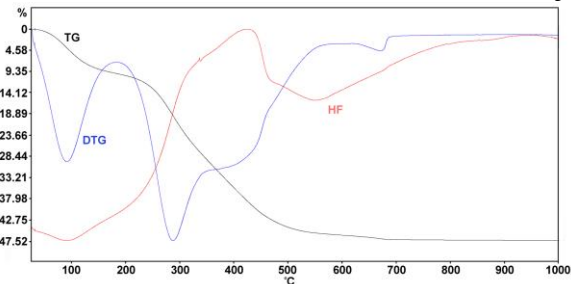
10-30 cm



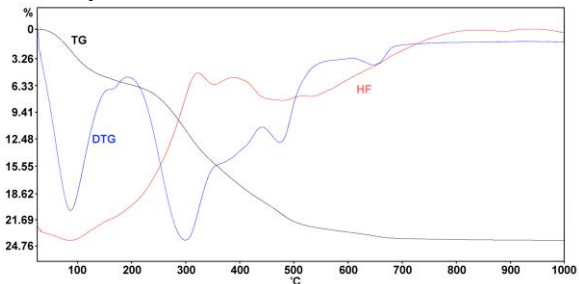
30-40 cm

Vörösgyagos rendzina minták

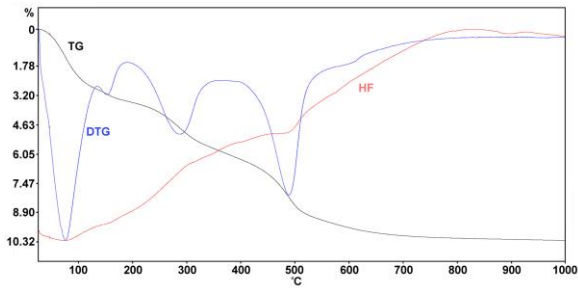
3. talajszelvény



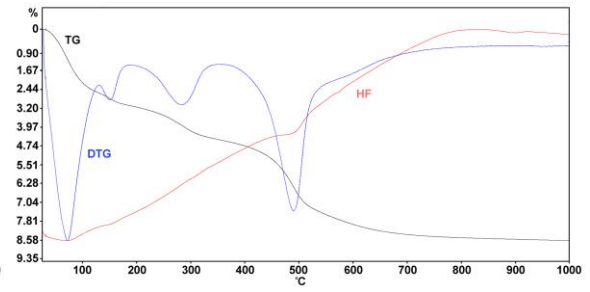
0-5 cm



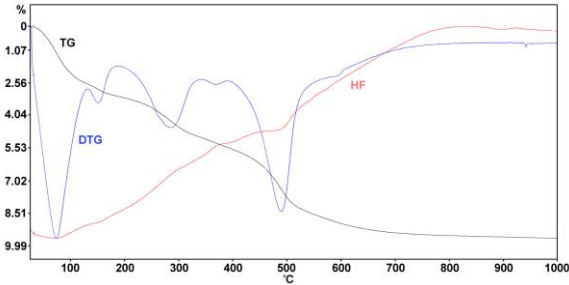
5-30 cm



30-65 cm

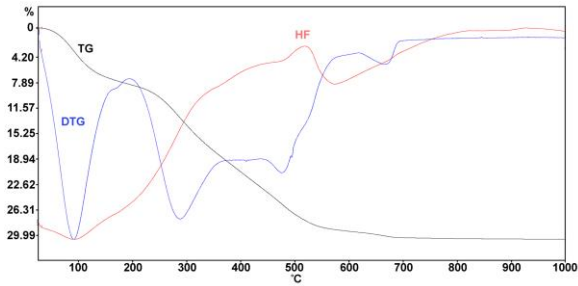


65-100 cm

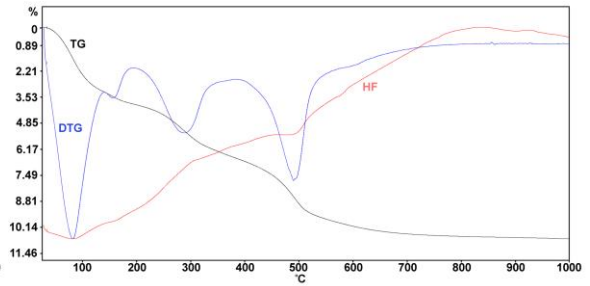


100-150 cm

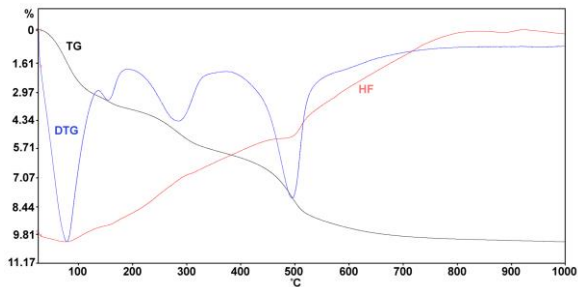
4. talajszelvény



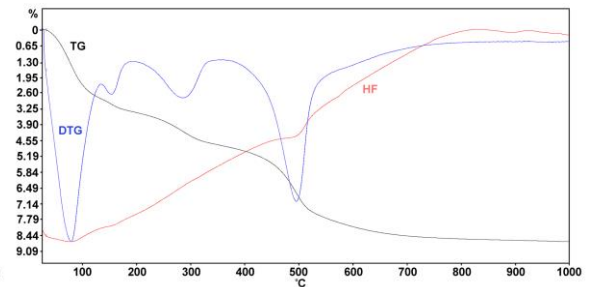
0-10 cm



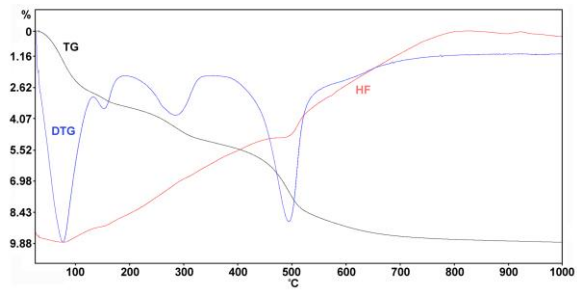
10-30 cm



30-70 cm



70-100 cm



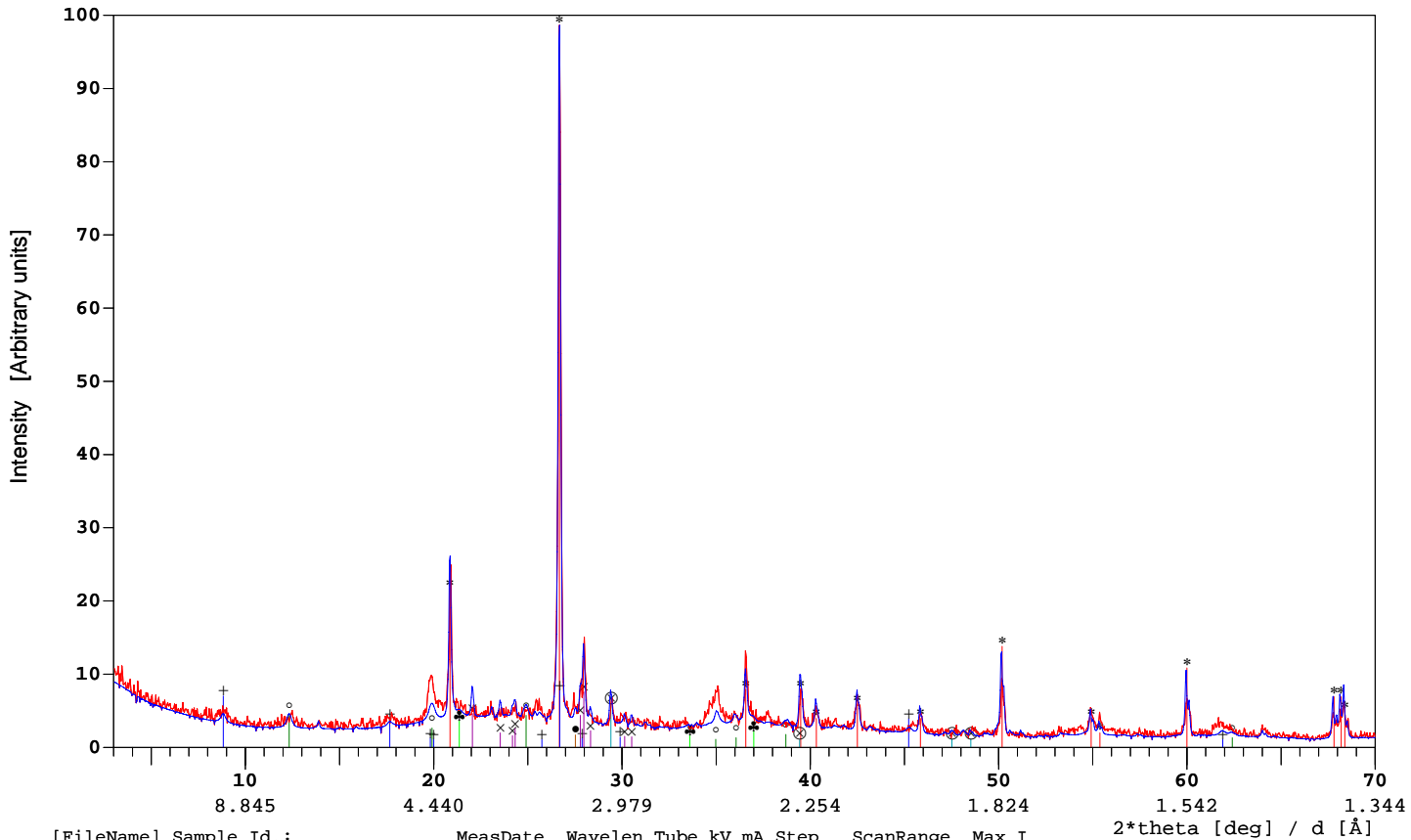
100-130 cm

5. Melléklet

Talajminták XRD felvételei

Minta sorszám	Talajszelvény - talajtípus	cm	Minta sorszám	Talajszelvény - talajtípus	cm
1465	1 FRE	0-5	115	7 BRE	0-10
1466	Fekete rendzina	5-20	116	Barna rendzina	10-20
1469	2 BRE	0-5	117		20-30
1470	Barna rendzina	5-15	118	8 FRE	0-10
1471		15-30	119	Fekete rendzina	10-20
1472	3 VARE	0-5	120	9 BRE	0-10
1473	Vörösgyagos rendzina	5-30	121	Barna rendzina	10-30
1474		30-65	122		30-50
1475		65-100	123		50-70
1476		100-150	124	10 FRE	0-10
104	4 VARE	0-10	125	Fekete rendzina	10-20
105	Vörösgyagos rendzina	10-30	126	11 FRE	0-20
106		30-70	127	Fekete rendzina	20-50
107		70-100	128	12 BRE	0-5
108		100-130	129	Barna rendzina	5-10
109	5 BRE	0-10	130		10-20
110	Barna rendzina	10-30	131		20-40
111		30-60	132		40-50
112	6 BRE	0-10	133	13 BRE	0-10
113	Barna rendzina	10-25	134	Barna rendzina	10-30
114		25-40	135		30-40

Az egyes talajminták és az XRD felvételeken található sorszámaik.



```
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
[ne_1465 ] 1465; 2.fekete rendzina 10-02-2012 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 1834
[ne_1465 ] 1465; 2.fekete rendzina 10-10-2012 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 1834
```

Reference patterns:

```
*33-1161 Quar Quartz SiO2
+26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
```

Reference patterns:

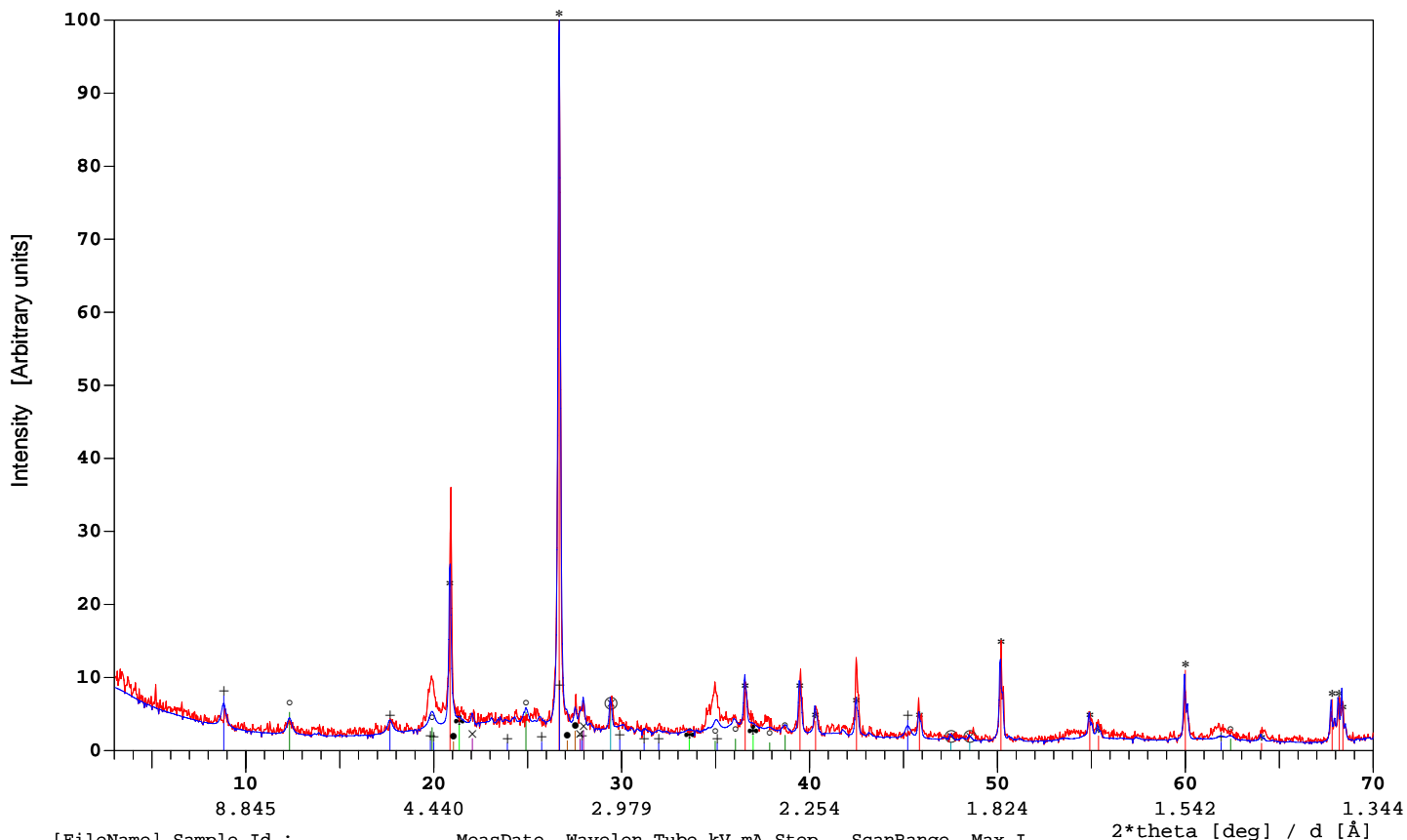
```
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
*Private AGot Alumo-Goethite (Fe,Al)O(OH)
```

[NE_1465] 1465; 2.fekete rendzina

	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Micr	Calc	AGot
Phase%	100.00	45.00	16.00	12.00	16.00	3.00	3.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	4.01							4.01
CaO%	1.68						1.68	
K ₂ O%	2.02		1.52			0.51		
SiO ₂ %	70.78	45.00	7.25	5.59	11.00	1.94		
Al ₂ O ₃ %	15.00		6.15	4.74	3.11	0.55		0.45
Na ₂ O%	1.89				1.89			
CO ₂ %	1.32						1.32	
H ₂ O%	3.29		1.09	1.67				0.53
LOI %	4.61	0.00	1.09	1.67	0.00	0.00	1.32	0.53
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.11	0.30	0.30	0.11	0.12	0.12	0.45
xSize	[nm]	>1000	52	52	>1000	987	987	29
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	48.4	70.9	179.7
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	0.92	3.23	1.20

Profile R = 0.16
 Chi square = 1.73
 Full Scale (obs) = 1834 counts
 Full Scale (calc) = 1834 counts
 2theta offset = 0.04 deg

+ egy csomó amorf (?szerves); 2.tsz. fekete rendzina, 0-5 cm, szitált



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_1466] 1466; 2.fekete rendzina 10-02-2012 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 1815
 [ne_1466] 1466; 2.fekete rendzina 10-10-2012 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 1815

Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz SiO2
 +26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
 x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 •19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8

Reference patterns:

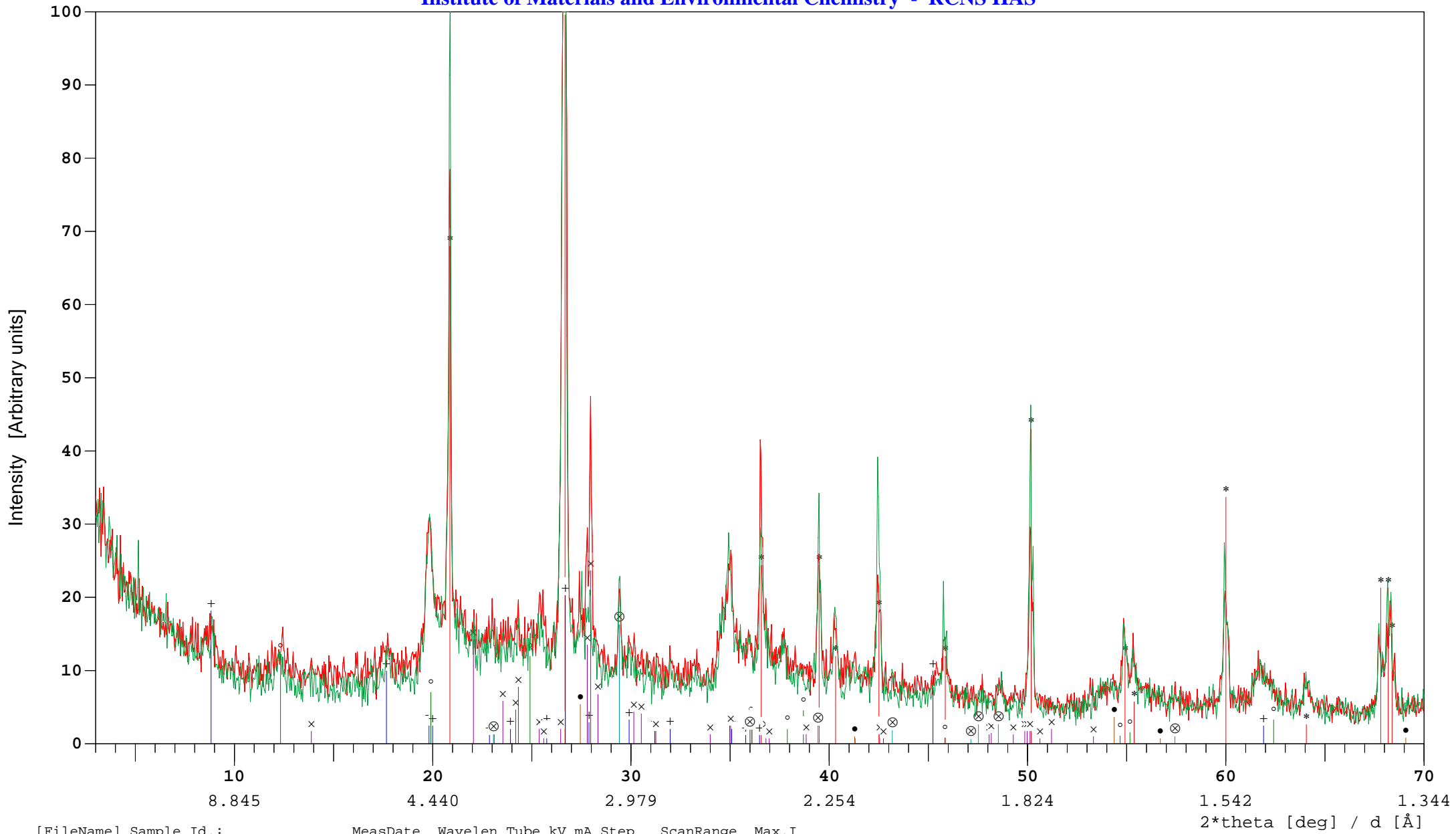
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 *Private AGot Alumo-Goethite (Fe,Al)O(OH)

[NE_1466] 1466; 2.fekete rendzina

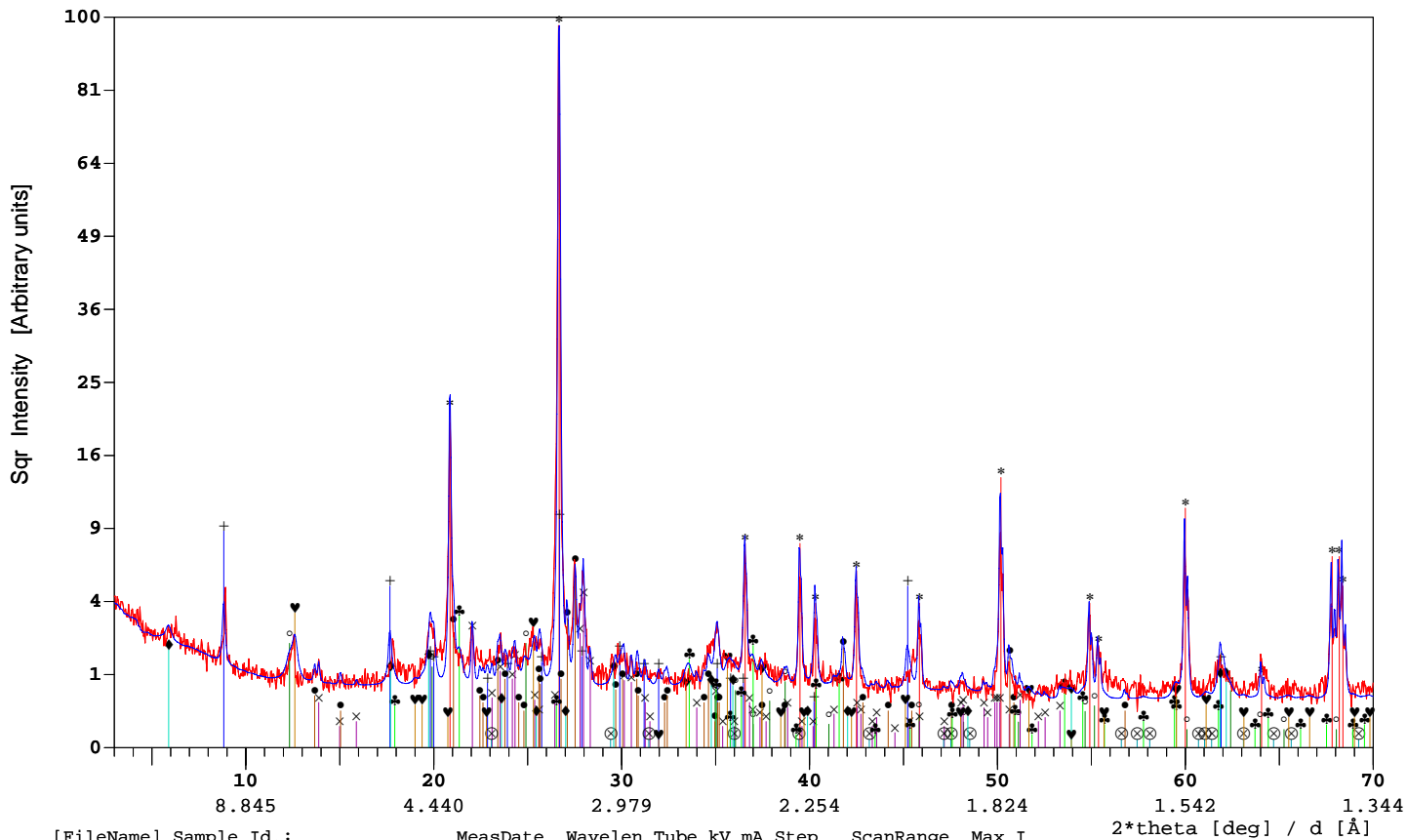
	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Micr	Calc	AGot
Phase%	100.00	48.00	18.00	15.00	6.00	5.00	3.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	4.01							4.01
CaO%	1.68						1.68	
K ₂ O%	2.55		1.70			0.85		
SiO ₂ %	70.50	48.00	8.15	6.98	4.12	3.24		
Al ₂ O ₃ %	15.38		6.92	5.92	1.17	0.92		0.45
Na ₂ O%	0.71				0.71			
CO ₂ %	1.32						1.32	
H ₂ O%	3.85		1.22	2.09				0.53
LOI %	5.17	0.00	1.22	2.09	0.00	0.00	1.32	0.53
Orient.	[r]	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.11	0.30	0.30	0.11	0.12	0.12	0.45
xSize	[nm]	>1000	52	52	>1000	987	987	29
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	48.4	70.9	179.7
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	0.92	3.23	1.20

Profile R = 0.17
 Chi square = 1.80
 Full Scale (obs) = 1815 counts
 Full Scale (calc) = 1815 counts
 2theta offset = 0.04 deg

+ egy csomó amorf (?szerves); 2.tsz. fekete rendzina, 5-20 cm, szitált



[FileName]	Sample Id.:	MeasDate	Wavelen	Tube	kV	mA	Step	ScanRange	Max.I					
[ne_1465]	1465;	2.fekete rendzina	10-02-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	1834	*Quar	Quartz	⊗Calc	Calcite - synt
[ne_1466]	1466;	2.fekete rendzina	10-02-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	1815	+Illi	Illite 2M1		
											oKaol	Kaolinite 1Md		
											xAlbi	Albite, low		
											•Ruti	Rutile (revise)		



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_1469] 1469;4.tsz;barna rendzina 10-09-2012 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 4371
 [ne_1469] 1469;4.tsz;barna rendzina 10-10-2012 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 4371

Reference patterns:

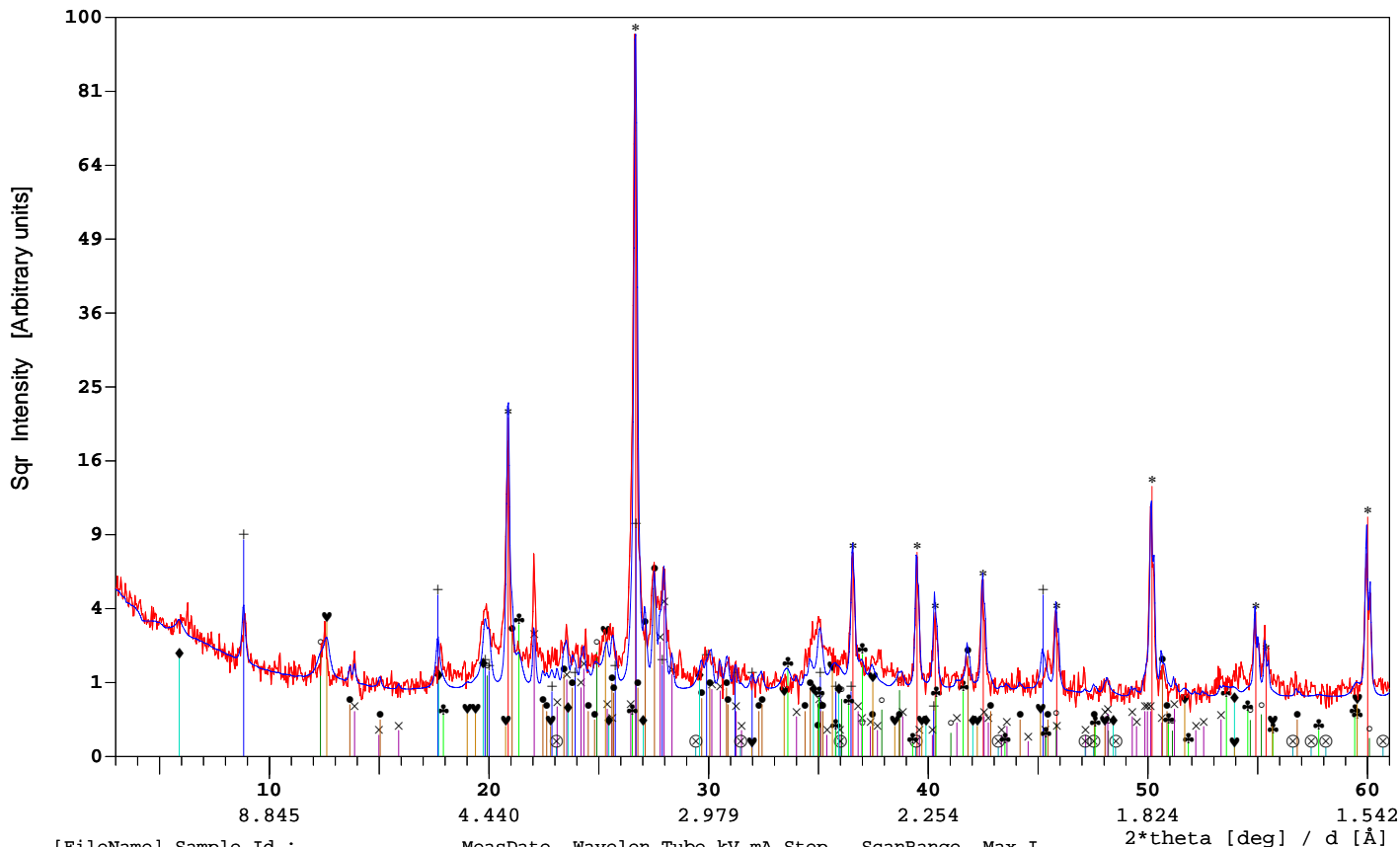
*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	*81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
+26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	⊗Private AGot Alumo-Goethite (Fe,Al)O(OH)	
⊙29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si205(OH)4]	♦13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si	
×20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8	♥07-0315 ChmA Chamosite (Berthierine) r Fe1.7Mg.2Al.8 (
●19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8		

[NE_1469] 1469;4.tsz;barna rendzina

	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Micr	Calc	AGot	MntA	ChmA
Phase%	100.00	40.00	18.00	5.00	8.00	10.00	0.00	4.00	5.00	10.00
Fe ₂ O ₃ %	7.41							3.21		4.20
CaO%	0.17								0.17	
K ₂ O%	3.40		1.70			1.69				
SiO ₂ %	67.68	40.00	8.15	2.33	5.50	6.48		2.99	2.23	
Al ₂ O ₃ %	16.35		6.92	1.97	1.56	1.83	0.36	1.19	2.52	
MgO%	0.37							0.19	0.19	
Na ₂ O%	0.95				0.95					
H ₂ O%	3.93		1.22	0.70				0.43	0.47	1.11
LOI %	3.68	0.00	1.22	0.70	0.00	0.00	0.00	0.43	0.47	0.87
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00		
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.10	0.16	0.40	0.11	0.12	0.12	0.35	0.35	0.30
xSize	[nm]	>1000	197	34	>1000	987	987	41	41	52
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	48.4	70.9	179.7	34.1	108.8
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	0.92	3.23	1.20	0.53	0.50

Profile R = 0.21
 Chi square = 2.40
 Full Scale (obs) = 4371 counts
 Full Scale (calc) = 4371 counts
 2theta offset = 0.0 deg

4. szelvény, barna rendzina, 0-5 cm; kevés amorf (szerves)!



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_1470] 1470;4.tsz;barna rendzina 10-10-2012 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-61.1 3406
 [ne_1470] 1470;4.tsz;barna rendzina 10-10-2012 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-61.1 3406

Reference patterns:

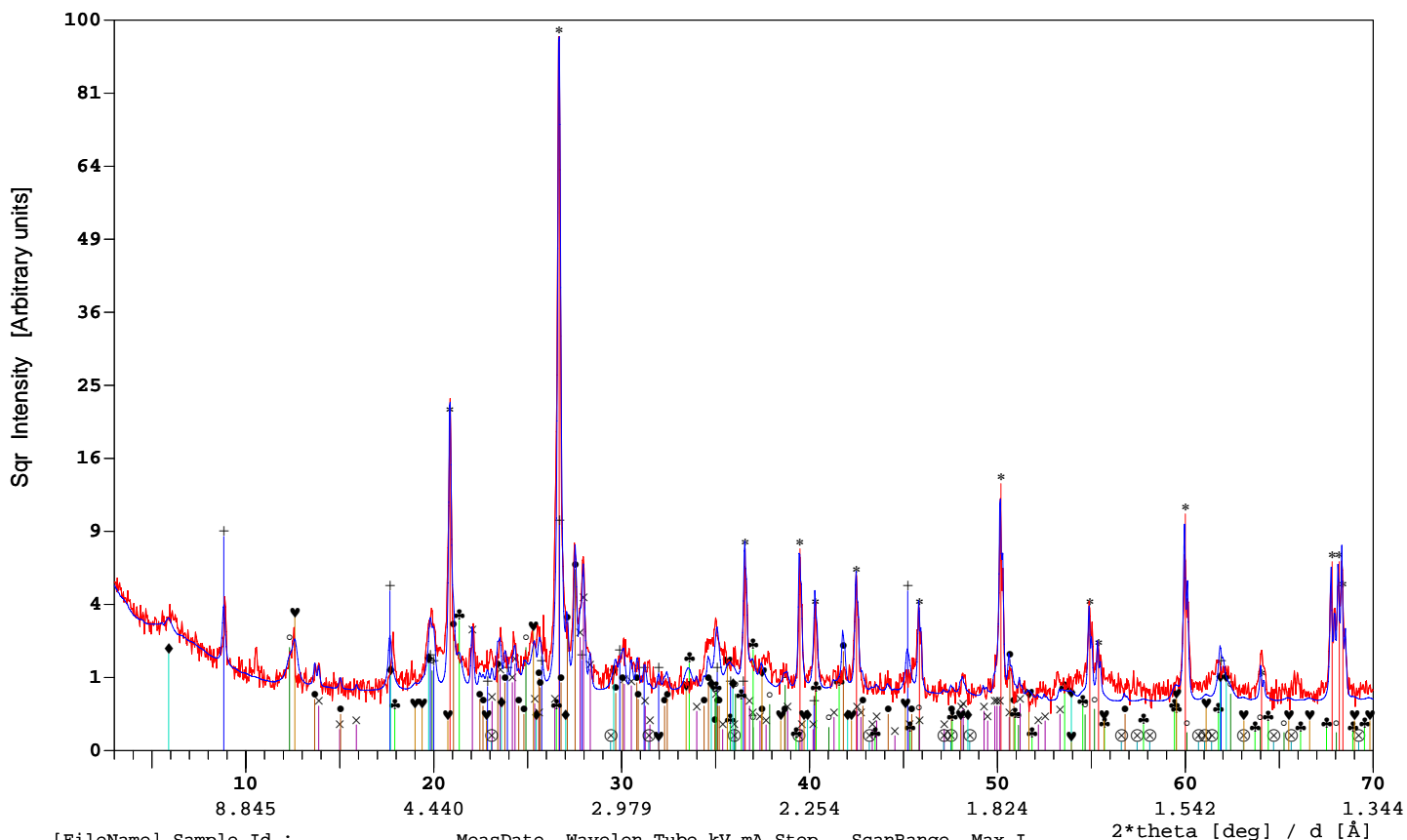
*33-1161 Quar Quartz	SiO2	81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3
+26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	Private AGot Alumo-Goethite	(Fe,Al)O(OH)
29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]	13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si
20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8	07-0315 ChmA Chamosite (Berthierine) r	Fel.7Mg.2Al.8 (
19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8		

[NE_1470] 1470;4.tsz;barna rendzina

	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Micr	Calc	AGot	MntA	ChmA
Phase%	100.00	40.00	18.00	5.00	8.00	10.00	0.00	4.00	5.00	10.00
Fe ₂ O ₃ %	7.41							3.21		4.20
CaO%	0.17								0.17	
K ₂ O%	3.40		1.70			1.69				
SiO ₂ %	67.68	40.00	8.15	2.33	5.50	6.48		2.99	2.23	
Al ₂ O ₃ %	16.35		6.92	1.97	1.56	1.83	0.36	1.19	2.52	
MgO%	0.37							0.19	0.19	
Na ₂ O%	0.95				0.95					
H ₂ O%	3.93		1.22	0.70				0.43	0.47	1.11
LOI %	3.68	0.00	1.22	0.70	0.00	0.00	0.00	0.43	0.47	0.87
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00		
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.10	0.16	0.40	0.11	0.12	0.12	0.35	0.35	0.30
xSize	[nm]	>1000	197	34	>1000	987	987	41	41	52
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	48.4	70.9	179.7	34.1	108.8
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	0.92	3.23	1.20	0.53	0.50

Profile R = 0.23
 Chi square = 2.59
 Full Scale (obs) = 3406 counts
 Full Scale (calc) = 3406 counts
 2theta offset = -0.04 deg

4. szelvény, barna rendzina, 5-15 cm



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_1471] 1471;4.tsz;barna rendzina 10-10-2012 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 3677
 [ne_1471] 1471;4.tsz;barna rendzina 10-10-2012 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 3677

Reference patterns:

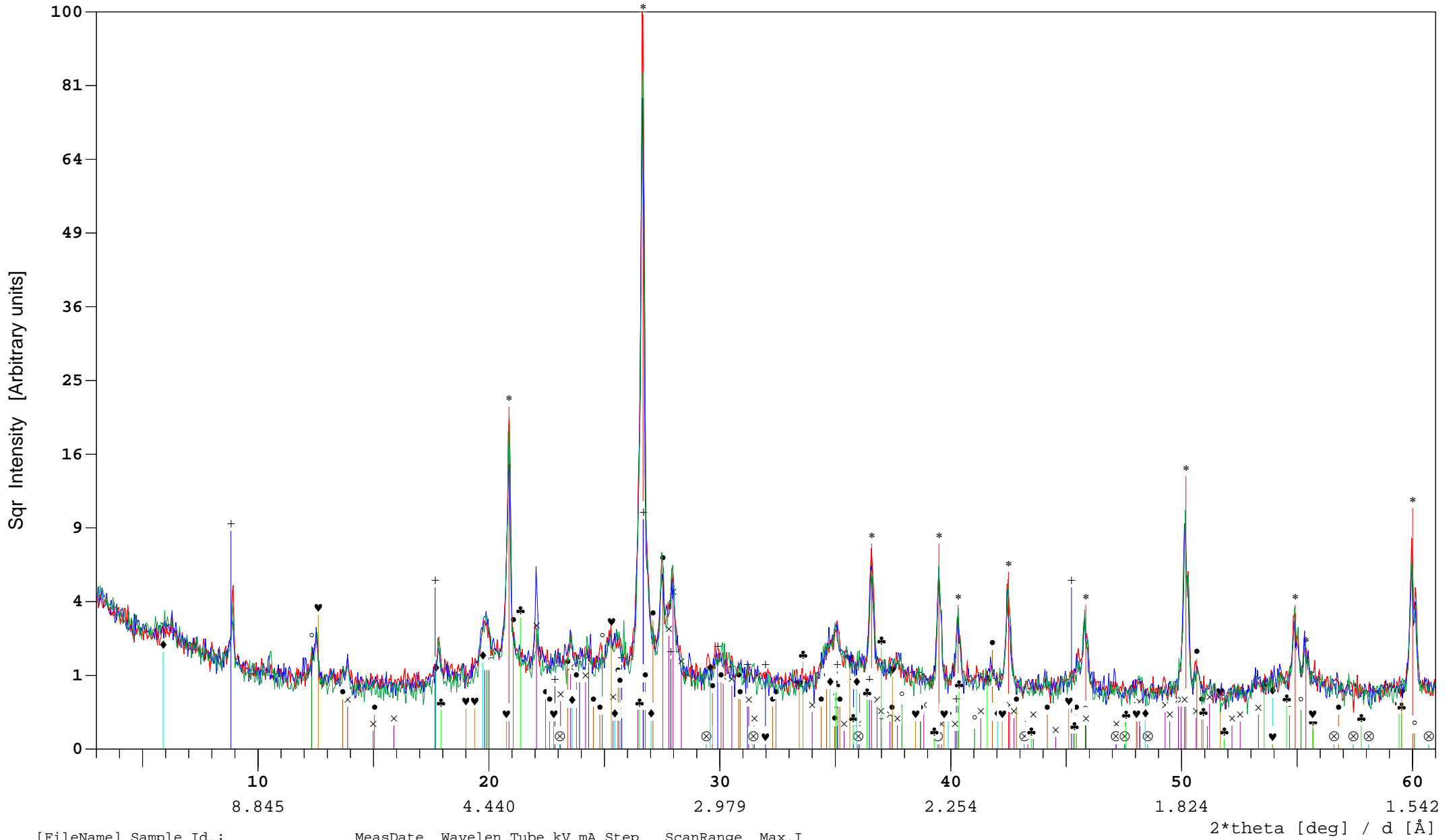
*33-1161 Quar Quartz	SiO2	81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3
+26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	Private AGot Alumo-Goethite	(Fe,Al)O(OH)
29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si205(OH)4]	13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si
20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8	07-0315 ChmA Chamosite (Berthierine) r	Fel.7Mg.2Al.8 (
19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8		

[NE_1471] 1471;4.tsz;barna rendzina

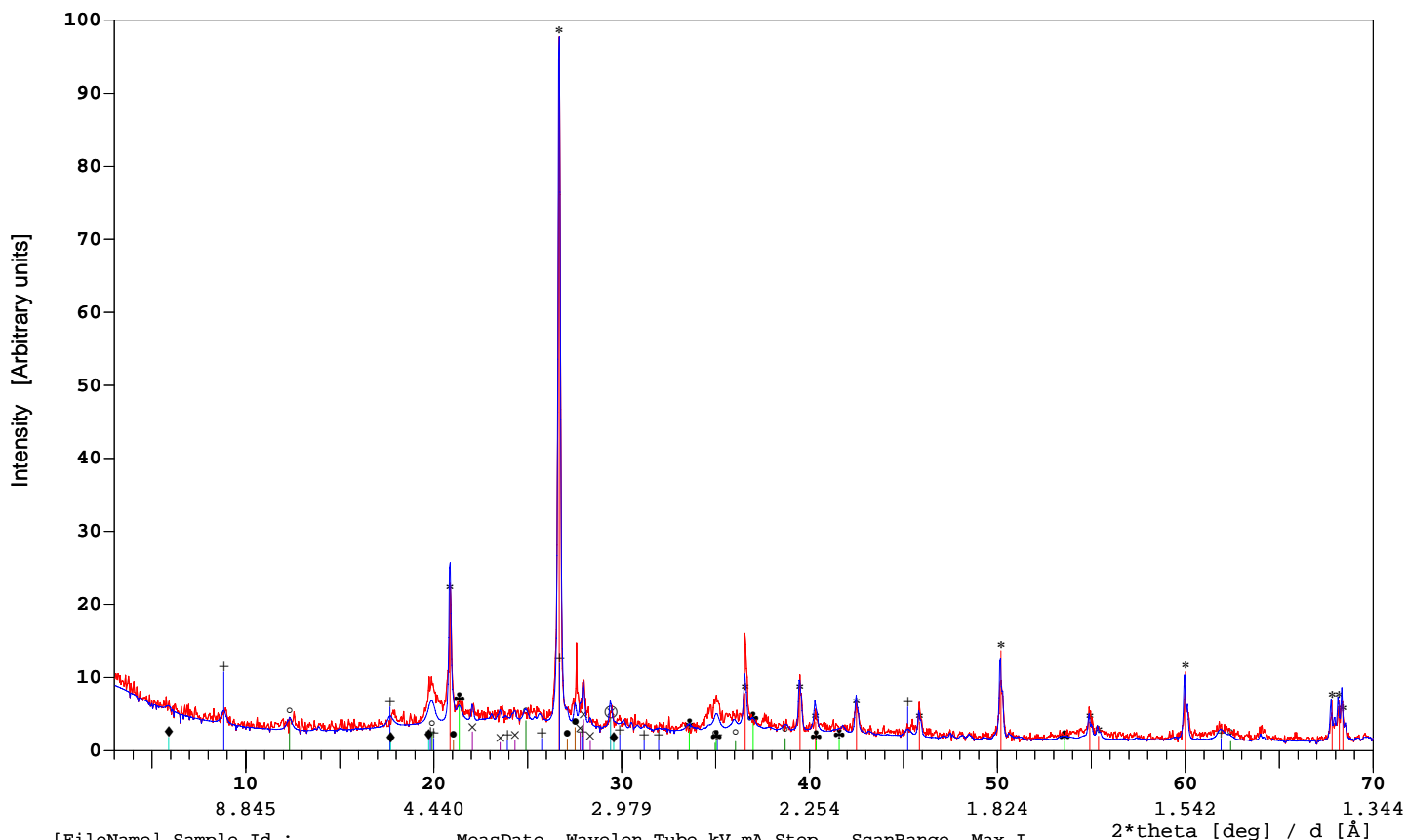
	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Micr	Calc	AGot	MntA	ChmA
Phase%	100.00	40.00	18.00	5.00	8.00	10.00	0.00	4.00	5.00	10.00
Fe ₂ O ₃ %	7.41							3.21		4.20
CaO%	0.17								0.17	
K ₂ O%	3.40		1.70			1.69				
SiO ₂ %	67.68	40.00	8.15	2.33	5.50	6.48		2.99	2.23	
Al ₂ O ₃ %	16.35		6.92	1.97	1.56	1.83	0.36	1.19	2.52	
MgO%	0.37							0.19	0.19	
Na ₂ O%	0.95				0.95					
H ₂ O%	3.93		1.22	0.70				0.43	0.47	1.11
LOI %	3.68	0.00	1.22	0.70	0.00	0.00	0.00	0.43	0.47	0.87
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	1.00	1.00		
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.10	0.16	0.40	0.11	0.12	0.12	0.35	0.35	0.30
xSize	[nm]	>1000	197	34	>1000	987	987	41	41	52
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	48.4	70.9	179.7	34.1	108.8
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	0.92	3.23	1.20	0.53	0.50

Profile R = 0.26
 Chi square = 2.83
 Full Scale (obs) = 3677 counts
 Full Scale (calc) = 3677 counts
 2theta offset = 0.0 deg

4. szelvény, barna rendzina, 15-30 cm



[FileName]	Sample Id.:	MeasDate	Wavelen	Tube kV	mA	Step	ScanRange	Max.I					
[ne_1469]	1469;4.tsz;barna rendzina	10-09-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	4371	*Quar	Quartz	⊗Calc	Calcite - synt
[ne_1470]	1470;4.tsz;barna rendzina	10-10-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-61.1	3406	+Illi	Illite 2M1	•AGot	Alumo-Goethite
[ne_1471]	1471;4.tsz;barna rendzina	10-10-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	3677	◊Kaol	Kaolinite 1Md	◆MntA	Montmorillonit
										×Albi	Albite, low	♥ChmA	Chamosite (Ber
										•Micr	Microcline		



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_1472] 1472;5.vörösagyagos rendz 10-08-2012 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 1794
 [ne_1472] 1472;5.vörösagyagos rendz 10-10-2012 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 1794

Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3
+26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	Private AGot Alumo-Goethite	(Fe,Al)O(OH)	
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si205(OH)4]	13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si	
x20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8			
•19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8			

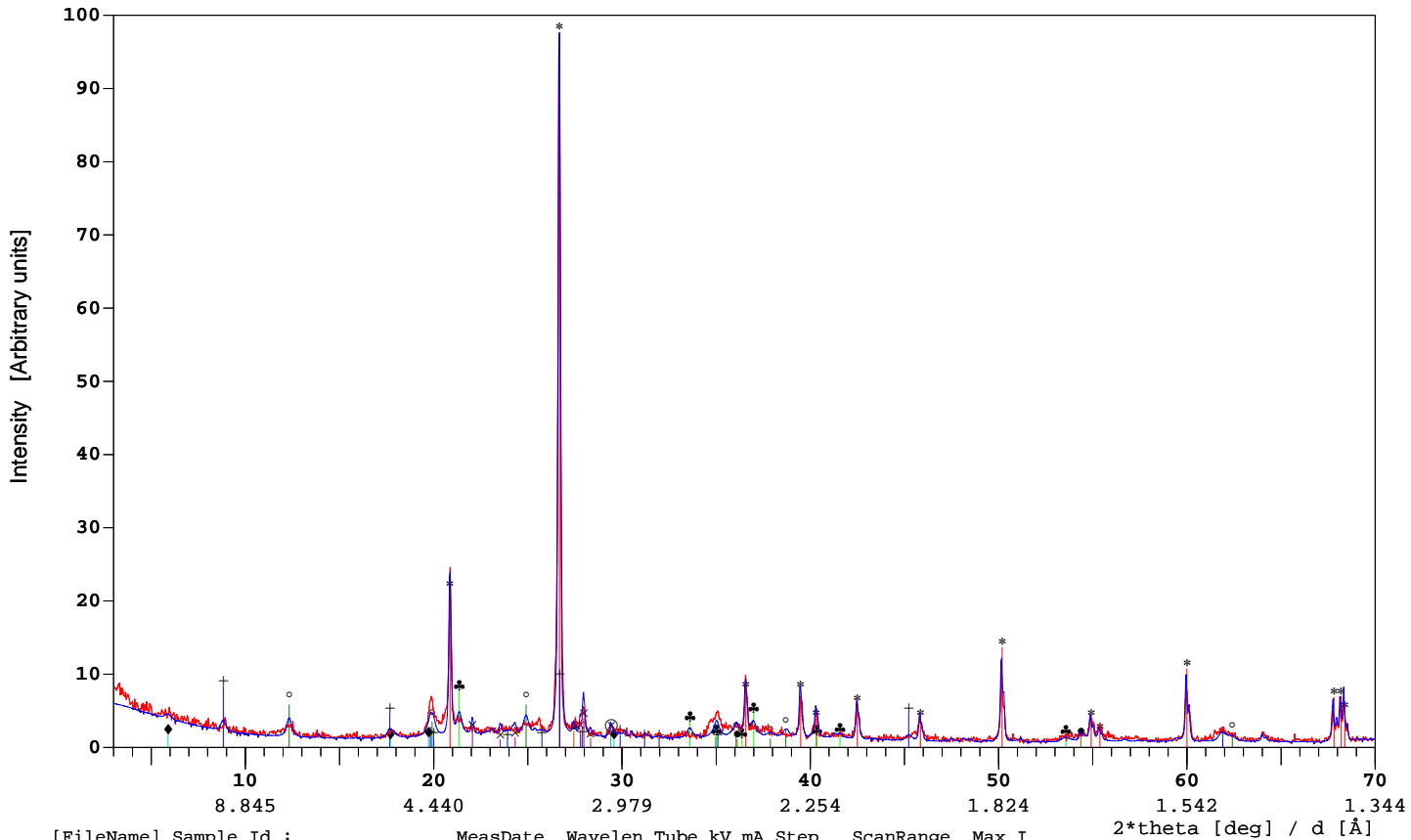
[NE_1472] 1472;5.vörösagyagos rendz

	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Micr	Calc	AGot	MntA
Phase%	100.00	40.00	22.00	10.00	8.00	5.00	2.00	8.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	6.42							6.42	
CaO%	1.29						1.12		0.17
K ₂ O%	2.93		2.08			0.85			
SiO ₂ %	66.35	40.00	9.97	4.65	5.50	3.24			2.99
Al ₂ O ₃ %	16.79		8.46	3.95	1.56	0.92		0.72	1.19
MgO%	0.19								0.19
Na ₂ O%	0.95				0.95				
CO ₂ %	0.88						0.88		
H ₂ O%	4.21		1.49	1.40				0.85	0.47
LOI %	5.09	0.00	1.49	1.40	0.00	0.00	0.88	0.85	0.47
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.11	0.30	0.30	0.11	0.12	0.12	0.35	0.35
xSize	[nm]	>1000	52	52	>1000	987	987	41	41
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	48.4	70.9	179.7	34.1
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	0.92	3.23	1.20	0.53

Profile R = 0.15
 Chi square = 1.67
 Full Scale (obs) = 1794 counts
 Full Scale (calc) = 1794 counts
 2theta offset = 0.04 deg

5. szelvény, vörösagyagos rendzina, 0-5 cm; sok amorf (szerves)

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_1473 ] 1473;5.vörösagyagos rendz 10-03-2012 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0  2498
[ne_1473 ] 1473;5.vörösagyagos rendz 10-06-2012 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  2498
```

Reference patterns:

```
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
*26-0911 Illi Illite 2M1      (K,H3O)Al2Si3Al
*29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low     NaAlSi3O8
•21-1276 Ruti Rutile (revised) TiO2

Reference patterns:
x81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
•Private AGot Alumo-Goethite      (Fe,Al)O(OH)
♦13-0135 MntA Montmorillonite     (Ca,Mg)0.6Al2Si
```

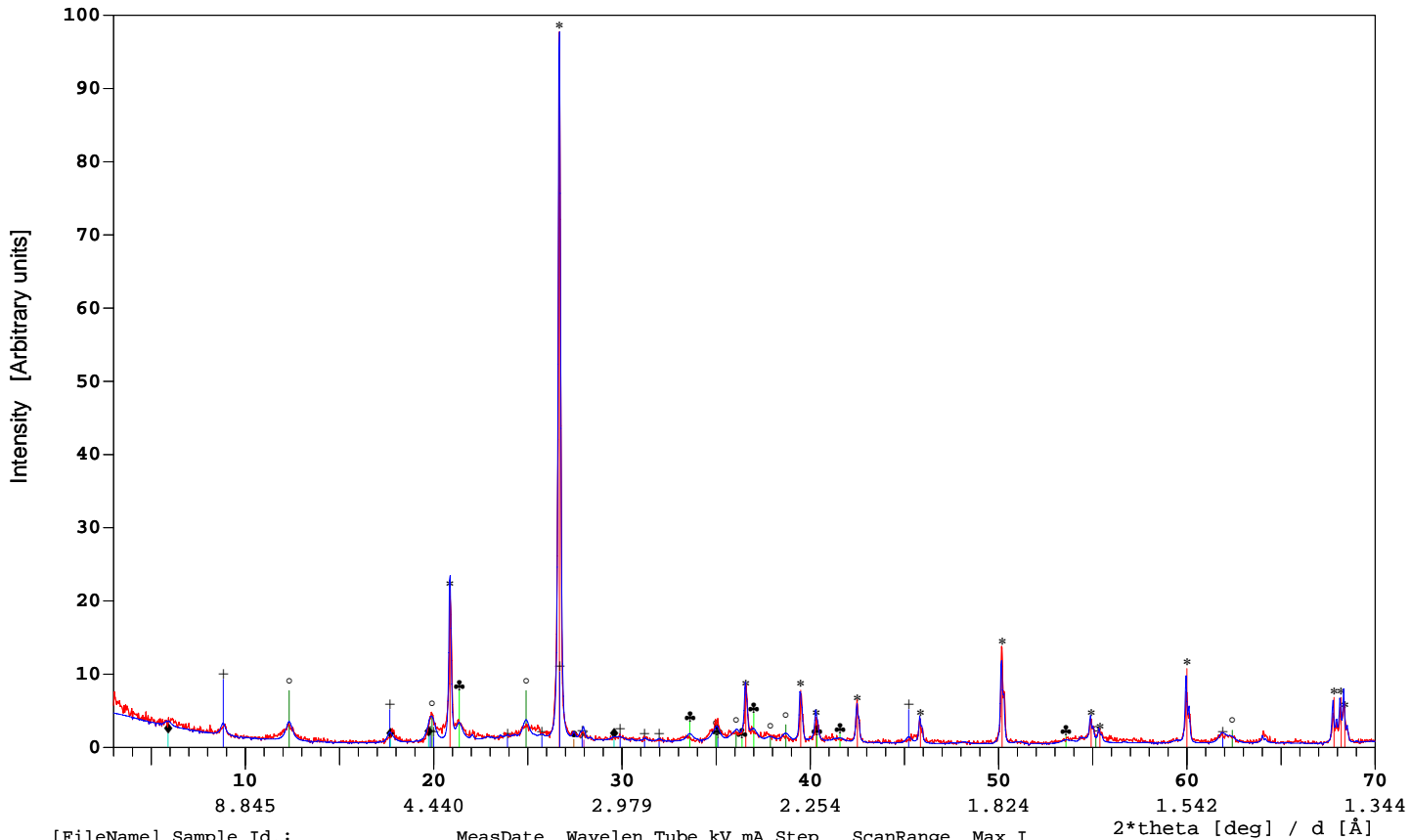
[NE_1473] 1473;5.vörösagyagos rendz

	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Ruti	Calc	AGot	MntA
Phase%	100.00	42.00	18.00	15.00	8.00	1.00	1.00	10.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	8.03							8.03	
TiO ₂ %	1.00					1.00			
CaO%	0.73						0.56		0.17
K ₂ O%	1.70		1.70						
SiO ₂ %	65.63	42.00	8.15	6.98	5.50				2.99
Al ₂ O ₃ %	16.49		6.92	5.92	1.56			0.90	1.19
MgO%	0.19								0.19
Na ₂ O%	0.95				0.95				
CO ₂ %	0.44						0.44		
H ₂ O%	4.85		1.22	2.09				1.07	0.47
LOI %	5.29	0.00	1.22	2.09	0.00	0.00	0.44	1.07	0.47
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.11	0.30	0.30	0.11	0.12	0.12	0.30	0.35
xSize	[nm]	>1000	52	52	>1000	987	987	52	41
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	129.3	70.9	179.7	34.1
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	3.40	3.23	1.20	0.53

Profile R = 0.17
 Chi square = 1.76
 Full Scale (obs) = 2498 counts
 Full Scale (calc) = 2498 counts
 2theta offset = 0.04 deg

5. szelvény, vörösagyagos rendzina, 5-30 cm

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_1474 ] 1474;5.vörösgyagos rendz 10-05-2012 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0  3389
[ne_1474 ] 1474;5.vörösgyagos rendz 10-06-2012 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  3389
```

Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3
+26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	Private AGot Alumo-Goethite		(Fe,Al)O(OH)
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]	13-0135 MntA Montmorillonite		(Ca,Mg)0.6Al2Si
x20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8			
•21-1276 Ruti Rutile (revised)	TiO2			

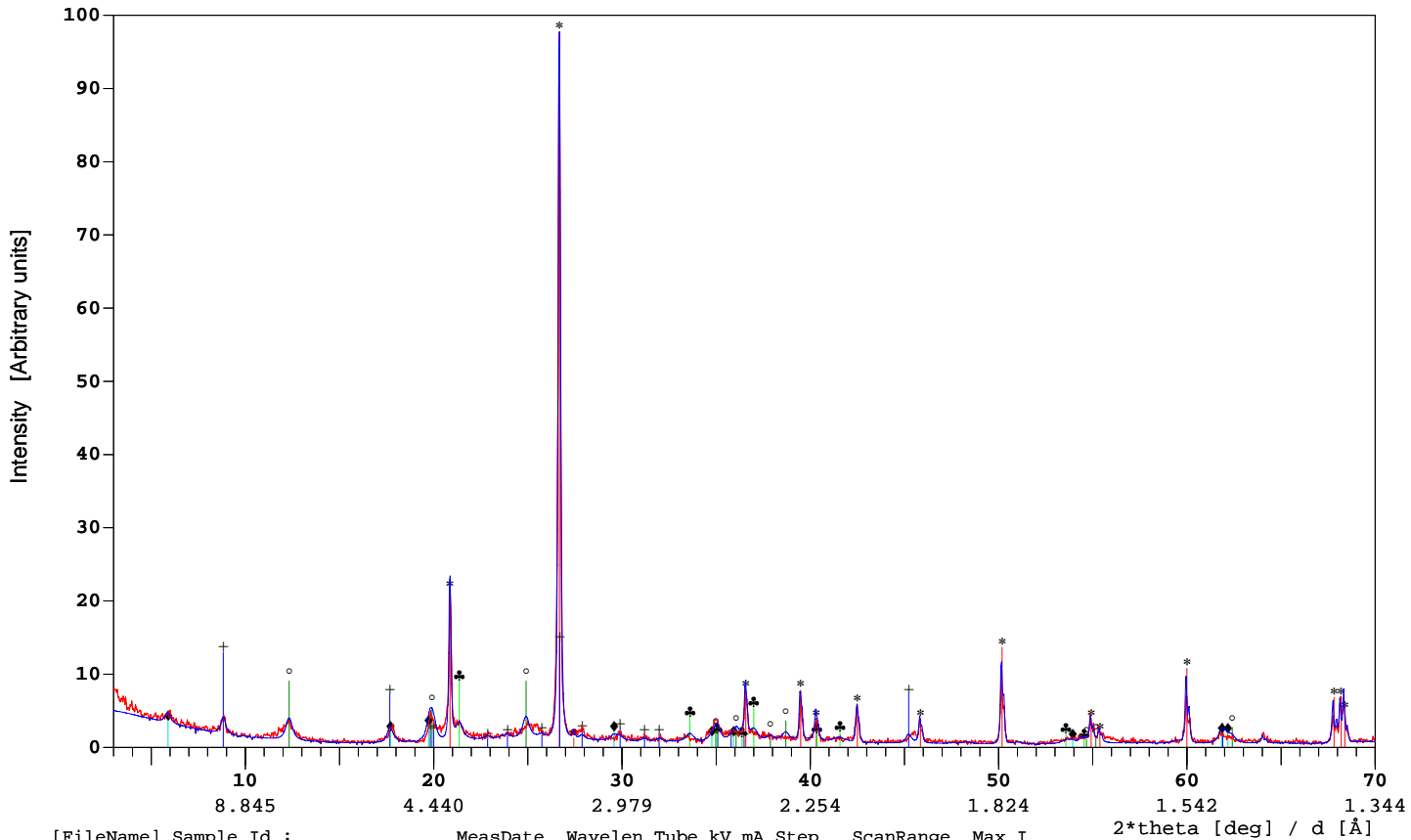
[NE_1474] 1474;5.vörösgyagos rendz

	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Ruti	Calc	AGot	MntA
Phase%	100.00	42.00	20.00	20.00	2.00	0.50	0.00	10.00	5.50
Fe ₂ O ₃ %	8.03							8.03	
TiO ₂ %	0.50					0.50			
CaO%	0.19								0.19
K ₂ O%	1.89		1.89						
SiO ₂ %	65.03	42.00	9.06	9.31	1.37				3.29
Al ₂ O ₃ %	18.18		7.69	7.90	0.39			0.90	1.30
MgO%	0.21								0.21
Na ₂ O%	0.24				0.24				
H ₂ O%	5.73		1.36	2.79				1.07	0.51
LOI %	5.73	0.00	1.36	2.79	0.00	0.00	0.00	1.07	0.51
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.11	0.30	0.40	0.11	0.12	0.12	0.40	0.35
xSize	[nm]	>1000	52	34	>1000	987	987	34	41
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	129.3	70.9	179.7	34.1
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	3.40	3.23	1.20	0.53

Profile R = 0.17
 Chi square = 1.80
 Full Scale (obs) = 3389 counts
 Full Scale (calc) = 3389 counts
 2theta offset = 0.0 deg

5. szelvény, vörösgyagos rendzina, 30-65 cm

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_1475 ] 1475;5.vörösagyagos rendz 10-03-2012 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0  3180
[ne_1475 ] 1475;5.vörösagyagos rendz 10-06-2012 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  3180
```

Reference patterns:

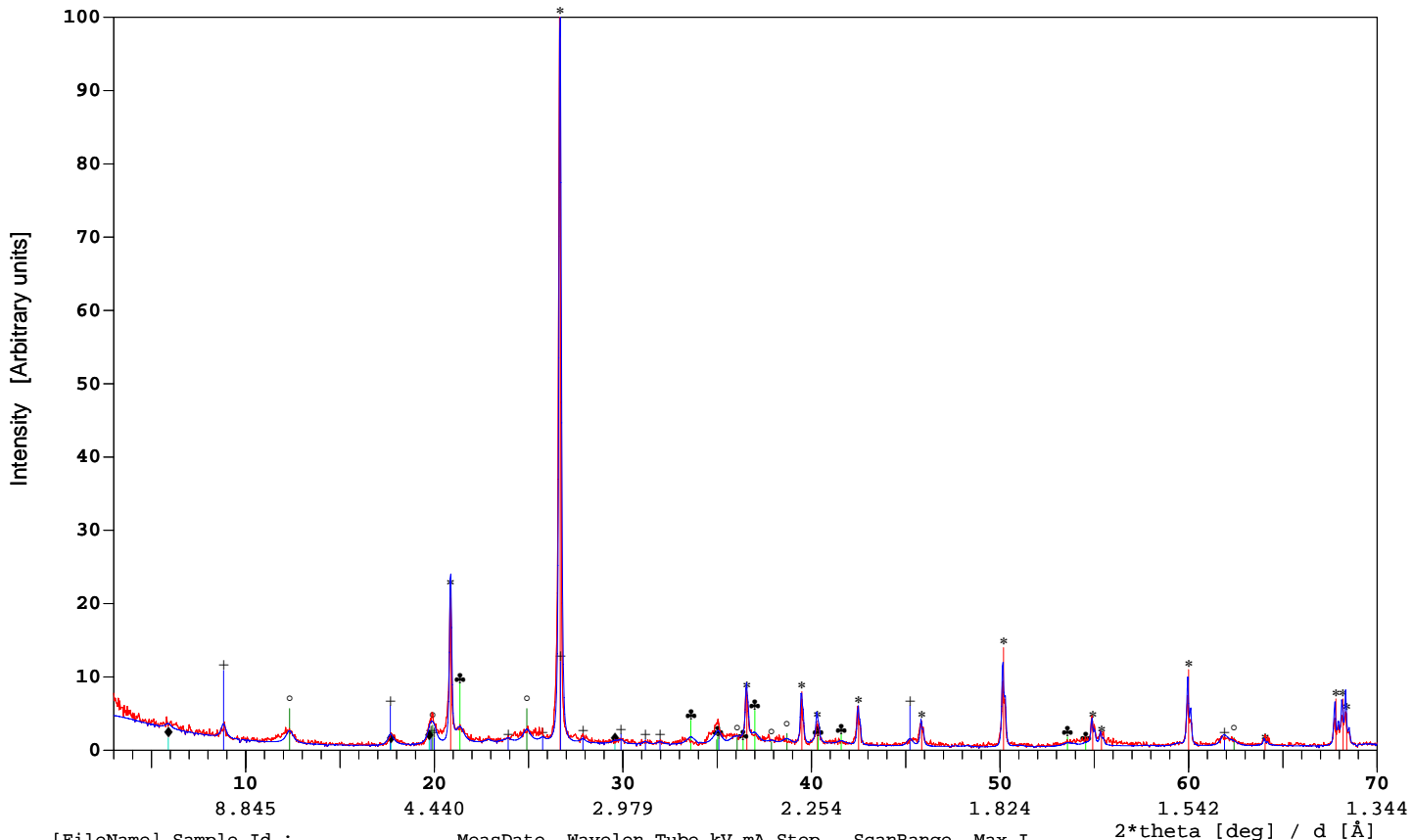
*33-1161	Quar	Quartz	SiO2	*81-2027	Calc	Calcite - synt (revised)	CaCO3
+26-0911	Illi	Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	Private	AGot	Alumo-Goethite	(Fe,Al)O(OH)
o29-1488	Kaol	Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si205(OH)4]	◆13-0135	MntA	Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si
x20-0554	Albi	Albite, low	NaAlSi3O8				
●21-1276	Ruti	Rutile (revised)	TiO2				

[NE_1475] 1475;5.vörösagyagos rendz

	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Ruti	Calc	AGot	MntA
Phase%	99.50	36.00	24.00	20.00	0.00	0.50	0.00	10.00	9.00
Fe ₂ O ₃ %	8.03							8.03	
TiO ₂ %	0.50					0.50			
CaO%	0.31								0.31
K ₂ O%	2.27		2.27						
SiO ₂ %	61.56	36.00	10.87	9.31					5.38
Al ₂ O ₃ %	20.16		9.23	7.90				0.90	2.13
MgO%	0.34								0.34
H ₂ O%	6.32		1.63	2.79				1.07	0.84
LOI %	6.32	0.00	1.63	2.79	0.00	0.00	0.00	1.07	0.84
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.11	0.30	0.40	0.11	0.12	0.12	0.45	0.35
xSize	[nm]	>1000	52	34	>1000	987	987	29	41
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	129.3	70.9	179.7	34.1
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	3.40	3.23	1.20	0.53

Profile R = 0.18
 Chi square = 1.92
 Full Scale (obs) = 3180 counts
 Full Scale (calc) = 3180 counts
 2theta offset = 0.0 deg

5. szelvény, vörösagyagos rendzina, 65-100 cm



```
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
[ne_1476 ] 1476;5.vörösagyagos rendz 10-08-2012 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 3347
[ne_1476 ] 1476;5.vörösagyagos rendz 10-10-2012 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 3347
```

Reference patterns:

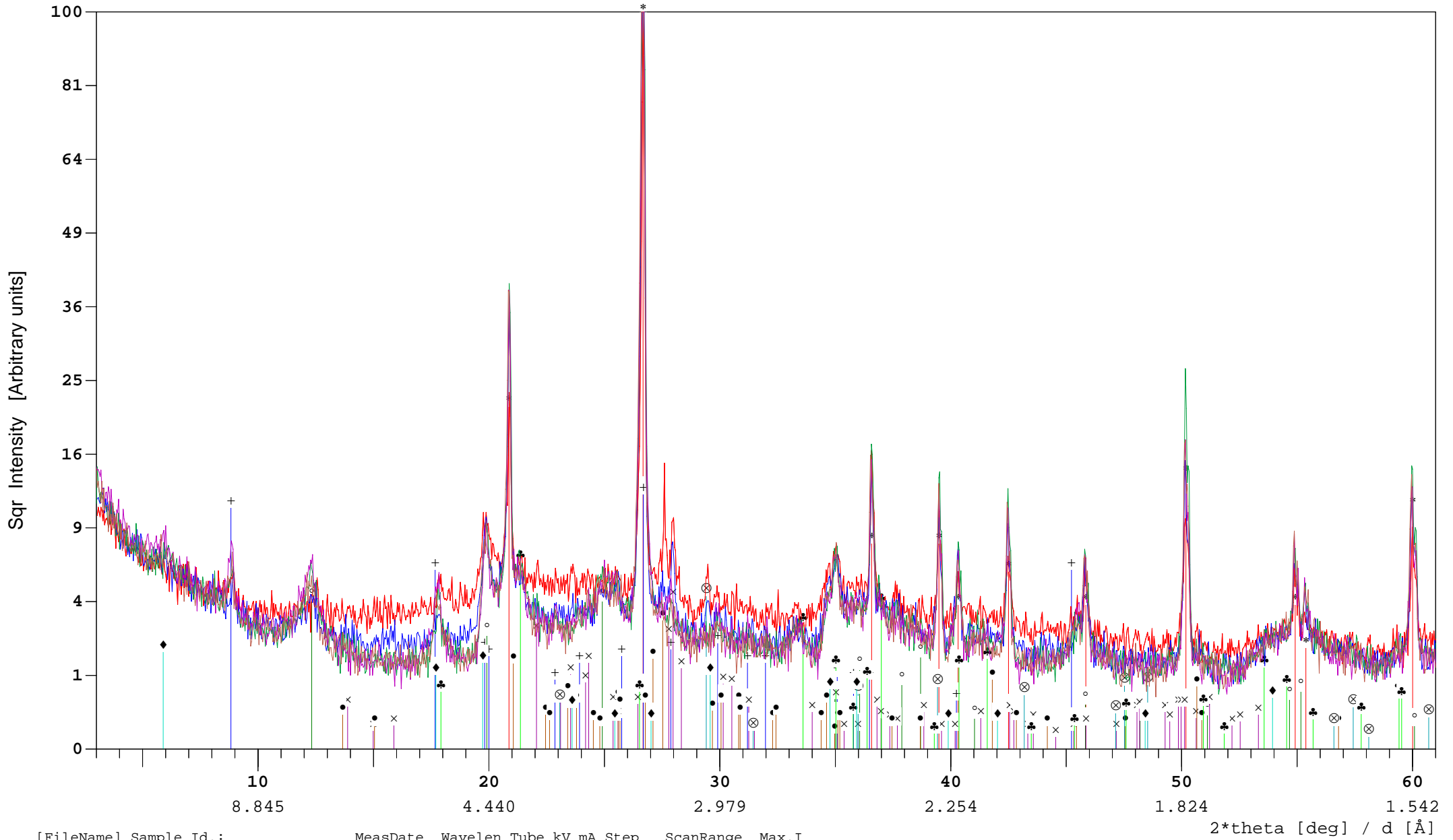
*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	*81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3
+26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	♣Private AGot Alumo-Goethite		(Fe,Al)O(OH)
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si205(OH)4]	♦13-0135 MntA Montmorillonite		(Ca,Mg)0.6Al2Si
x20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8			
•19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8			

[NE_1476] 1476;5.vörösagyagos rendz

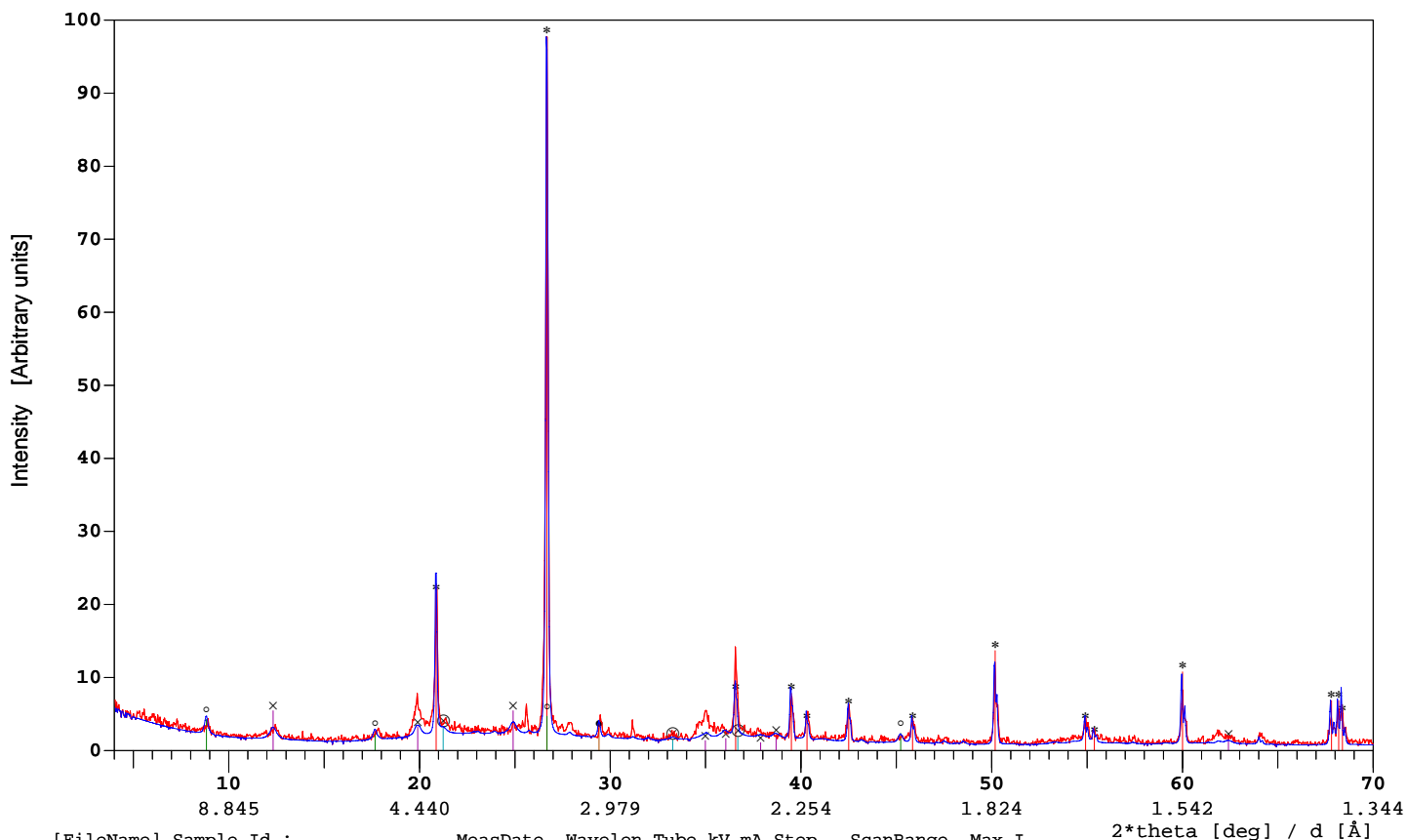
	SUM	Quar	Illi	Kaol	Albi	Micr	Calc	AGot	MntA
Phase%	100.00	44.00	24.00	15.00	0.00	0.00	0.00	12.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	9.64							9.64	
CaO%	0.17								0.17
K ₂ O%	2.27		2.27						
SiO ₂ %	64.84	44.00	10.87	6.98					2.99
Al ₂ O ₃ %	17.42		9.23	5.92				1.09	1.19
MgO%	0.19								0.19
H ₂ O%	5.47		1.63	2.09				1.28	0.47
LOI %	5.47	0.00	1.63	2.09	0.00	0.00	0.00	1.28	0.47
Orient.	[r]	1.00	2.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.11	0.30	0.45	0.11	0.12	0.12	0.50	0.35
xSize	[nm]	>1000	52	29	>1000	987	987	25	41
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	39.7	29.8	32.7	48.4	70.9	179.7	34.1
I/Ic		3.60	0.80	0.60	0.78	0.92	3.23	1.20	0.53

Profile R = 0.21
 Chi square = 2.26
 Full Scale (obs) = 3347 counts
 Full Scale(calc) = 3347 counts
 2theta offset = 0.0 deg

5. szelvény, vörösagyagos rendzina, 100-150 cm



[FileName]	Sample Id.:	MeasDate	Wavelen	Tube	kV	mA	Step	ScanRange	Max.I				
[ne_1472]	1472;5.vörösgyagos rendz	10-08-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	1794	*Quar	Quartz	⊗Calc	Calcite - synt
[ne_1473]	1473;5.vörösgyagos rendz	10-03-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	2498	+Illi	Illite 2M1	♣AGot	Alumo-Goethite
[ne_1474]	1474;5.vörösgyagos rendz	10-05-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	3389	◦Kaol	Kaolinite 1Md	◆MntA	Montmorillonit
[ne_1475]	1475;5.vörösgyagos rendz	10-03-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	3180	xAlbi	Albite, low		
[ne_1476]	1476;5.vörösgyagos rendz	10-08-2012	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	3347	●Micr	Microcline		



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b104] 104; 1.szervény 0-10cm 09-30-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 4.0-70.0 2336
 [ne_b104] 104; 1.szervény 0-10cm 10-29-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 4.0-70.0 2336

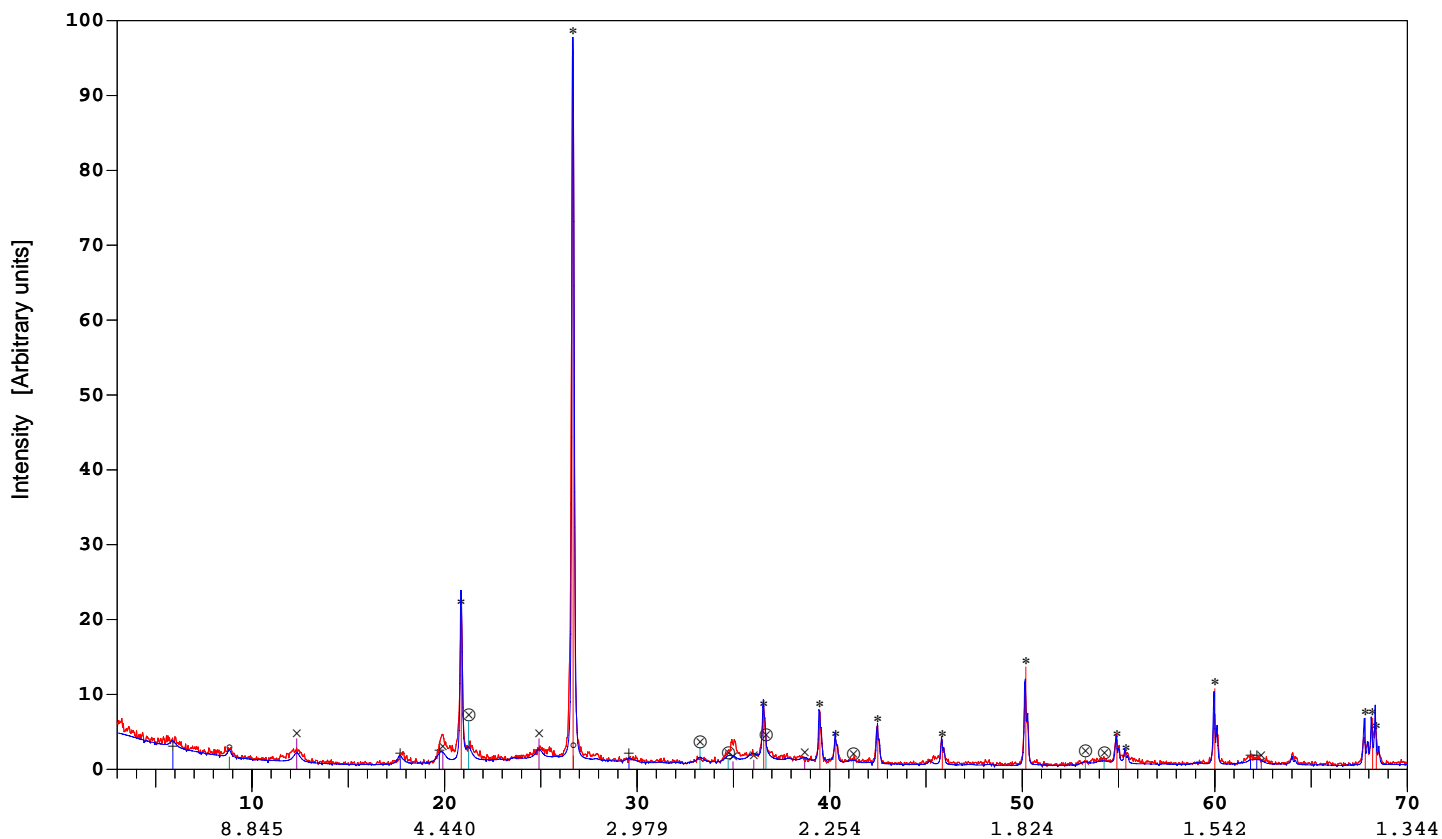
Reference patterns: Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 ●81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 ⊗29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)

[NE_B104] 104; 1.szervény 0-10cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet
Phase%	100.00	60.00	0.00	13.00	20.00	2.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	4.49						4.49
CaO%	1.12					1.12	
K ₂ O%	1.23			1.23			
SiO ₂ %	75.20	60.00		5.89	9.31		
Al ₂ O ₃ %	12.90			5.00	7.90		
CO ₂ %	0.88					0.88	
H ₂ O%	4.18			0.88	2.79		0.51
LOI %	5.06	0.00	0.00	0.88	2.79	0.88	0.51
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40

Profile R = 0.20
 Chi square = 1.97
 Full Scale (obs) = 2336 counts
 Full Scale (calc) = 2336 counts
 2theta offset = 0.04 deg

Bükk, 1. szervény, amorftartalom!



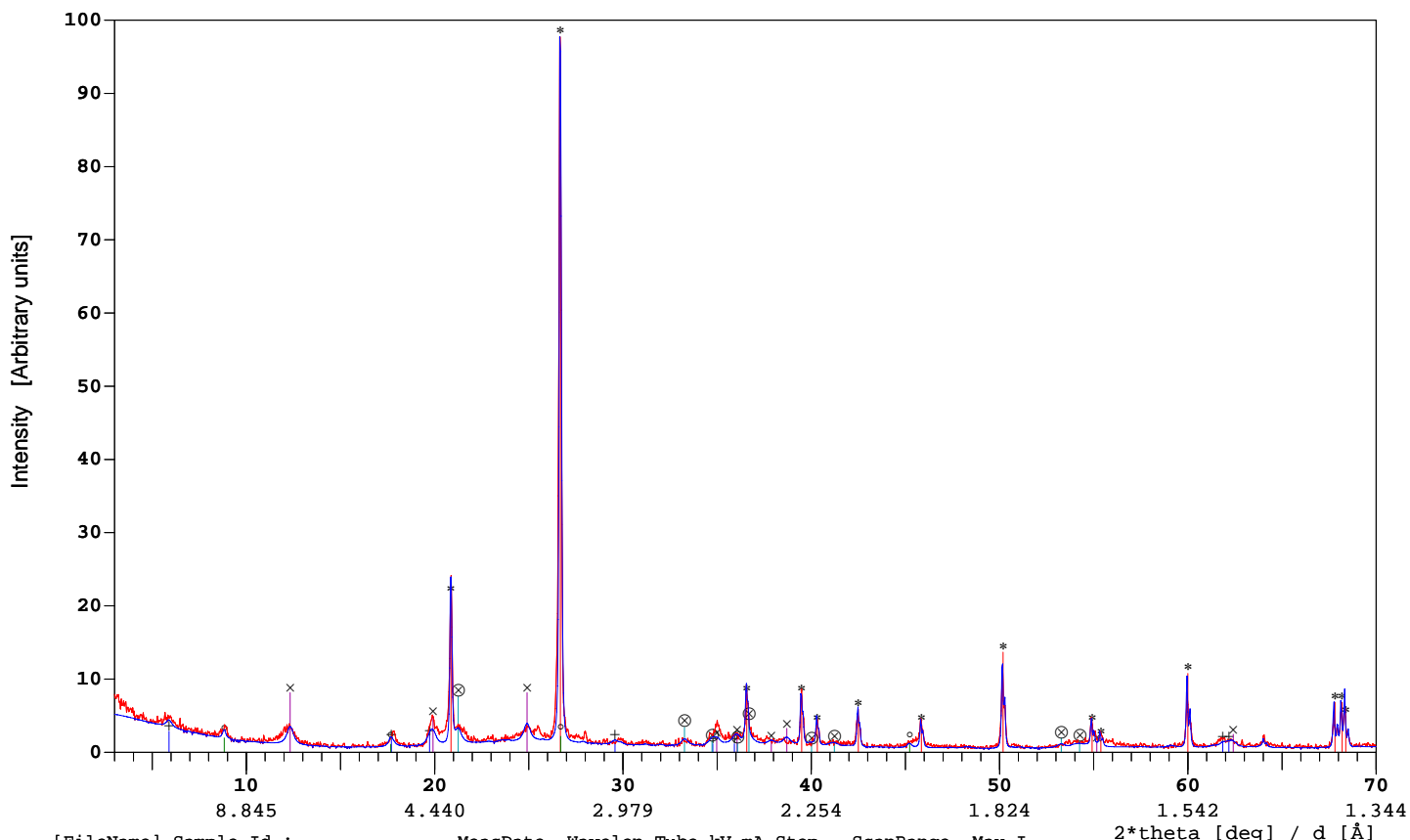
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b105] 105; 1.szervény 10-30cm 09-30-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 3075
 [ne_b105] 105; 1.szervény 10-30cm 10-29-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 3075

Reference patterns: Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 *26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 *81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 *29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)

[NE_B105] 105; 1.szervény 10-30cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet
Phase%	100.00	60.00	10.00	5.00	15.00	0.00	10.00
Fe ₂ O ₃ %	8.99						8.99
CaO%	0.35		0.35				
K ₂ O%	0.47			0.47			
SiO ₂ %	75.22	60.00	5.98	2.27	6.98		
Al ₂ O ₃ %	10.22		2.37	1.92	5.92		
MgO%	0.37		0.37				
H ₂ O%	4.38		0.93	0.34	2.09		1.01
LOI %	4.38	0.00	0.93	0.34	2.09	0.00	1.01
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40

Profile R = 0.19
 Chi square = 1.89
 Full Scale (obs) = 3075 counts
 Full Scale (calc) = 3075 counts
 2theta offset = 0.0 deg



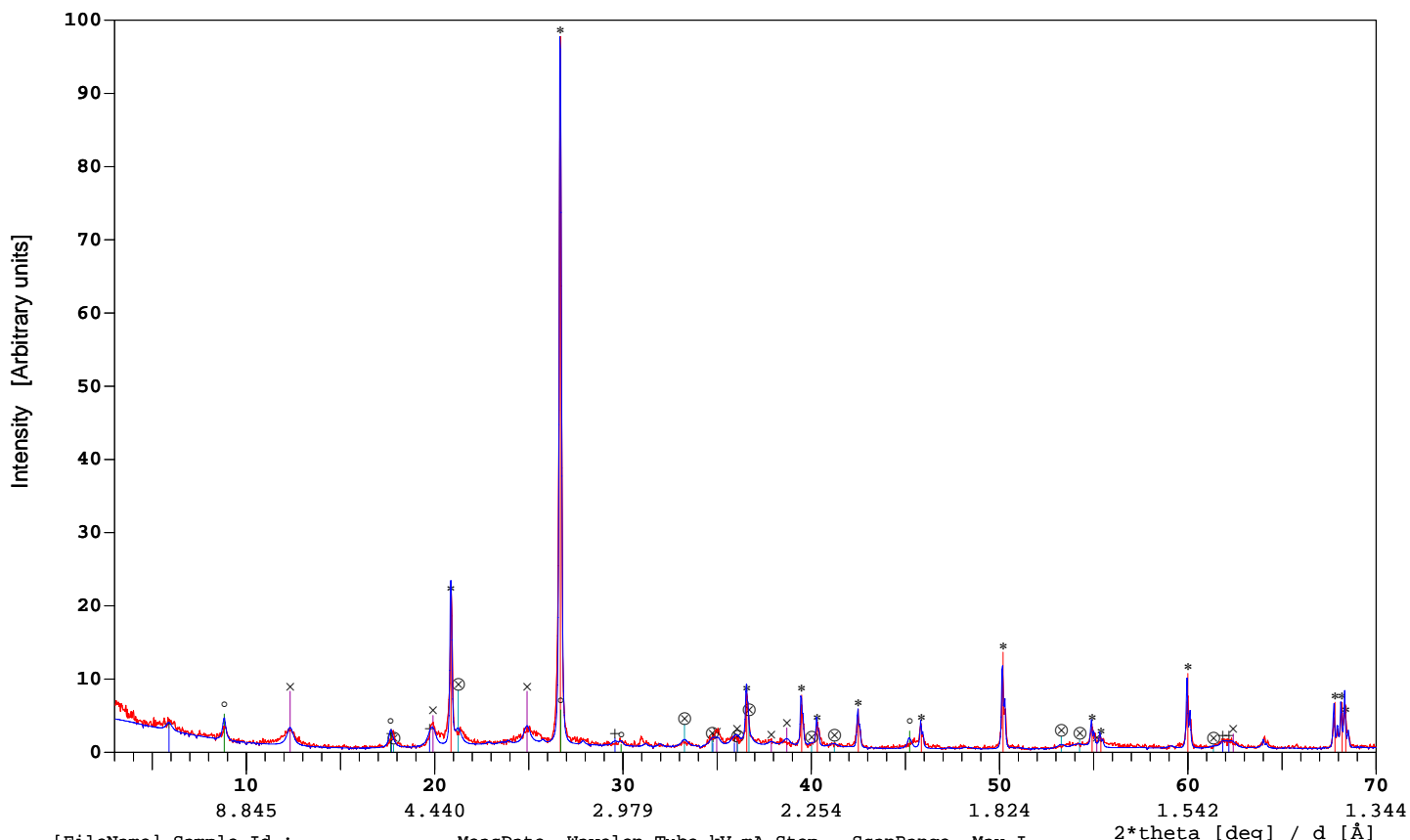
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b106] 106; 1.szervény 30-70cm 09-30-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 2893
 [ne_b106] 106; 1.szervény 30-70cm 10-29-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 2893

Reference patterns: Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 •81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 o29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)

[NE_B106] 106; 1.szervény 30-70cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet
Phase%	100.00	50.00	10.00	5.00	25.00	0.00	10.00
Fe ₂ O ₃ %	8.99						8.99
CaO%	0.35		0.35				
K ₂ O%	0.47			0.47			
SiO ₂ %	69.88	50.00	5.98	2.27	11.64		
Al ₂ O ₃ %	14.17		2.37	1.92	9.87		
MgO%	0.37		0.37				
H ₂ O%	5.77		0.93	0.34	3.49		1.01
LOI %	5.77	0.00	0.93	0.34	3.49	0.00	1.01
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40

Profile R = 0.19
 Chi square = 1.87
 Full Scale (obs) = 2893 counts
 Full Scale (calc) = 2893 counts
 2theta offset = 0.0 deg



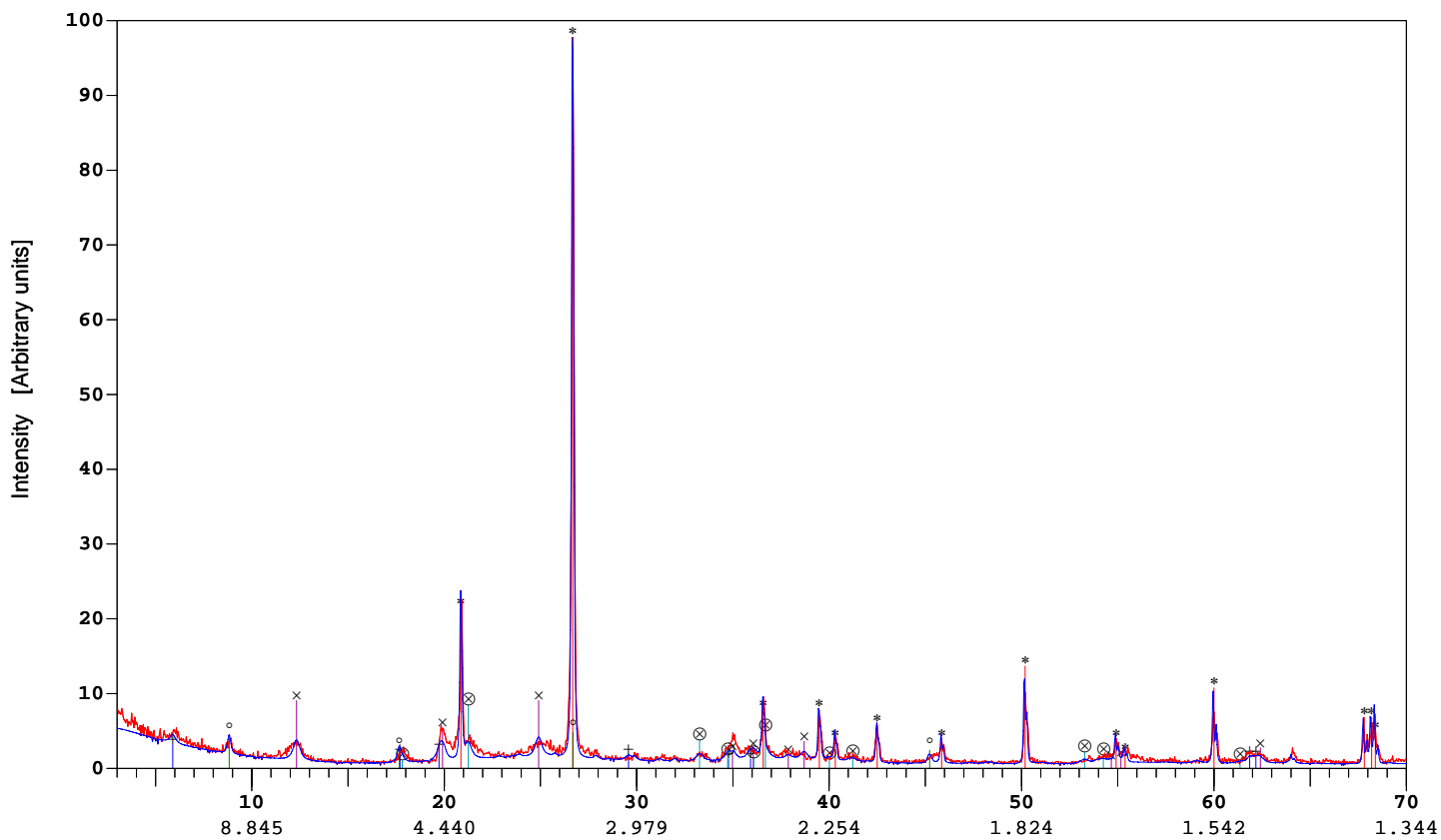
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b107] 107; 1.szervény 70-100cm 09-30-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 3337
 [ne_b107] 107; 1.szervény 70-100cm 10-29-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 3337

Reference patterns: *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 °26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 ●81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 Reference patterns: ⊗29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)

[NE_B107] 107; 1.szervény 70-100cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet
Phase%	100.00	45.00	10.00	12.00	23.00	0.00	10.00
Fe ₂ O ₃ %	8.99						8.99
CaO%	0.35		0.35				
K ₂ O%	1.14			1.14			
SiO ₂ %	67.12	45.00	5.98	5.44	10.71		
Al ₂ O ₃ %	16.07		2.37	4.61	9.08		
MgO%	0.37		0.37				
H ₂ O%	5.97		0.93	0.81	3.21		1.01
LOI %	5.97	0.00	0.93	0.81	3.21	0.00	1.01
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40

Profile R = 0.19
 Chi square = 1.92
 Full Scale (obs) = 3337 counts
 Full Scale(calc) = 3337 counts
 2theta offset = 0.04 deg



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b108] 108; 1.szelvény 100-130cm 09-30-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 2696
 [ne_b108] 108; 1.szelvény 100-130cm 10-29-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 2696

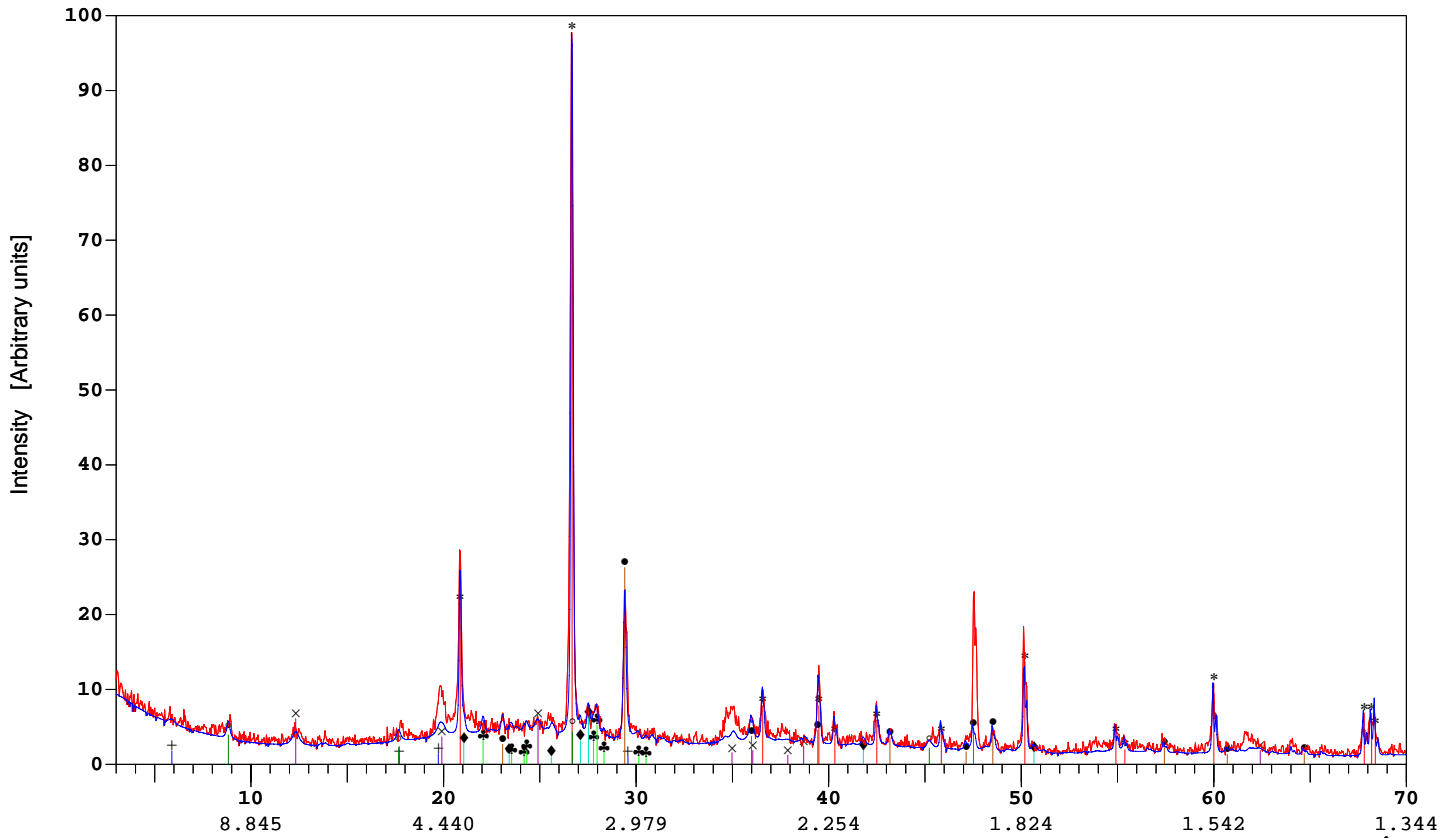
Reference patterns: Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 ●81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 ⊗29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)

[NE_B108] 108; 1.szelvény 100-130cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet
Phase%	100.00	45.00	10.00	10.00	25.00	0.00	10.00
Fe ₂ O ₃ %	8.99						8.99
CaO%	0.35		0.35				
K ₂ O%	0.95			0.95			
SiO ₂ %	67.14	45.00	5.98	4.53	11.64		
Al ₂ O ₃ %	16.09		2.37	3.84	9.87		
MgO%	0.37		0.37				
H ₂ O%	6.11		0.93	0.68	3.49		1.01
LOI %	6.11	0.00	0.93	0.68	3.49	0.00	1.01
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40

Profile R = 0.22
 Chi square = 2.12
 Full Scale (obs) = 2696 counts
 Full Scale (calc) = 2696 counts
 2theta offset = 0.04 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b109 ] 109; 2.szervény 0-10cm 09-30-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 1578
[ne_b109 ] 109; 2.szervény 0-10cm 11-11-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 1578
```

```
Reference patterns:
*33-1161 Quar Quartz SiO2
+13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3

Reference patterns:
x29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
o20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
d19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
```

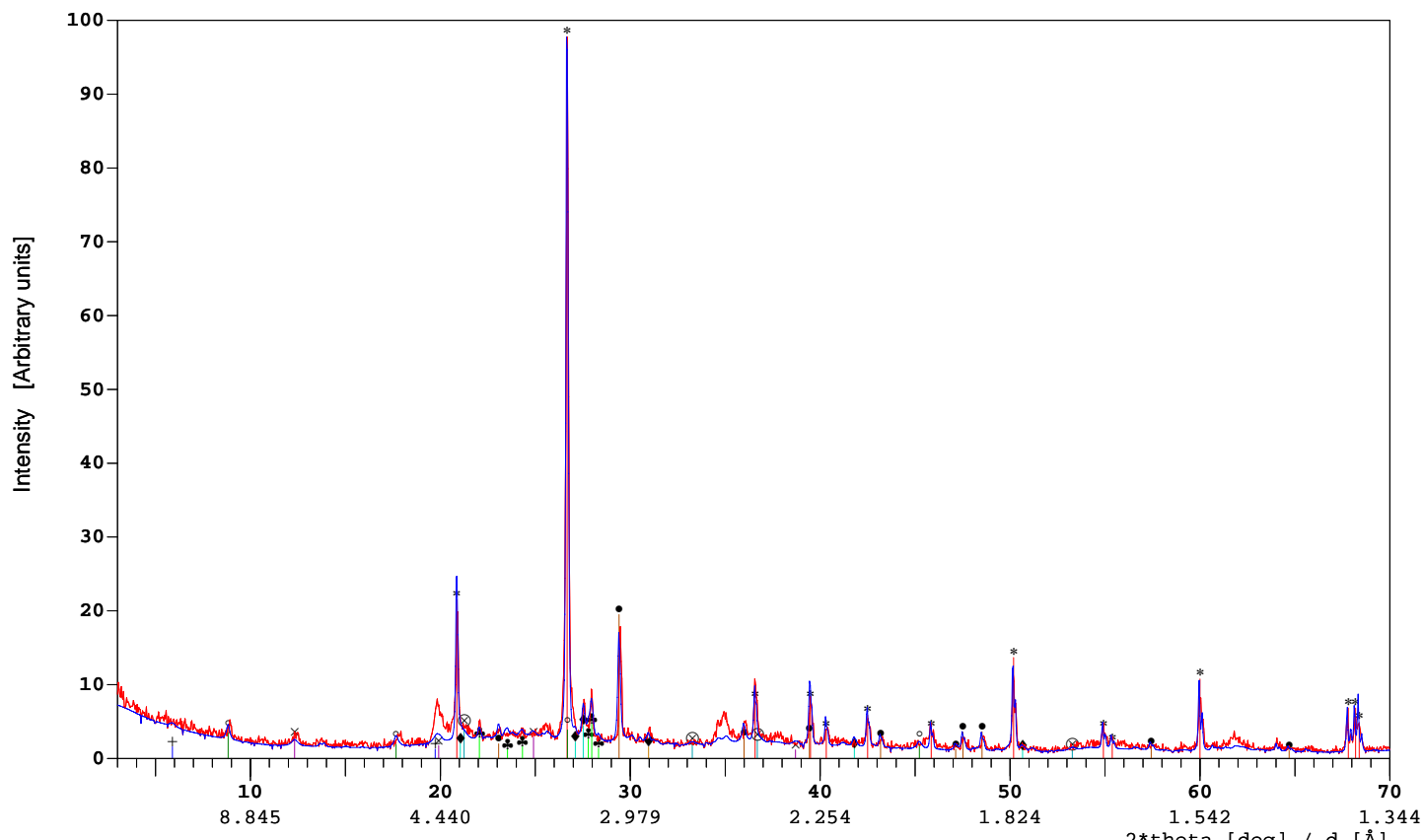
[NE_B109] 109; 2.szervény 0-10cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet	Albi	Micr
Phase%	100.00	40.00	5.00	8.00	15.00	12.00	0.00	10.00	10.00
CaO%	6.90		0.17			6.72			
K ₂ O%	2.45			0.76					1.69
SiO ₂ %	66.95	40.00	2.99	3.62	6.98			6.87	6.48
Al ₂ O ₃ %	13.96		1.19	3.08	5.92			1.94	1.83
MgO%	0.19		0.19						
Na ₂ O%	1.18							1.18	
CO ₂ %	5.28					5.28			
H ₂ O%	3.10		0.47	0.54	2.09				
LOI %	8.38	0.00	0.47	0.54	2.09	5.28	0.00	0.00	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40	0.16	0.16
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34	197	197
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7	32.7	48.4
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40	0.78	0.92

```
Profile R = 0.19
Chi square = 2.07
Full Scale (obs) = 1578 counts
Full Scale (calc) = 1578 counts
2theta offset = -0.04 deg
```

Bükk, rendzina, sok szerves (amorf)

RCNS HAS - Bp.Hungary



[FileName]	Sample Id.:	MeasDate	Wavelen	Tube	kV	mA	Step	ScanRange	Max.I	
[ne_b110]	110; 2.szervény	10-30cm	10-01-2013	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	2014
[ne_b110]	110; 2.szervény	10-30cm	11-11-2013	1.5419	(SIMUL)		0.04		3.0-70.0	2014

Reference patterns:

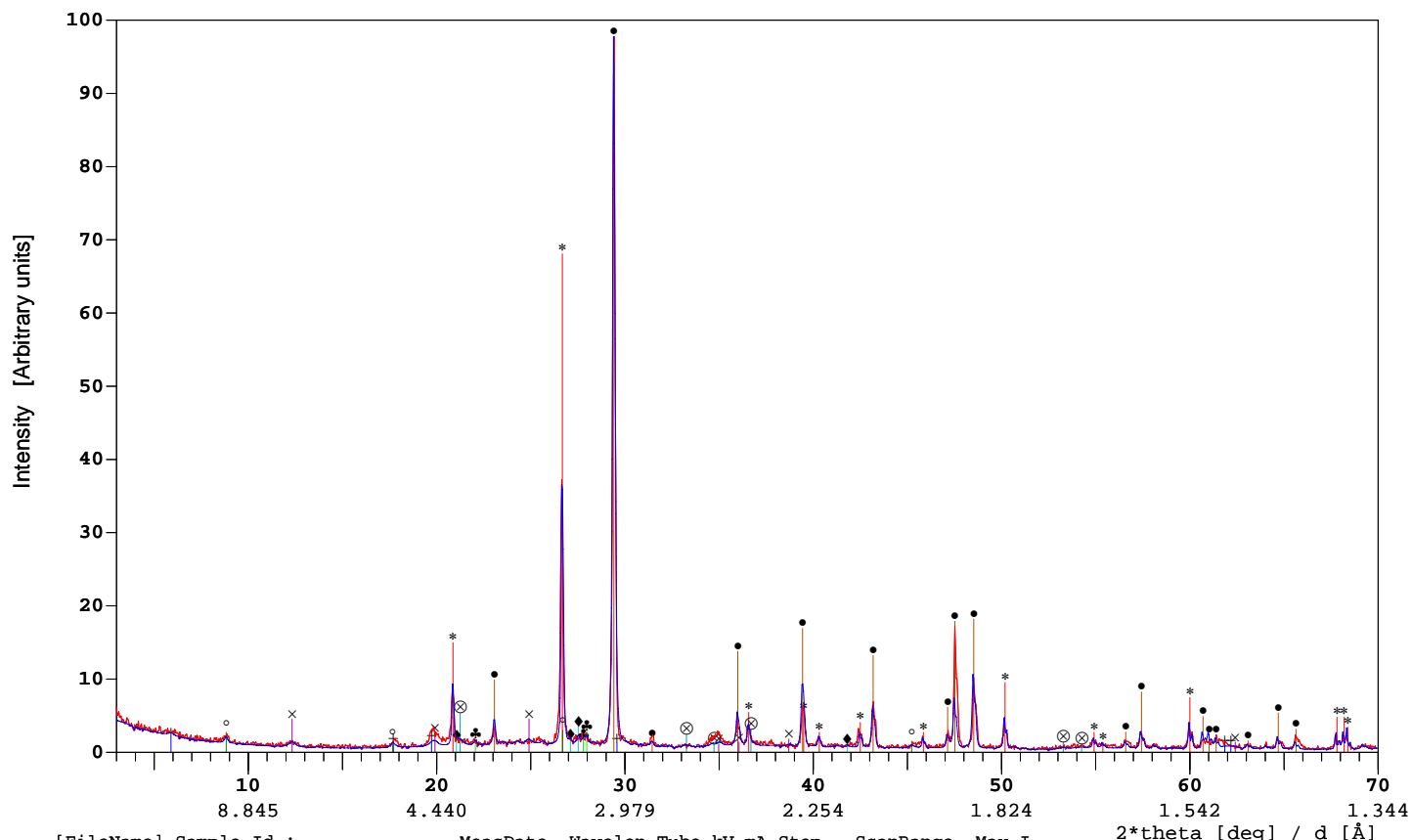
*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	29-0713 Goet Goethite (revised)	FeO(OH)
+13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si	20-0554 Albi Albite, low	19-0932 Micr Microcline	NaAlSi3O8
26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	36-0426 Dolo Dolomite		KAlSi3O8
x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]			CaMg(CO3)2
81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3			

[NE_B110] 110; 2.szervény 10-30cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet	Albi	Micr	Dolo
Phase%	100.00	45.00	5.00	8.00	8.00	10.00	5.00	10.00	8.00	1.00
Fe ₂ O ₃ %	4.49						4.49			
CaO%	6.08		0.17			5.60				0.30
K ₂ O%	2.11			0.76					1.35	
SiO ₂ %	67.39	45.00	2.99	3.62	3.72			6.87	5.18	
Al ₂ O ₃ %	10.83		1.19	3.08	3.16			1.94	1.47	
MgO%	0.41		0.19							0.22
Na ₂ O%	1.18							1.18		
CO ₂ %	4.87					4.40				0.48
H ₂ O%	2.63		0.47	0.54	1.12		0.51			
LOI %	7.51	0.00	0.47	0.54	1.12	4.40	0.51	0.00	0.00	0.48
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	0.70	0.70	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40	0.16	0.16	0.12
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34	197	197	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7	32.7	48.4	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40	0.78	0.92	2.60

Profile R = 0.19
 Chi square = 2.00
 Full Scale (obs) = 2014 counts
 Full Scale (calc) = 2014 counts
 2theta offset = 0.0 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b111 ] 111;  2.szelvény  30-60cm 10-01-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04  2.9-69.9  3197
[ne_b111 ] 111;  2.szelvény  30-60cm 11-11-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  3197
```

Reference patterns:

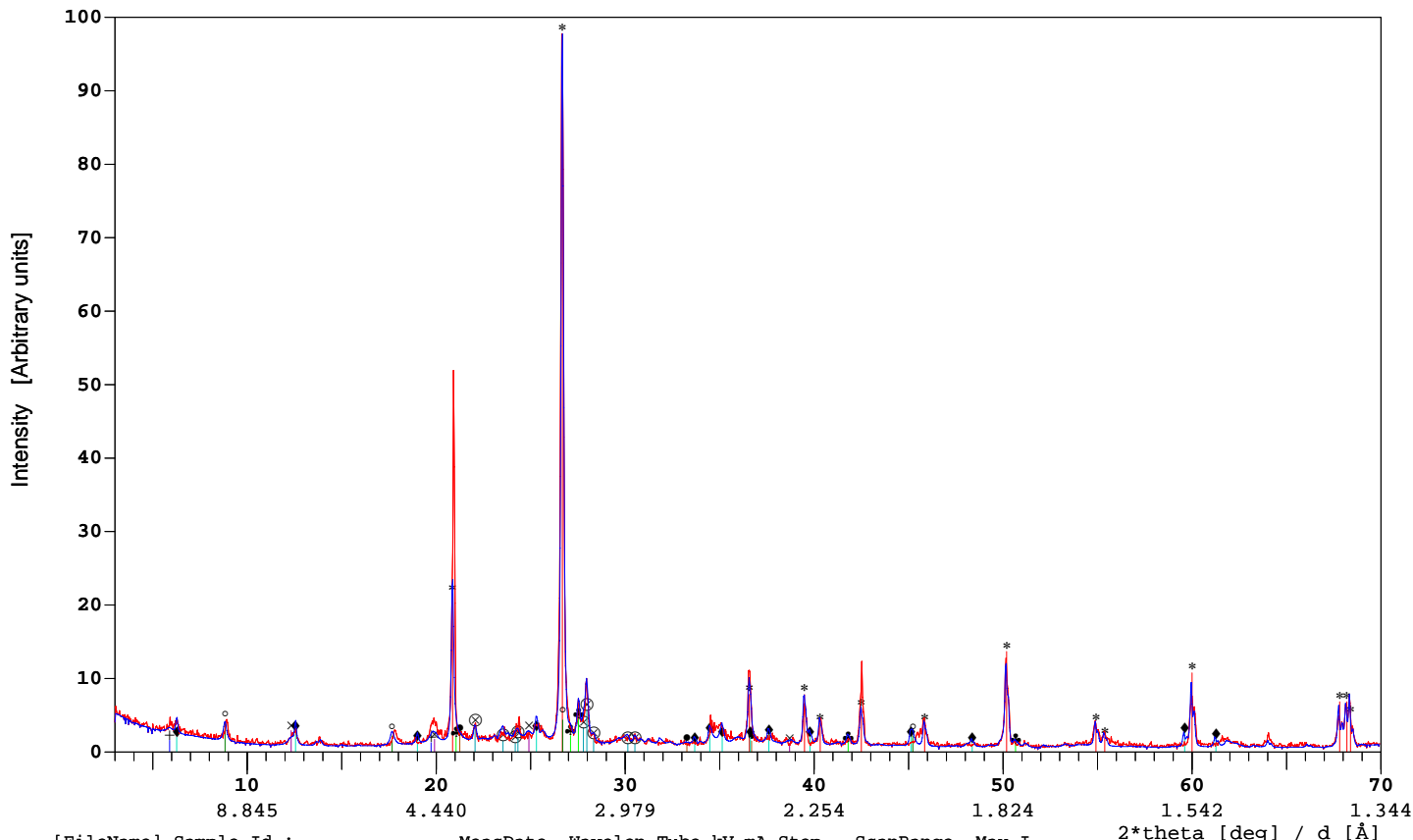
```
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
+13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
o26-0911 Illi Illite 2M1      (K,H3O)Al2Si3Al
x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3

Reference patterns:
o29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
x20-0554 Albi Albite, low      NaAlSi3O8
d19-0932 Micr Microcline      KAlSi3O8
```

[NE_B111] 111; 2.szelvény 30-60cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Calc	Goet	Albi	Micr
Phase%	100.00	25.00	5.00	5.00	10.00	40.00	5.00	5.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	4.49						4.49		
CaO%	22.59		0.17			22.41			
K ₂ O%	1.32			0.47					0.85
SiO ₂ %	41.58	25.00	2.99	2.27	4.65			3.44	3.24
Al ₂ O ₃ %	8.94		1.19	1.92	3.95			0.97	0.92
MgO%	0.19		0.19						
Na ₂ O%	0.59							0.59	
CO ₂ %	17.59					17.59			
H ₂ O%	2.71		0.47	0.34	1.40		0.51		
LOI %	20.30	0.00	0.47	0.34	1.40	17.59	0.51	0.00	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.09	0.35	0.20	0.40	0.12	0.40	0.16	0.16
xSize	[nm]	>1000	41	110	34	987	34	197	197
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	70.9	197.7	32.7	48.4
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	3.23	1.40	0.78	0.92

```
Profile R = 0.21
Chi square = 2.10
Full Scale (obs) = 3197 counts
Full Scale (calc) = 3197 counts
2theta offset = -0.08 deg
```



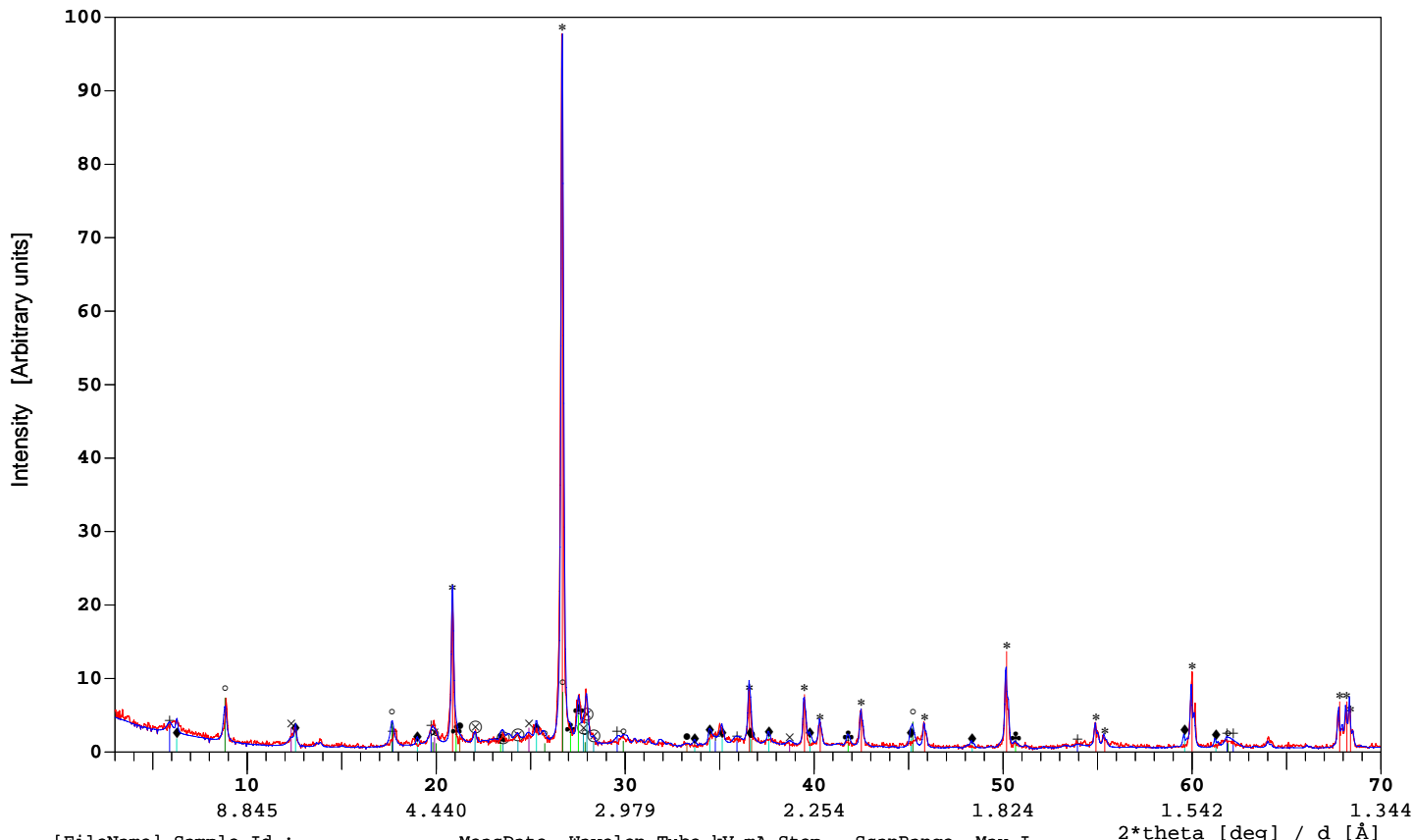
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b112] 112; 3.szervény 0-10cm 10-01-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 2.9-69.9 2942
 [ne_b112] 112; 3.szervény 0-10cm 11-11-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 2.9-69.9 2942

Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 •29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
 Reference patterns:
 x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 x19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
 x21-1227 Thur Chamosite (Thuringite) (Fe,Mg,Al)6(Si,
 x81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 x36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2

[NE_B112] 112; 3.szervény 0-10cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	45.00	5.00	9.00	8.00	3.00	12.00	8.00	10.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	6.97					2.70			4.28		
CaO%	0.17		0.17								
K ₂ O%	2.21			0.85				1.35			
SiO ₂ %	71.90	45.00	2.99	4.08	3.72		8.25	5.18	2.68		
Al ₂ O ₃ %	13.88		1.19	3.46	3.16		2.33	1.47	2.28		
MgO%	0.43		0.19						0.24		
Na ₂ O%	1.42						1.42				
H ₂ O%	3.57		0.47	0.61	1.12	0.30			1.07		
LOI %	3.02	0.00	0.47	0.61	1.12	0.30	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.65	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.18
 Chi square = 2.13
 Full Scale (obs) = 2942 counts
 Full Scale (calc) = 2942 counts
 2theta offset = -0.08 deg



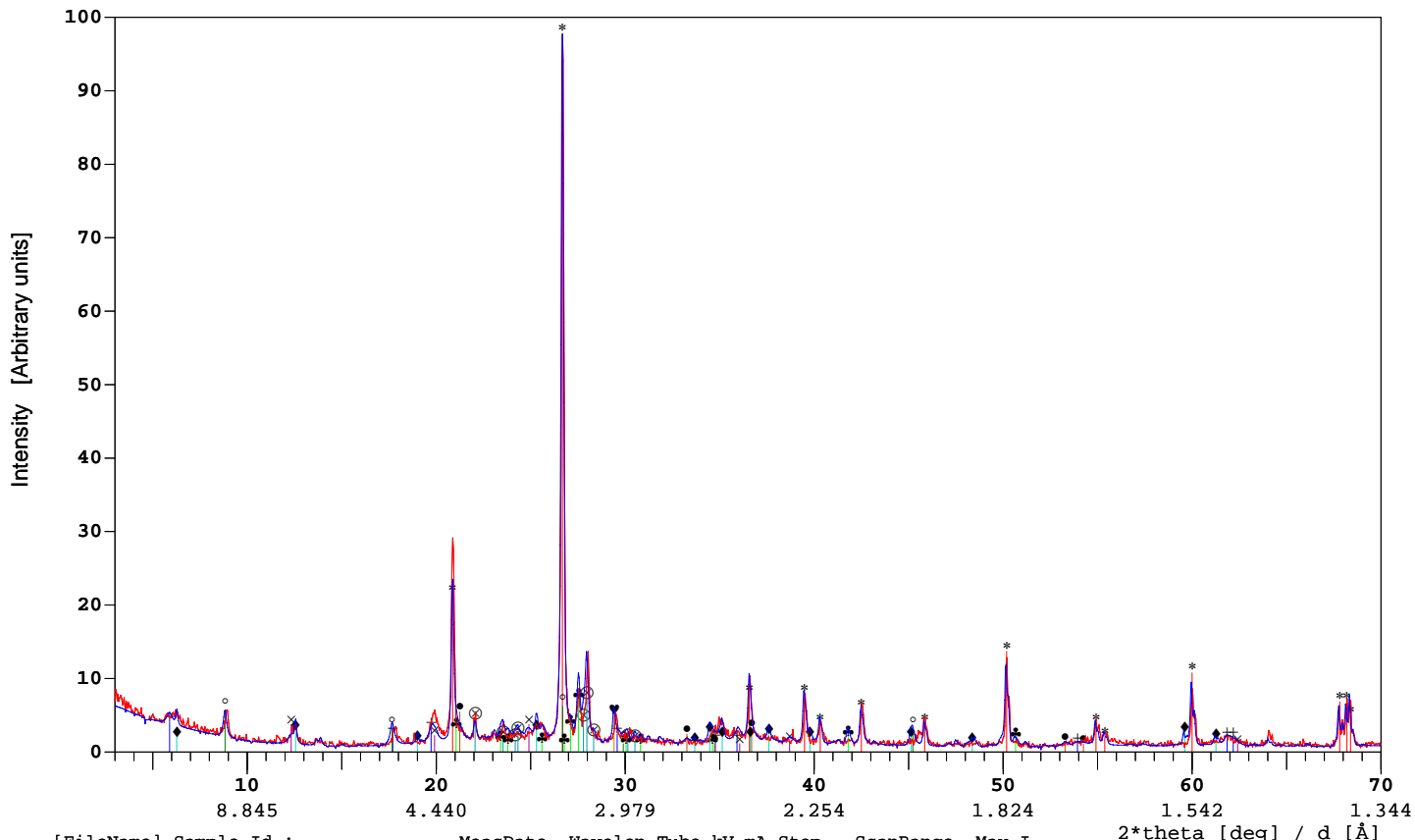
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b113] 113; 3.szervény 10-25cm 10-01-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 3397
 [ne_b113] 113; 3.szervény 10-25cm 11-11-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 3397

Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 +26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 •29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
 Reference patterns:
 x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 x19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
 x21-1227 Thur Chamosite (Thuringite) (Fe,Mg,Al)6(Si,
 x81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 x36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2

[NE_B113] 113; 3.szervény 10-25cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	40.00	10.00	15.00	8.00	3.00	8.00	8.00	8.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	6.12					2.70			3.42		
CaO%	0.35		0.35								
K ₂ O%	2.77			1.42				1.35			
SiO ₂ %	69.32	40.00	5.98	6.80	3.72		5.50	5.18	2.15		
Al ₂ O ₃ %	16.14		2.37	5.77	3.16		1.56	1.47	1.82		
MgO%	0.57		0.37						0.19		
Na ₂ O%	0.95						0.95				
H ₂ O%	4.23		0.93	1.02	1.12	0.30			0.86		
LOI %	3.79	0.00	0.93	1.02	1.12	0.30	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.65	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.20
 Chi square = 2.32
 Full Scale (obs) = 3397 counts
 Full Scale (calc) = 3397 counts
 2theta offset = -0.04 deg



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b114] 114; 3.szervény 25-40cm 10-01-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 2530
 [ne_b114] 114; 3.szervény 25-40cm 11-11-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 2530

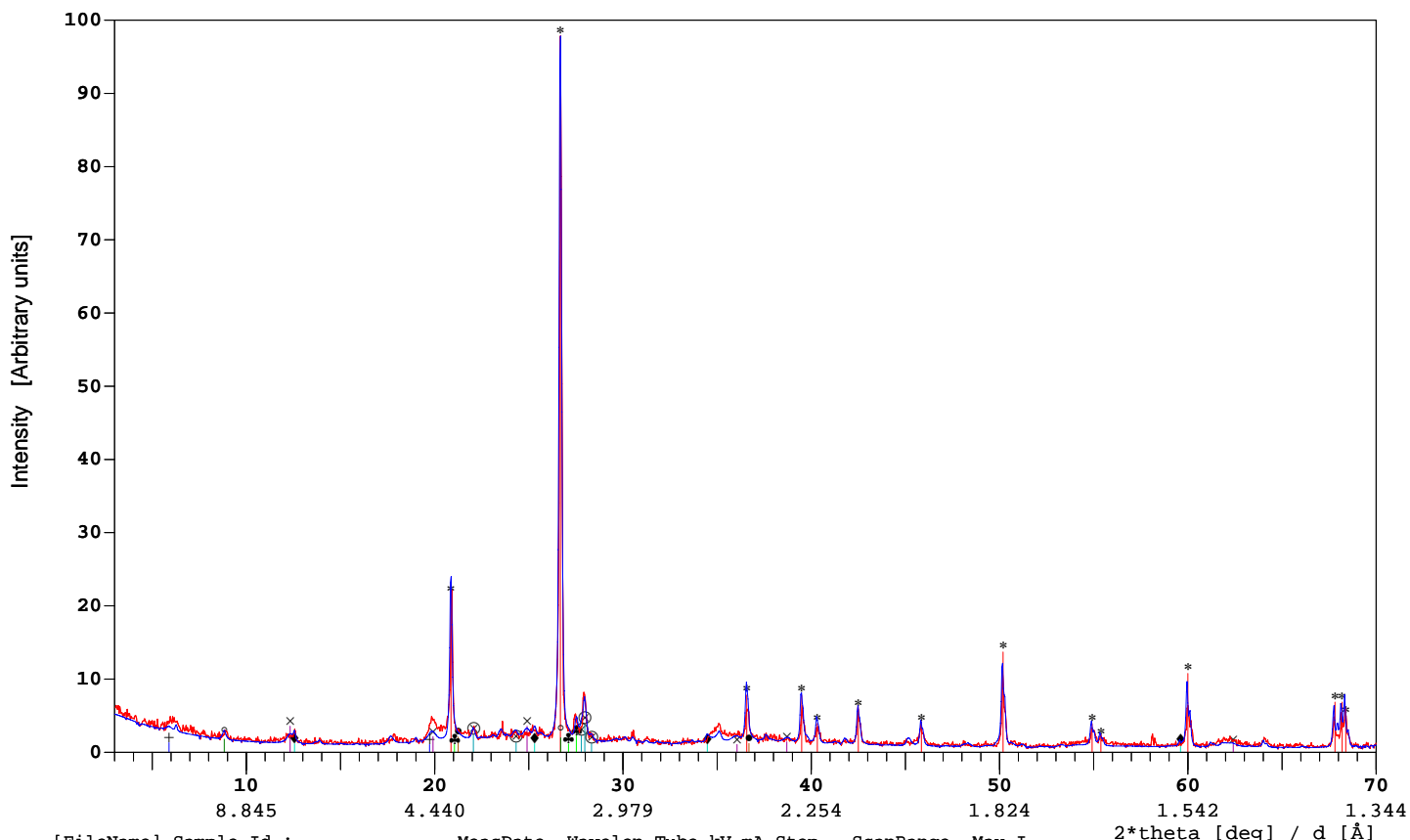
Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	*20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8
+13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si	⊗19-0932 Micr Microcline		KAlSi3O8
⊙26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	♦21-1227 Thur Chamosite (Thuringite)		(Fe,Mg,Al)6(Si,
×29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]	♥81-2027 Calc Calcite - synt (revised)		CaCO3
●29-0713 Goet Goethite (revised)	FeO(OH)	▲36-0426 Dolo Dolomite		CaMg(CO3)2

[NE_B114] 114; 3.szervény 25-40cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	35.00	10.00	10.00	8.00	5.00	12.00	10.00	8.00	2.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	7.92					4.49			3.42		
CaO%	1.47		0.35							1.12	
K ₂ O%	2.64			0.95				1.69			
SiO ₂ %	66.10	35.00	5.98	4.53	3.72		8.25	6.48	2.15		
Al ₂ O ₃ %	15.36		2.37	3.84	3.16		2.33	1.83	1.82		
MgO%	0.57		0.37						0.19		
Na ₂ O%	1.42						1.42				
CO ₂ %	0.88									0.88	
H ₂ O%	4.09		0.93	0.68	1.12	0.51			0.86		
LOI %	4.53	0.00	0.93	0.68	1.12	0.51	0.00	0.00	0.42	0.88	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.21
 Chi square = 2.35
 Full Scale (obs) = 2530 counts
 Full Scale (calc) = 2530 counts
 2theta offset = 0.0 deg



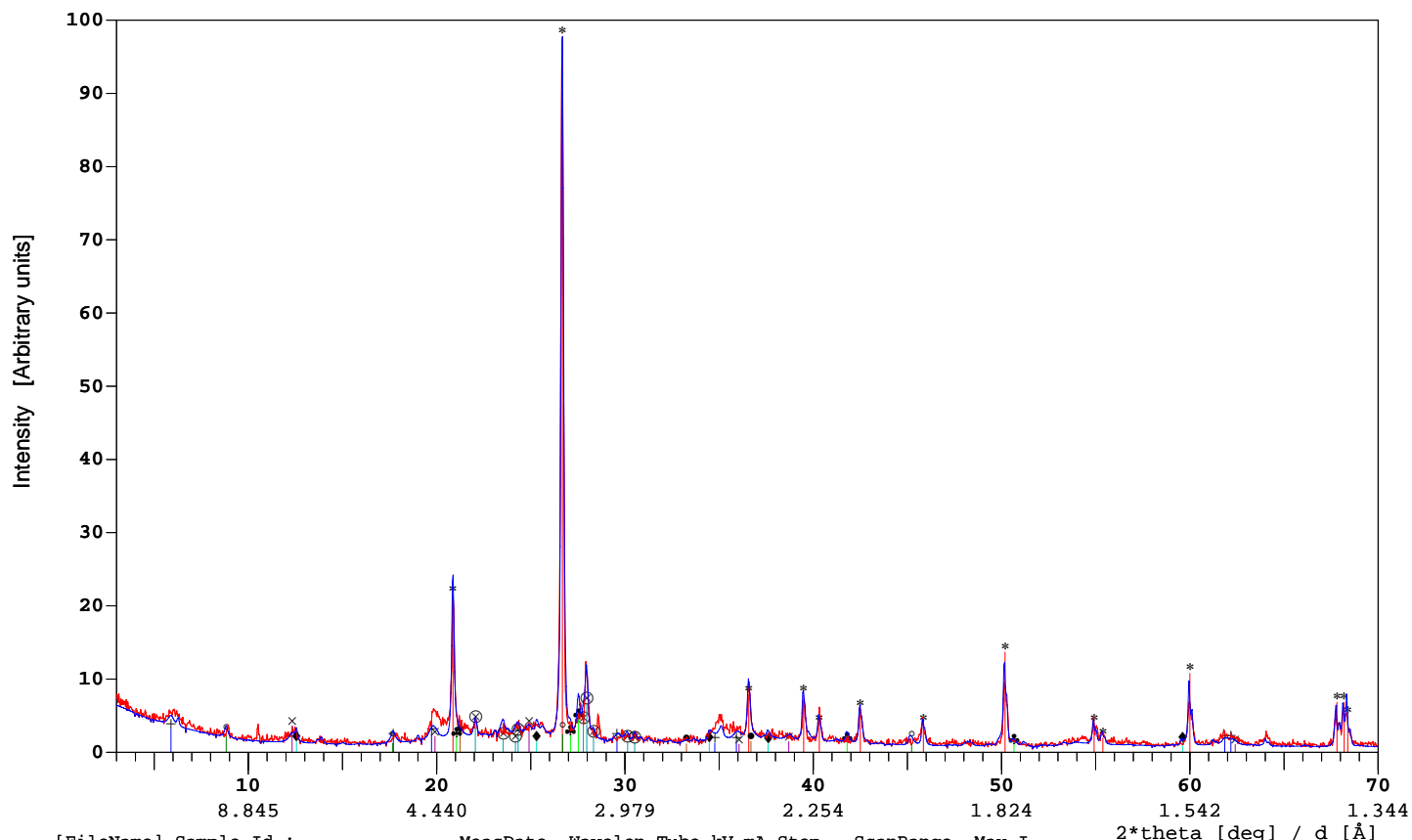
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b115] 115; 4.szervény 0-10cm 10-01-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 3003
 [ne_b115] 115; 4.szervény 0-10cm 11-12-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 3003

Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 +26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 ●29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
 Reference patterns:
 ⊗20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 ▲19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
 ◆21-1227 Thur Chamosite (Thuringite) (Fe,Mg,Al)6(Si,
 ◆81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 ▲36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2

[NE_B115] 115; 4.szervény 0-10cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	55.00	5.00	5.00	12.00	3.00	10.00	5.00	5.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	4.83					2.70			2.14		
CaO%	0.17		0.17								
K ₂ O%	1.32			0.47				0.85			
SiO ₂ %	77.29	55.00	2.99	2.27	5.59		6.87	3.24	1.34		
Al ₂ O ₃ %	11.84		1.19	1.92	4.74		1.94	0.92	1.14		
MgO%	0.31		0.19						0.12		
Na ₂ O%	1.18						1.18				
H ₂ O%	3.32		0.47	0.34	1.67	0.30			0.54		
LOI %	3.05	0.00	0.47	0.34	1.67	0.30	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.65	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.19
 Chi square = 2.13
 Full Scale (obs) = 3003 counts
 Full Scale (calc) = 3003 counts
 2theta offset = 0.04 deg



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b116] 116; 4.szervény 10-20cm 10-02-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 2419
 [ne_b116] 116; 4.szervény 10-20cm 11-12-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 2419

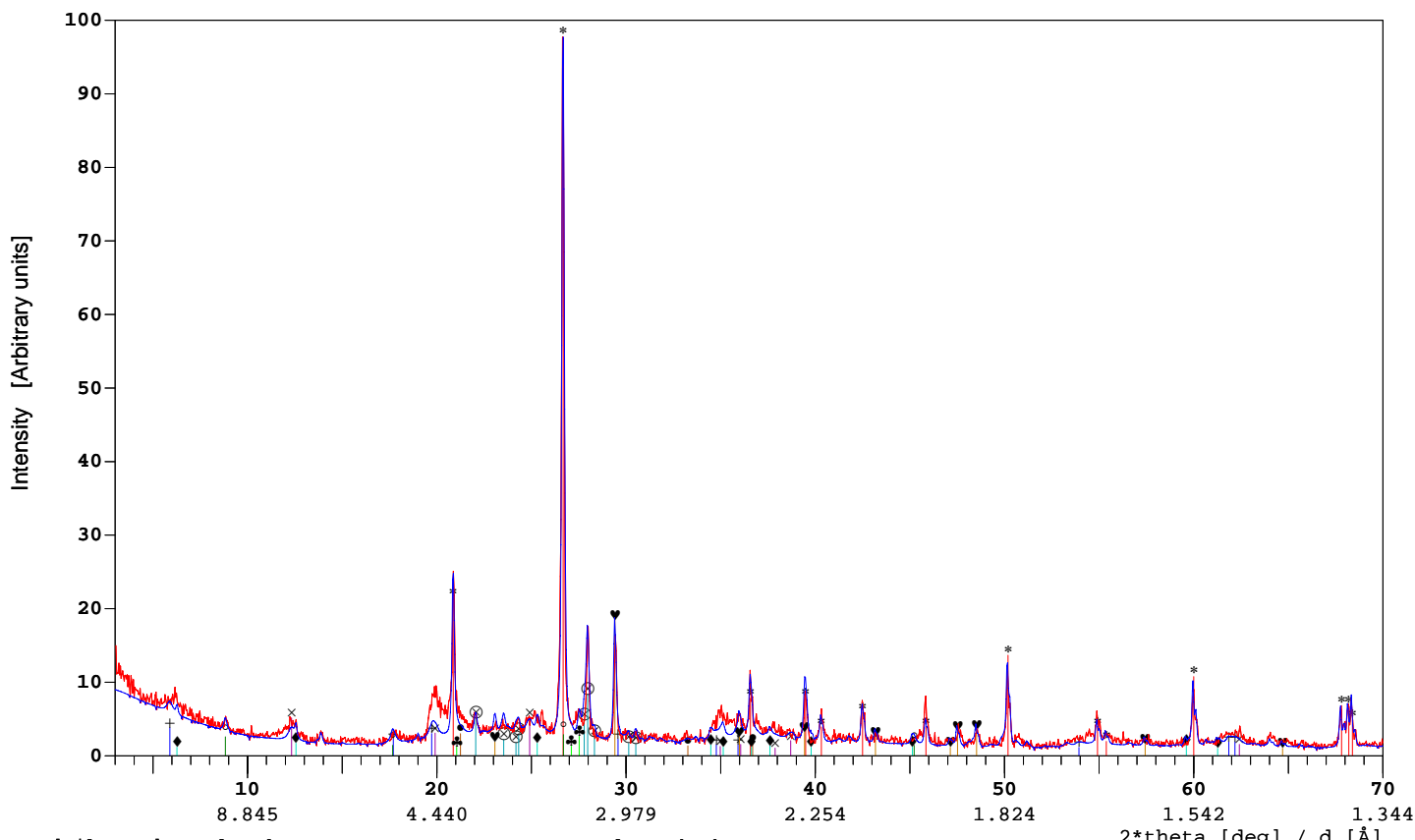
Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	*20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8
+13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si	⊗19-0932 Micr Microcline		KAlSi3O8
⊕26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	♦21-1227 Thur Chamosite (Thuringite)		(Fe,Mg,Al)6(Si,
×29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]	♦81-2027 Calc Calcite - synt (revised)		CaCO3
●29-0713 Goet Goethite (revised)	FeO(OH)	▲36-0426 Dolo Dolomite		CaMg(CO3)2

[NE_B116] 116; 4.szervény 10-20cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	45.00	10.00	5.00	10.00	3.00	14.00	8.00	5.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	4.83					2.70			2.14		
CaO%	0.35		0.35								
K ₂ O%	1.83			0.47				1.35			
SiO ₂ %	74.04	45.00	5.98	2.27	4.65		9.62	5.18	1.34		
Al ₂ O ₃ %	13.57		2.37	1.92	3.95		2.72	1.47	1.14		
MgO%	0.49		0.37						0.12		
Na ₂ O%	1.65						1.65				
H ₂ O%	3.51		0.93	0.34	1.40	0.30			0.54		
LOI %	3.23	0.00	0.93	0.34	1.40	0.30	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.65	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC (CuKa)		34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.17
 Chi square = 1.78
 Full Scale (obs) = 2419 counts
 Full Scale (calc) = 2419 counts
 2theta offset = -0.04 deg



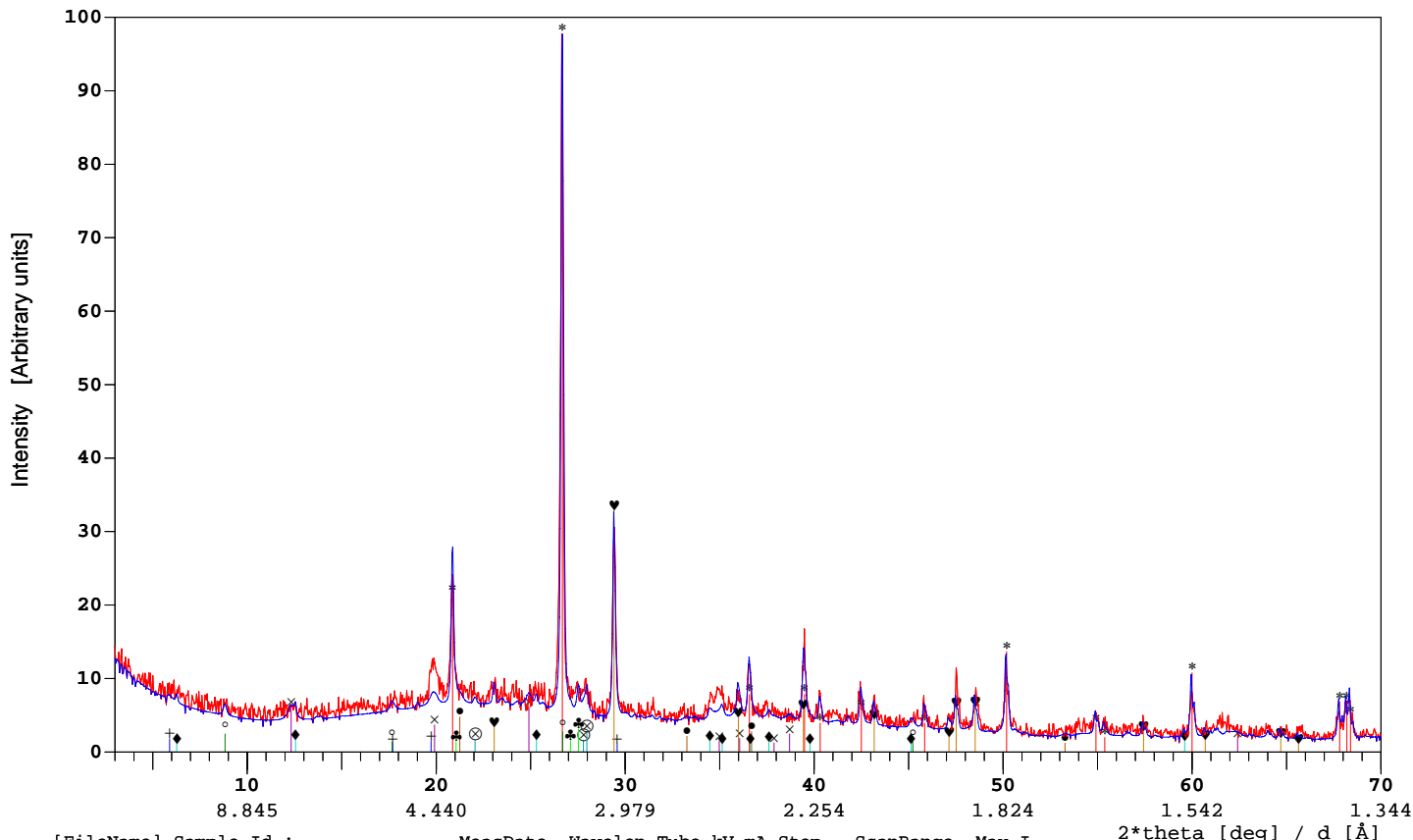
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b117] 117; 4.szervény 20-30cm 10-02-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 1625
 [ne_b117] 117; 4.szervény 20-30cm 11-12-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 1625

Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 •29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
 Reference patterns:
 x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 x19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
 x21-1227 Thur Chamosite (Thuringite) (Fe,Mg,Al)6(Si,
 x81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 x36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2

[NE_B117] 117; 4.szervény 20-30cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	38.00	10.00	5.00	12.00	3.00	15.00	4.00	5.00	8.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	4.83					2.70			2.14		
CaO%	4.83		0.35							4.48	
K ₂ O%	1.15			0.47				0.68			
SiO ₂ %	66.07	38.00	5.98	2.27	5.59		10.31	2.59	1.34		
Al ₂ O ₃ %	13.82		2.37	1.92	4.74		2.92	0.73	1.14		
MgO%	0.49		0.37						0.12		
Na ₂ O%	1.77						1.77				
CO ₂ %	3.52									3.52	
H ₂ O%	3.79		0.93	0.34	1.67	0.30			0.54		
LOI %	7.03	0.00	0.93	0.34	1.67	0.30	0.00	0.00	0.26	3.52	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.55	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.18
 Chi square = 1.84
 Full Scale (obs) = 1625 counts
 Full Scale (calc) = 1625 counts
 2theta offset = 0.04 deg



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b118] 118; 5.szervény 0-10cm 10-02-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 1260
 [ne_b118] 118; 5.szervény 0-10cm 11-14-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 1260

Reference patterns:

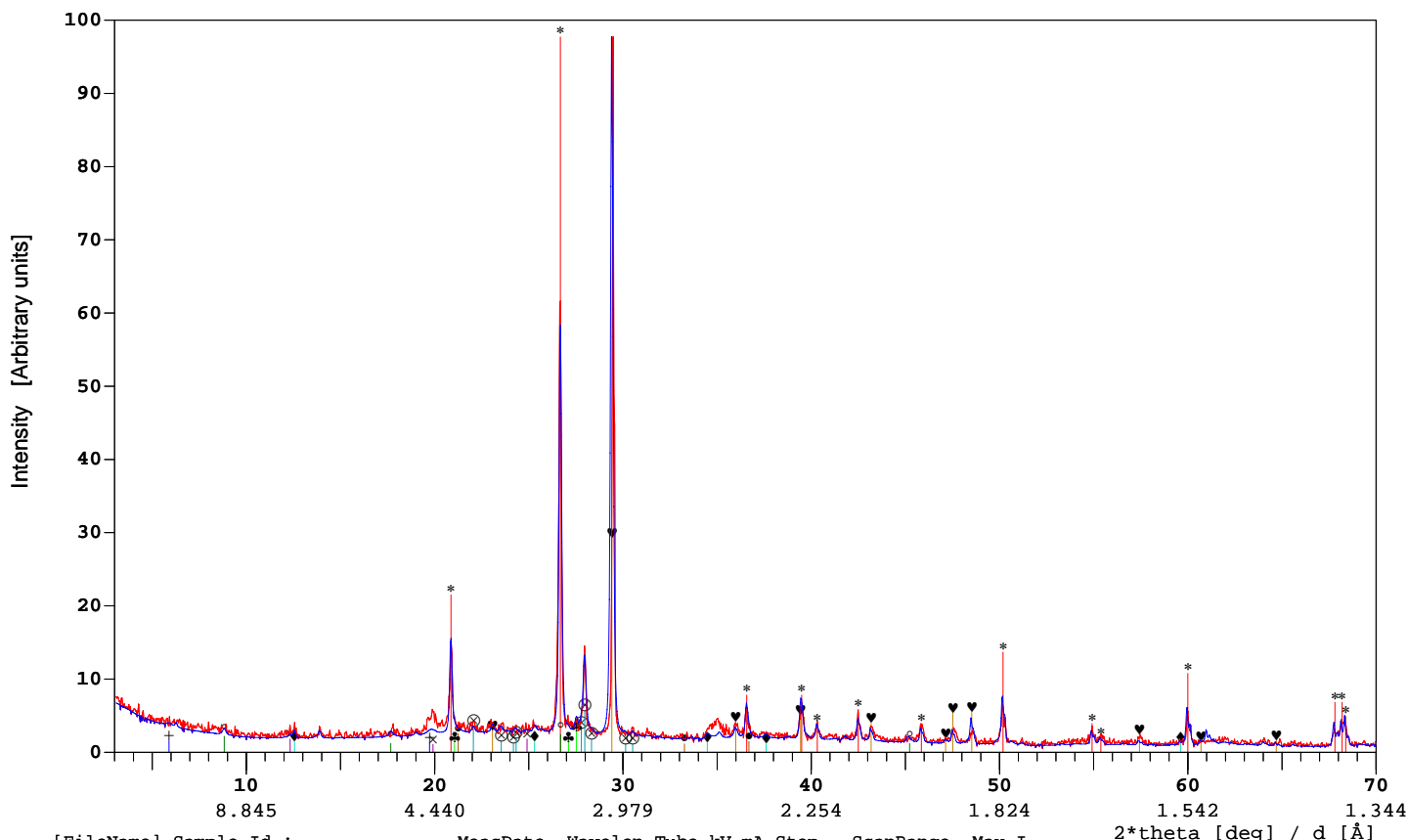
*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8
+13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si	19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8	
26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	21-1227 Thur Chamosite (Thuringite)	(Fe,Mg,Al)6(Si,	
29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]	81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3	
29-0713 Goet Goethite (revised)	FeO(OH)	36-0426 Dolo Dolomite	CaMg(CO3)2	

[NE_B118] 118; 5.szervény 0-10cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	40.00	5.00	5.00	15.00	5.00	5.00	5.00	5.00	15.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	6.63					4.49			2.14		
CaO%	8.58		0.17							8.40	
K ₂ O%	1.32			0.47				0.85			
SiO ₂ %	60.25	40.00	2.99	2.27	6.98		3.44	3.24	1.34		
Al ₂ O ₃ %	12.06		1.19	1.92	5.92		0.97	0.92	1.14		
MgO%	0.31		0.19						0.12		
Na ₂ O%	0.59						0.59				
CO ₂ %	6.60									6.60	
H ₂ O%	3.94		0.47	0.34	2.09	0.51			0.54		
LOI %	10.26	0.00	0.47	0.34	2.09	0.51	0.00	0.00	0.26	6.60	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.65	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC (CuKa)		34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.15
 Chi square = 1.62
 Full Scale (obs) = 1260 counts
 Full Scale (calc) = 1260 counts
 2theta offset = 0.0 deg

sok szerves (amorf)



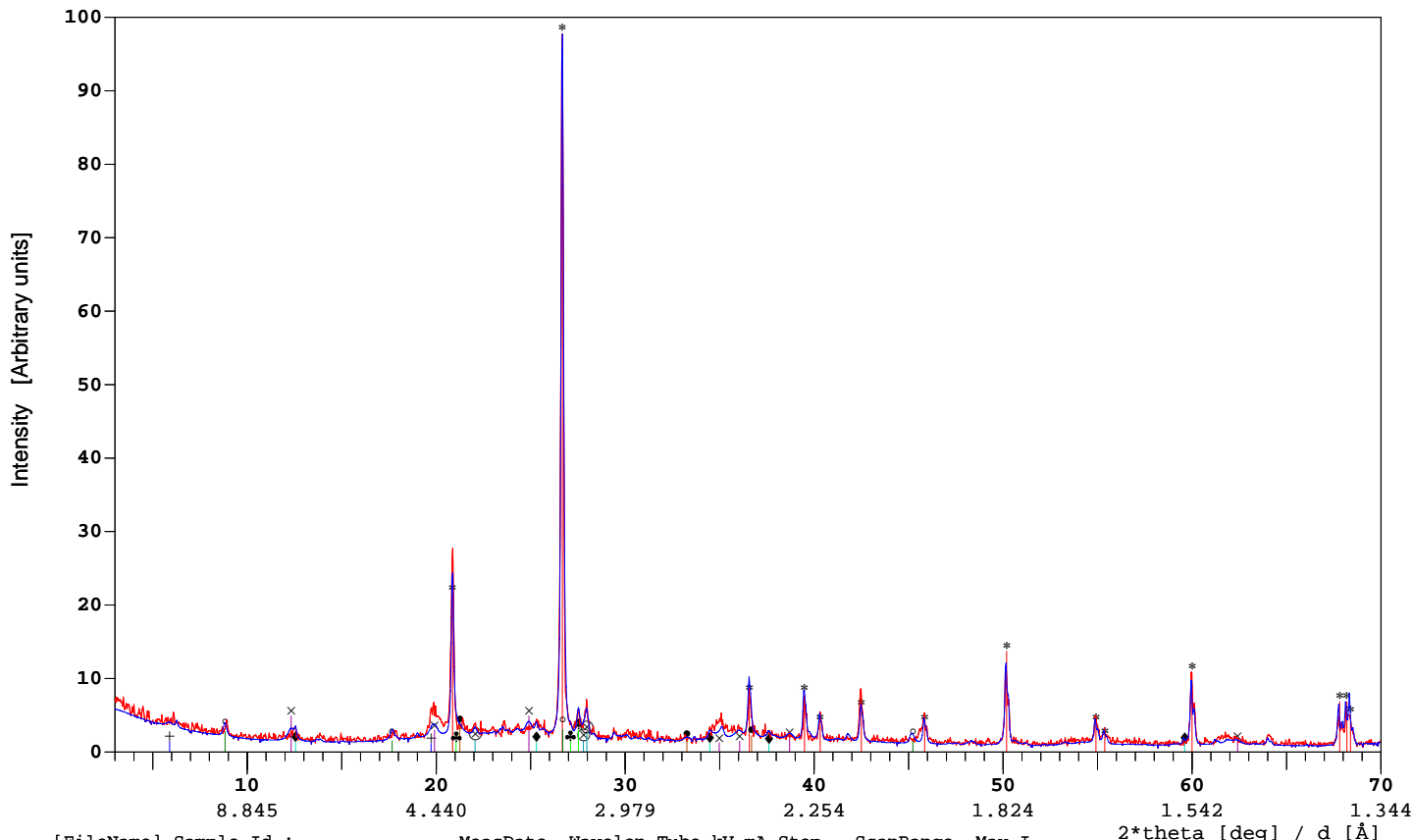
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b119] 119; 5.szervény 10-20cm 10-02-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.1-70.1 2393
 [ne_b119] 119; 5.szervény 10-20cm 11-14-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.1-70.1 2393

Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 •29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
 Reference patterns:
 x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 a19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
 d21-1227 Thur Chamosite (Thuringite) (Fe,Mg,Al)6(Si,
 h81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 a36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2

[NE_B119] 119; 5.szervény 10-20cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	45.00	5.00	5.00	5.00	3.00	12.00	5.00	5.00	15.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	4.83					2.70			2.14		
CaO%	8.58		0.17							8.40	
K ₂ O%	1.32			0.47				0.85			
SiO ₂ %	65.41	45.00	2.99	2.27	2.33		8.25	3.24	1.34		
Al ₂ O ₃ %	9.47		1.19	1.92	1.97		2.33	0.92	1.14		
MgO%	0.31		0.19						0.12		
Na ₂ O%	1.42						1.42				
CO ₂ %	6.60									6.60	
H ₂ O%	2.34		0.47	0.34	0.70	0.30			0.54		
LOI %	8.66	0.00	0.47	0.34	0.70	0.30	0.00	0.00	0.26	6.60	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.35	0.70		0.25	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.21
 Chi square = 4.26
 Full Scale (obs) = 2393 counts
 Full Scale (calc) = 2393 counts
 2theta offset = 0.08 deg



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b120] 120; 6.szervény 0-10cm 10-03-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 2357
 [ne_b120] 120; 6.szervény 0-10cm 11-18-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 2357

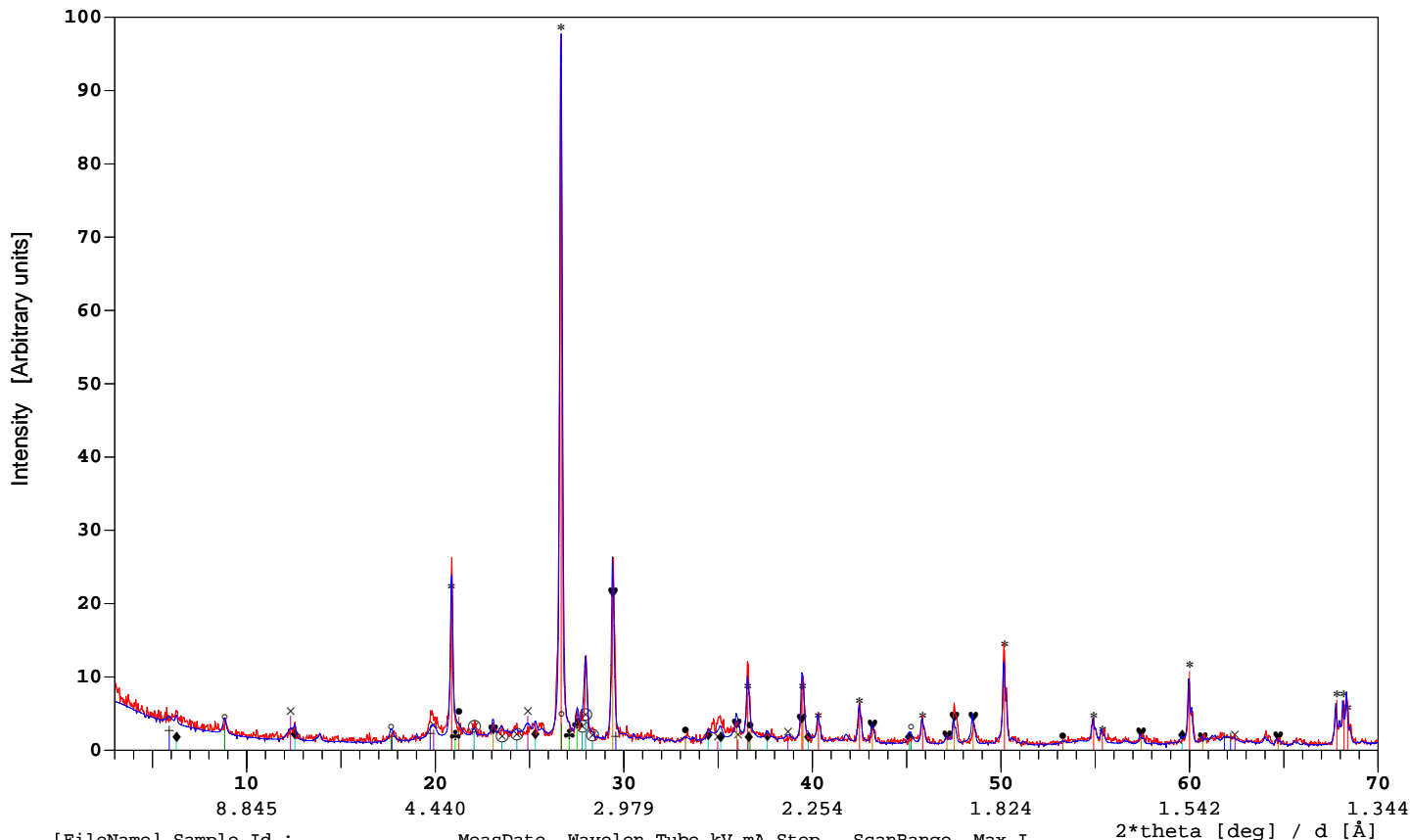
Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	*20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8
+13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si	⊗19-0932 Micr Microcline		KAlSi3O8
⊙26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	◆21-1227 Thur Chamosite (Thuringite)		(Fe,Mg,Al)6(Si,
×29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]	♥81-2027 Calc Calcite - synt (revised)		CaCO3
●29-0713 Goet Goethite (revised)	FeO(OH)	▲36-0426 Dolo Dolomite		CaMg(CO3)2

[NE_B120] 120; 6.szervény 0-10cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	99.50	50.00	5.00	7.00	15.00	5.00	6.00	6.00	5.00	0.50	0.00
Fe ₂ O ₃ %	6.63					4.49			2.14		
CaO%	0.45		0.17							0.28	
K ₂ O%	1.68			0.66				1.02			
SiO ₂ %	72.49	50.00	2.99	3.17	6.98		4.12	3.89	1.34		
Al ₂ O ₃ %	13.20		1.19	2.69	5.92		1.17	1.10	1.14		
MgO%	0.31		0.19						0.12		
Na ₂ O%	0.71						0.71				
CO ₂ %	0.22									0.22	
H ₂ O%	4.08		0.47	0.48	2.09	0.51			0.54		
LOI %	4.02	0.00	0.47	0.48	2.09	0.51	0.00	0.00	0.26	0.22	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.65	0.70		1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC (CuKa)		34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.16
 Chi square = 1.61
 Full Scale (obs) = 2357 counts
 Full Scale (calc) = 2357 counts
 2theta offset = -0.04 deg



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b121] 121; 6.szervény 10-30cm 10-03-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 2144
 [ne_b121] 121; 6.szervény 10-30cm 11-18-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 2144

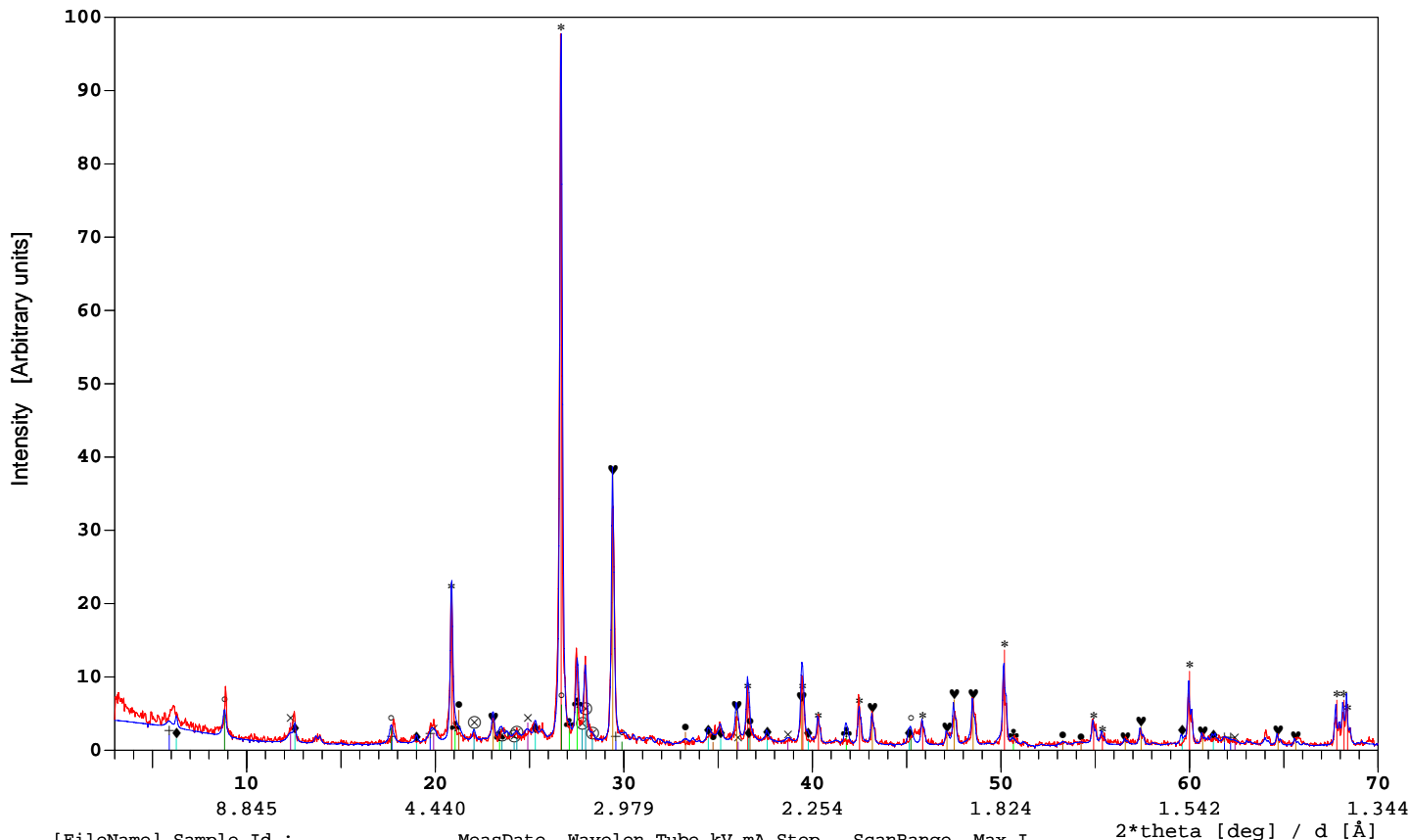
Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	*20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8
+13-0135 MntA Montmorillonite	(Ca,Mg)0.6Al2Si	⊗19-0932 Micr Microcline		KAlSi3O8
⊙26-0911 Illi Illite 2M1	(K,H3O)Al2Si3Al	♦21-1227 Thur Chamosite (Thuringite)		(Fe,Mg,Al)6(Si,
×29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]	♠81-2027 Calc Calcite - synt (revised)		CaCO3
●29-0713 Goet Goethite (revised)	FeO(OH)	▲36-0426 Dolo Dolomite		CaMg(CO3)2

[NE_B121] 121; 6.szervény 10-30cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	42.00	6.00	7.00	12.00	5.00	8.00	5.00	5.00	10.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	6.63					4.49			2.14		
CaO%	5.81		0.21							5.60	
K ₂ O%	1.51			0.66				0.85			
SiO ₂ %	64.42	42.00	3.59	3.17	5.59		5.50	3.24	1.34		
Al ₂ O ₃ %	12.46		1.42	2.69	4.74		1.56	0.92	1.14		
MgO%	0.34		0.22						0.12		
Na ₂ O%	0.95						0.95				
CO ₂ %	4.40									4.40	
H ₂ O%	3.75		0.56	0.48	1.67	0.51			0.54		
LOI %	7.87	0.00	0.56	0.48	1.67	0.51	0.00	0.00	0.26	4.40	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.40	0.70		0.80	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC (CuKa)		34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.18
 Chi square = 1.78
 Full Scale (obs) = 2144 counts
 Full Scale (calc) = 2144 counts
 2theta offset = 0.04 deg



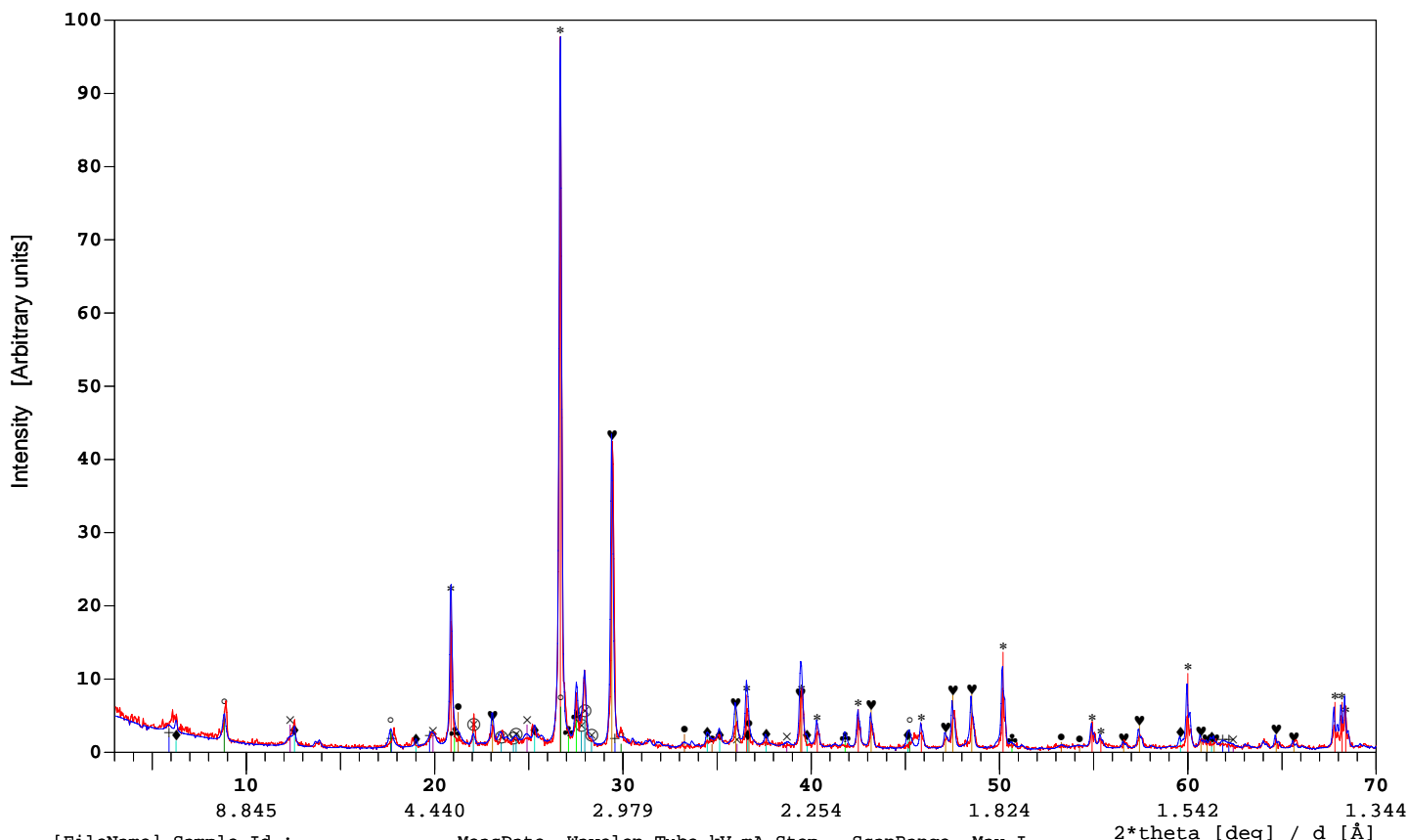
[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b122] 122; 6.szalvény 30-50cm 10-03-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 2429
 [ne_b122] 122; 6.szalvény 30-50cm 11-18-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 2429

Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 •29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
 Reference patterns:
 x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 x19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
 x21-1227 Thur Chamosite (Thuringite) (Fe,Mg,Al)6(Si,
 x81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 x36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2

[NE_B122] 122; 6.szalvény 30-50cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	35.00	5.00	10.00	8.00	5.00	8.00	8.00	6.00	15.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	7.06					4.49			2.57		
CaO%	8.58		0.17							8.40	
K ₂ O%	2.30			0.95				1.35			
SiO ₂ %	58.53	35.00	2.99	4.53	3.72		5.50	5.18	1.61		
Al ₂ O ₃ %	12.57		1.19	3.84	3.16		1.56	1.47	1.37		
MgO%	0.33		0.19						0.14		
Na ₂ O%	0.95						0.95				
CO ₂ %	6.60									6.60	
H ₂ O%	3.41		0.47	0.68	1.12	0.51			0.64		
LOI %	9.68	0.00	0.47	0.68	1.12	0.51	0.00	0.00	0.31	6.60	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.50	0.50		0.90	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.23
 Chi square = 2.30
 Full Scale (obs) = 2429 counts
 Full Scale (calc) = 2429 counts
 2theta offset = 0.0 deg



[FileName] Sample Id.: MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
 [ne_b123] 123; 6.szalvény 50-70cm 10-03-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 3042
 [ne_b123] 123; 6.szalvény 50-70cm 11-18-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 3042

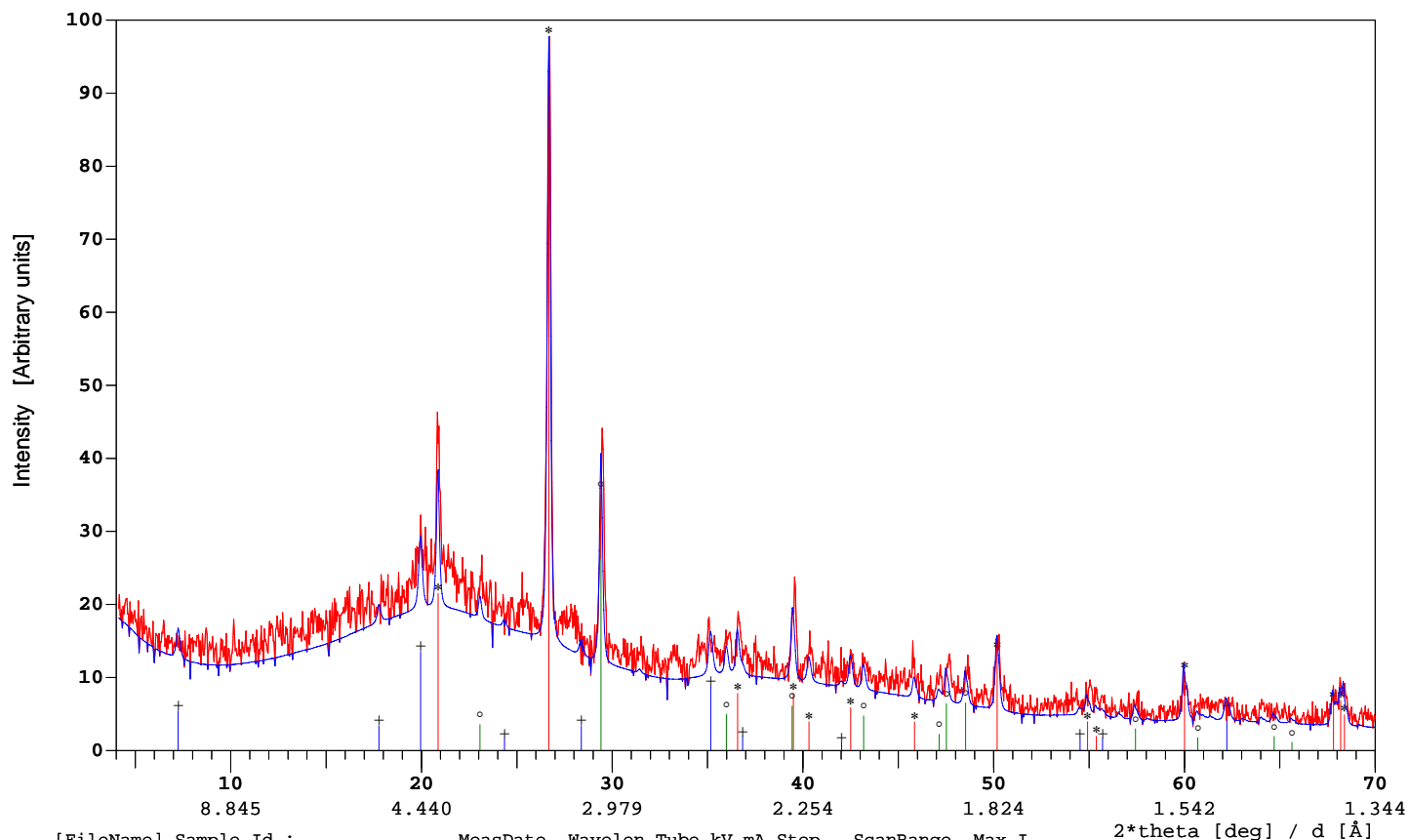
Reference patterns:
 *33-1161 Quar Quartz SiO2
 +13-0135 MntA Montmorillonite (Ca,Mg)0.6Al2Si
 o26-0911 Illi Illite 2M1 (K,H3O)Al2Si3Al
 x29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si2O5(OH)4]
 o29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
 Reference patterns:
 o20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
 x19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
 d21-1227 Thur Chamosite (Thuringite) (Fe,Mg,Al)6(Si,
 h81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
 t36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2

[NE_B123] 123; 6.szalvény 50-70cm

	SUM	Quar	MntA	Illi	Kaol	Goet	Albi	Micr	Thur	Calc	Dolo
Phase%	100.00	35.00	5.00	10.00	8.00	5.00	8.00	6.00	6.00	17.00	0.00
Fe ₂ O ₃ %	7.06					4.49			2.57		
CaO%	9.70		0.17							9.53	
K ₂ O%	1.96			0.95				1.02			
SiO ₂ %	57.24	35.00	2.99	4.53	3.72		5.50	3.89	1.61		
Al ₂ O ₃ %	12.21		1.19	3.84	3.16		1.56	1.10	1.37		
MgO%	0.33		0.19						0.14		
Na ₂ O%	0.95						0.95				
CO ₂ %	7.48									7.48	
H ₂ O%	3.41		0.47	0.68	1.12	0.51			0.64		
LOI %	10.56	0.00	0.47	0.68	1.12	0.51	0.00	0.00	0.31	7.47	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.50	0.50		0.90	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.20	0.40	0.40	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	110	34	34	197	197	987	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	34.1	39.7	29.8	197.7	32.7	48.4	111.1	70.9	46.9
I/Ic		3.60	0.53	0.80	0.60	1.40	0.78	0.92	0.47	3.23	2.60

Profile R = 0.27
 Chi square = 3.22
 Full Scale (obs) = 3042 counts
 Full Scale (calc) = 3042 counts
 2theta offset = 0.04 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



[FileName]	Sample Id.:	MeasDate	Wavelen	Tube	kV	mA	Step	ScanRange	Max.I	
[ne_b124]	124; 7.szervény	0-10cm	10-04-2013	1.5419	Cu	40	35	0.04	4.1-70.1	658
[ne_b124]	124; 7.szervény	0-10cm	11-28-2013	1.5419	(SIMUL)		0.04	4.1-70.1	658	

Reference patterns:

*33-1161	Quar	Quartz	SiO2
+29-1495	IlMo	Illite-Montmorillonite	K.6Al2(Si,Al)4O10(OH)2 nH2O
°81-2027	Calc	Calcite - synt (revised)	CaCO3

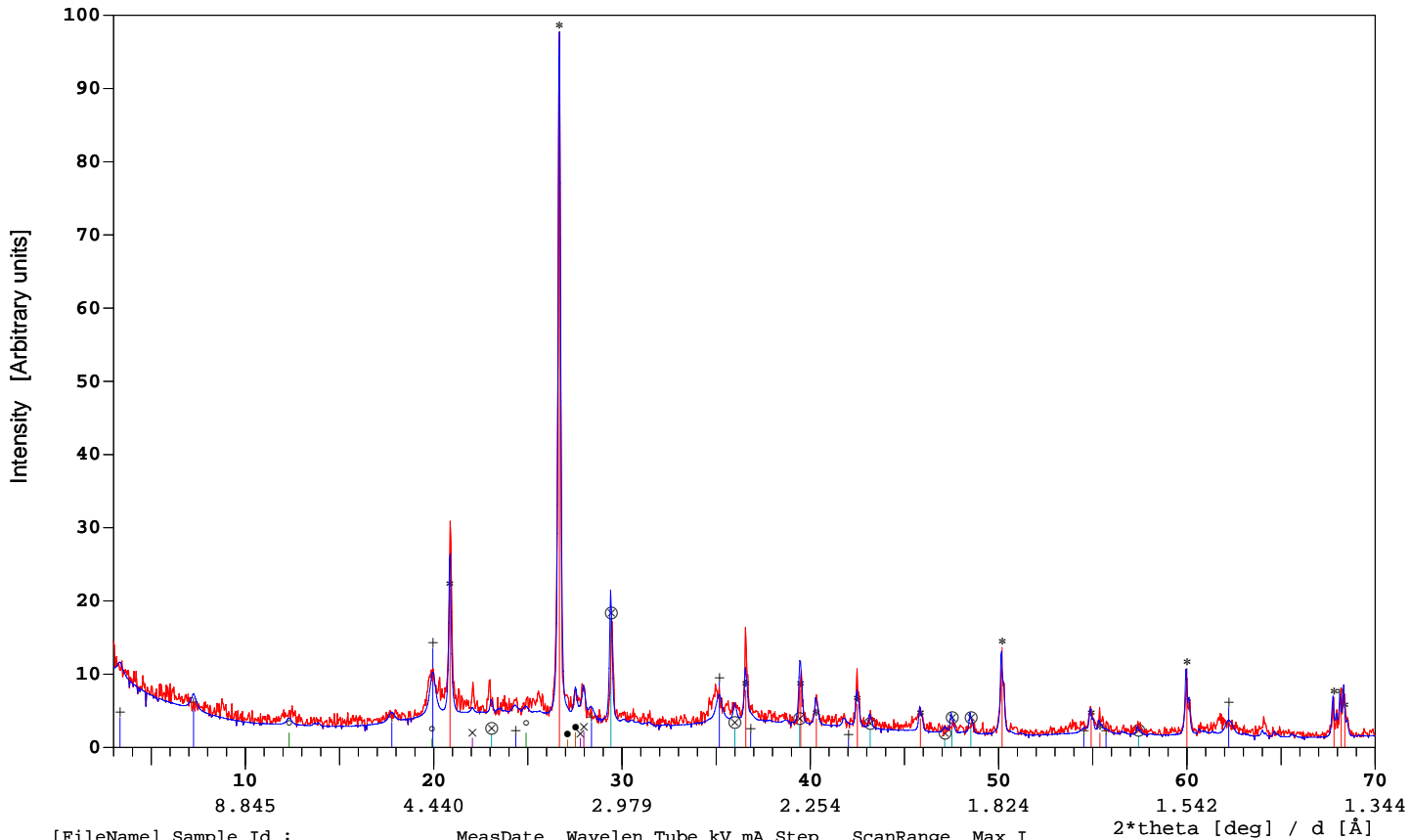
[NE_B124] 124; 7.szervény 0-10cm

	SUM	Quar	IlMo	Calc
Phase%	95.00	50.00	25.00	20.00
CaO%	11.21			11.21
K ₂ O%	2.04		2.04	
SiO ₂ %	62.24	50.00	12.24	
Al ₂ O ₃ %	8.50		8.50	
CO ₂ %	8.79			8.79
H ₂ O%	2.22		2.22	
LOI %	11.02	0.00	2.22	8.79
Orient.	[r]	1.00		1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.16	0.20	0.16
xSize	[nm]	197	110	197
pSize	[um]	1.0	1.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	70.9
I/Ic		3.60	1.00	3.23

Profile R = 0.16
 Chi square = 1.73
 Full Scale (obs) = 658 counts
 Full Scale (calc) = 658 counts
 2theta offset = 0.12 deg

+ nagyon sok szerves! (amorf) >50%

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b125 ] 125; 7.szervény 10-20cm 10-04-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 1450
[ne_b125 ] 125; 7.szervény 10-20cm 11-28-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 1450
```

Reference patterns:

```
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite K.6Al2(Si,Al)4O
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low      NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline      KAlSi3O8
```

Reference patterns:

```
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
x36-0426 Dolo Dolomite           CaMg(CO3)2
```

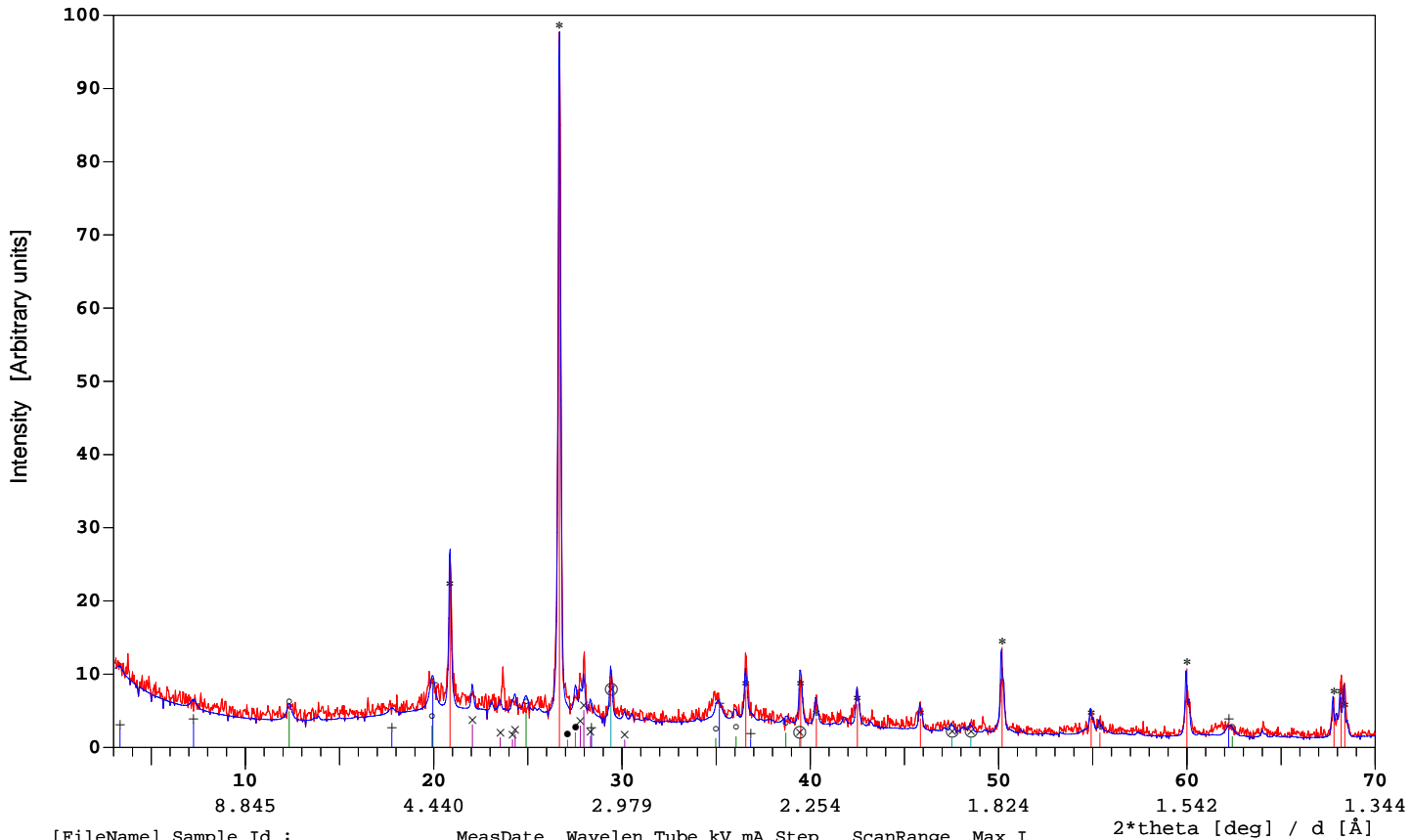
[NE_B125] 125; 7.szervény 10-20cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	50.00	25.00	6.00	5.00	4.00	10.00	0.00
CaO%	5.60						5.60	
K ₂ O%	2.71		2.04			0.68		
SiO ₂ %	71.06	50.00	12.24	2.79	3.44	2.59		
Al ₂ O ₃ %	12.57		8.50	2.37	0.97	0.73		
Na ₂ O%	0.59				0.59			
CO ₂ %	4.40						4.40	
H ₂ O%	3.06		2.22	0.84				
LOI %	7.46	0.00	2.22	0.84	0.00	0.00	4.40	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	0.50	0.50	0.90	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.16	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	197	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC (CuKa)		34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

Profile R = 0.16
 Chi square = 1.69
 Full Scale (obs) = 1450 counts
 Full Scale (calc) = 1450 counts
 2theta offset = 0.0 deg

még ebben is jelentős az amorf (szerves) tartalom

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b126 ] 126;      8.szervény 0-20cm 10-04-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.1-70.1  1497
[ne_b126 ] 126;      8.szervény 0-20cm 12-01-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.1-70.1  1497
```

Reference patterns:

```
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite  K.6Al2(Si,Al)4O
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low      NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline      KAlSi3O8
```

Reference patterns:

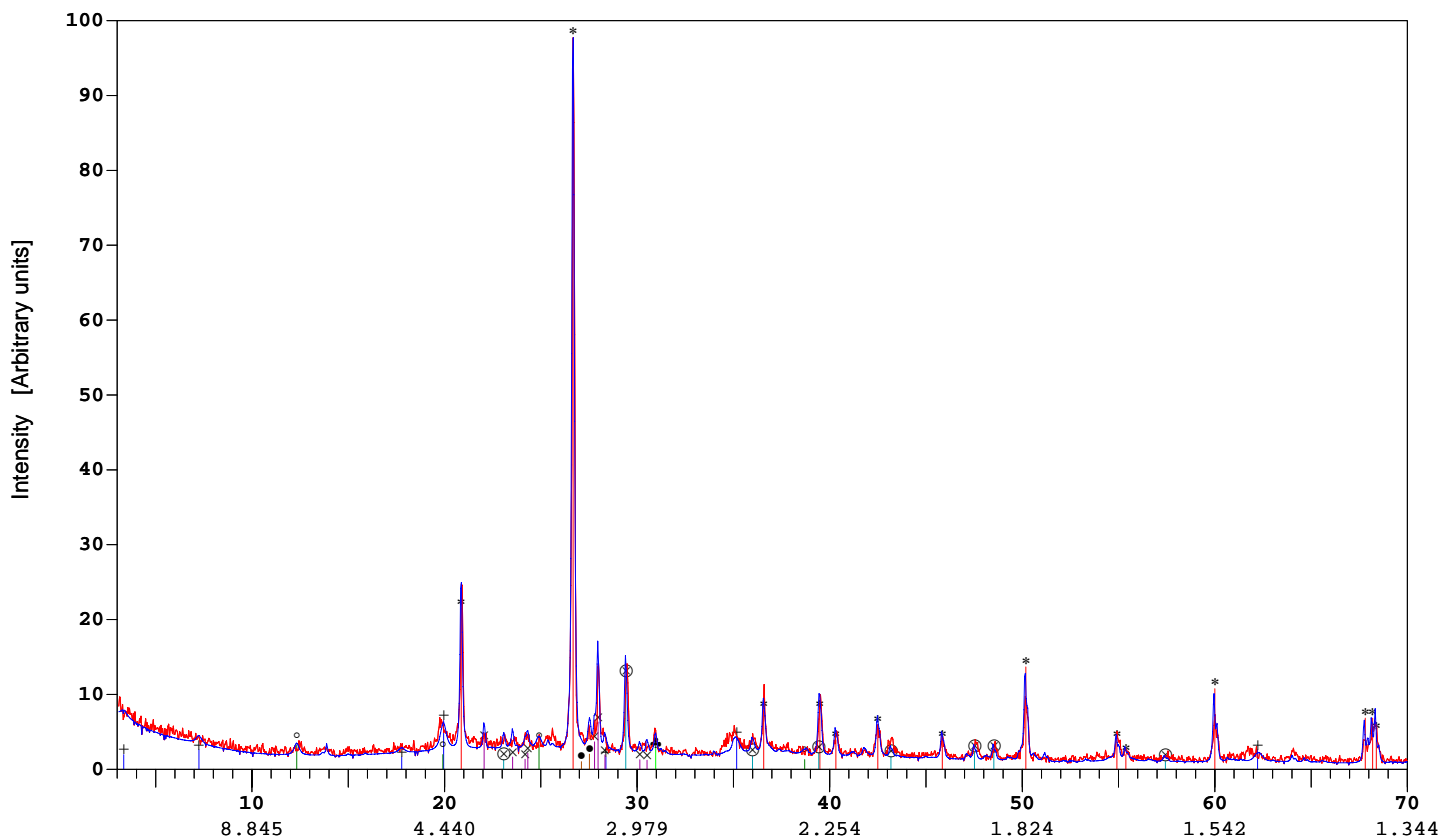
```
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
x36-0426 Dolo Dolomite           CaMg(CO3)2
```

[NE_B126] 126; 8.szervény 0-20cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	50.00	15.00	15.00	12.00	4.00	4.00	0.00
CaO%	2.24						2.24	
K ₂ O%	1.90		1.22			0.68		
SiO ₂ %	75.17	50.00	7.35	6.98	8.25	2.59		
Al ₂ O ₃ %	14.09		5.10	5.92	2.33	0.73		
Na ₂ O%	1.42				1.42			
CO ₂ %	1.76						1.76	
H ₂ O%	3.43		1.33	2.09				
LOI %	5.19	0.00	1.33	2.09	0.00	0.00	1.76	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	0.50	0.90	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.11	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

Profile R = 0.15
 Chi square = 1.61
 Full Scale (obs) = 1497 counts
 Full Scale (calc) = 1497 counts
 2theta offset = 0.08 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



[FileName]	Sample Id.:	MeasDate	Wavelen	Tube	kV	mA	Step	ScanRange	Max.I	
[ne_b127]	127;	8.szervény 20-50cm	10-08-2013	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.1-70.1	2014
[ne_b127]	127;	8.szervény 20-50cm	12-01-2013	1.5419	(SIMUL)	0.04		3.1-70.1	2014	

Reference patterns:

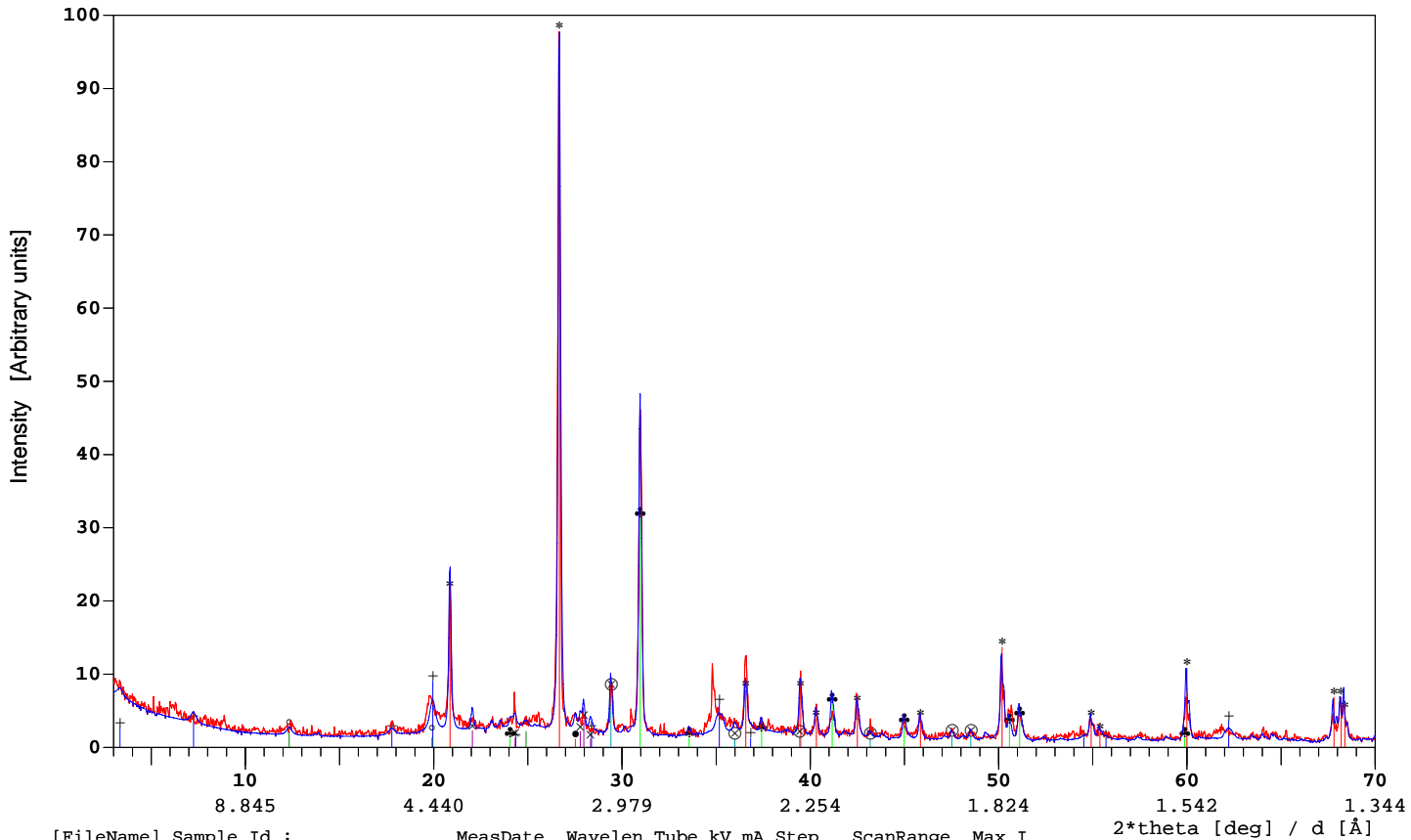
*33-1161	Quar	Quartz	SiO2	*81-2027	Calc	Calcite - synt (revised)	CaCO3
+29-1495	IlMo	Illite-Montmorillonite	K.6Al2(Si,Al)4O	*36-0426	Dolo	Dolomite	CaMg(CO3)2
+29-1488	Kaol	Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]				
x20-0554	Albi	Albite, low	NaAlSi3O8				
•19-0932	Micr	Microcline	KAlSi3O8				

[NE_B127] 127; 8.szervény 20-50cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	50.00	12.00	10.00	15.00	4.00	7.00	2.00
CaO%	4.53						3.92	0.61
K ₂ O%	1.65		0.98			0.68		
SiO ₂ %	73.43	50.00	5.88	4.65	10.31	2.59		
Al ₂ O ₃ %	11.68		4.08	3.95	2.92	0.73		
MgO%	0.44							0.44
Na ₂ O%	1.77				1.77			
CO ₂ %	4.03						3.08	0.95
H ₂ O%	2.46		1.07	1.40				
LOI %	6.50	0.00	1.07	1.40	0.00	0.00	3.08	0.95
Orient.	[r]	1.00		1.00	0.60	0.50	0.90	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.10	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

Profile R = 0.18
 Chi square = 1.83
 Full Scale (obs) = 2014 counts
 Full Scale (calc) = 2014 counts
 2theta offset = 0.08 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b128 ] 128;           9.szervény 0-5cm 10-08-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04   3.0-70.0  1988
[ne_b128 ] 128;           9.szervény 0-5cm 12-01-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04   3.0-70.0  1988
```

Reference patterns:

```
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite K.6Al2(Si,Al)4O
+29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low      NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline       KAlSi3O8

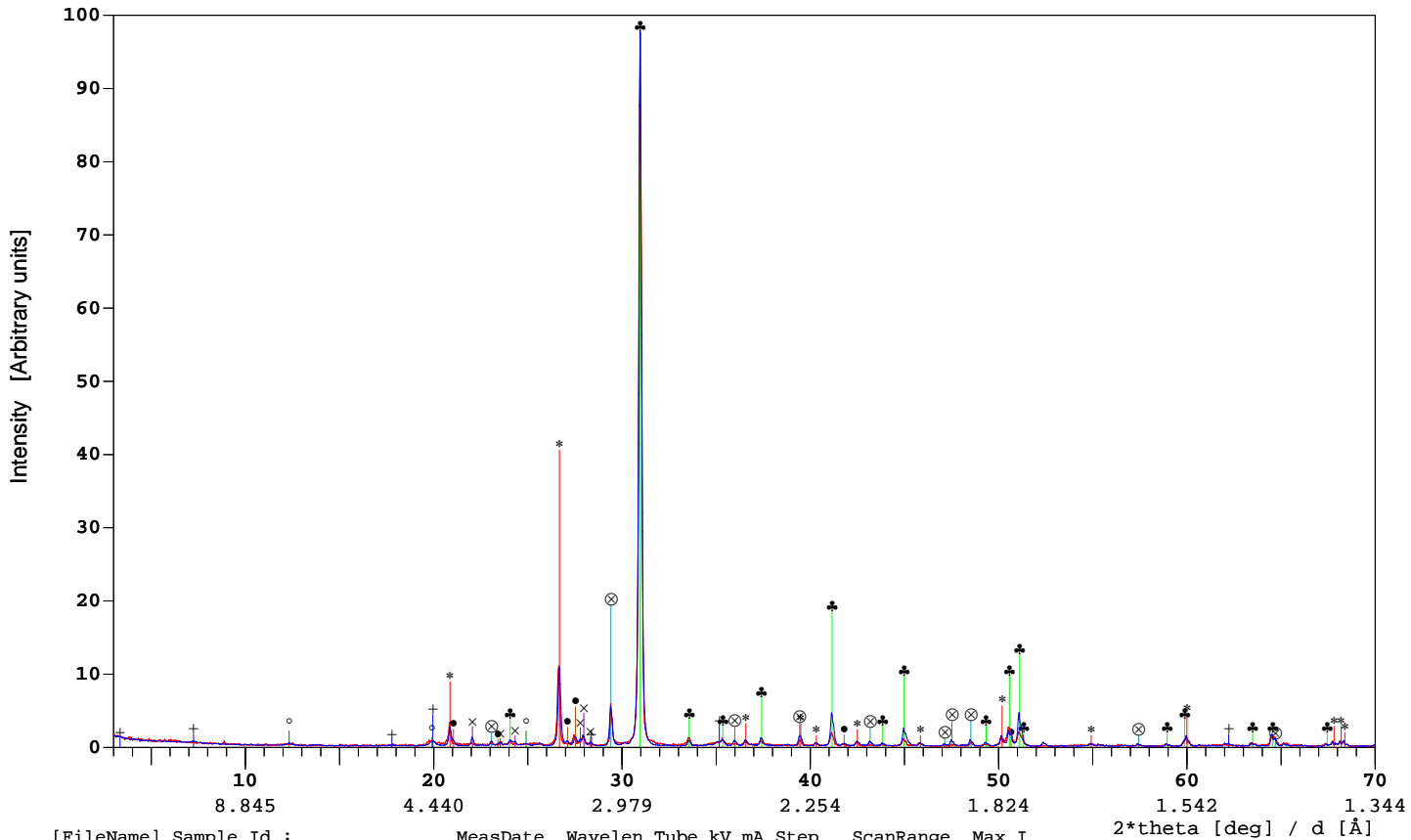
Reference patterns:
x81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
+36-0426 Dolo Dolomite         CaMg(CO3)2
```

[NE_B128] 128; 9.szervény 0-5cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	45.00	15.00	6.00	8.00	2.00	4.00	20.00
CaO%	8.32						2.24	6.08
K ₂ O%	1.56		1.22			0.34		
SiO ₂ %	61.93	45.00	7.35	2.79	5.50	1.30		
Al ₂ O ₃ %	9.39		5.10	2.37	1.56	0.37		
MgO%	4.37							4.37
Na ₂ O%	0.95				0.95			
CO ₂ %	11.31						1.76	9.55
H ₂ O%	2.17		1.33	0.84				
LOI %	13.48	0.00	1.33	0.84	0.00	0.00	1.76	9.55
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	0.50	0.90	0.70
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.11	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

```
Profile R = 0.18
Chi square = 1.90
Full Scale (obs) = 1988 counts
Full Scale(calc) = 1988 counts
2theta offset = 0.0 deg
```

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b129 ] 129; 9.szervény 5-10cm 10-08-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0 10832
[ne_b129 ] 129; 9.szervény 5-10cm 12-01-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0 10832
```

Reference patterns:

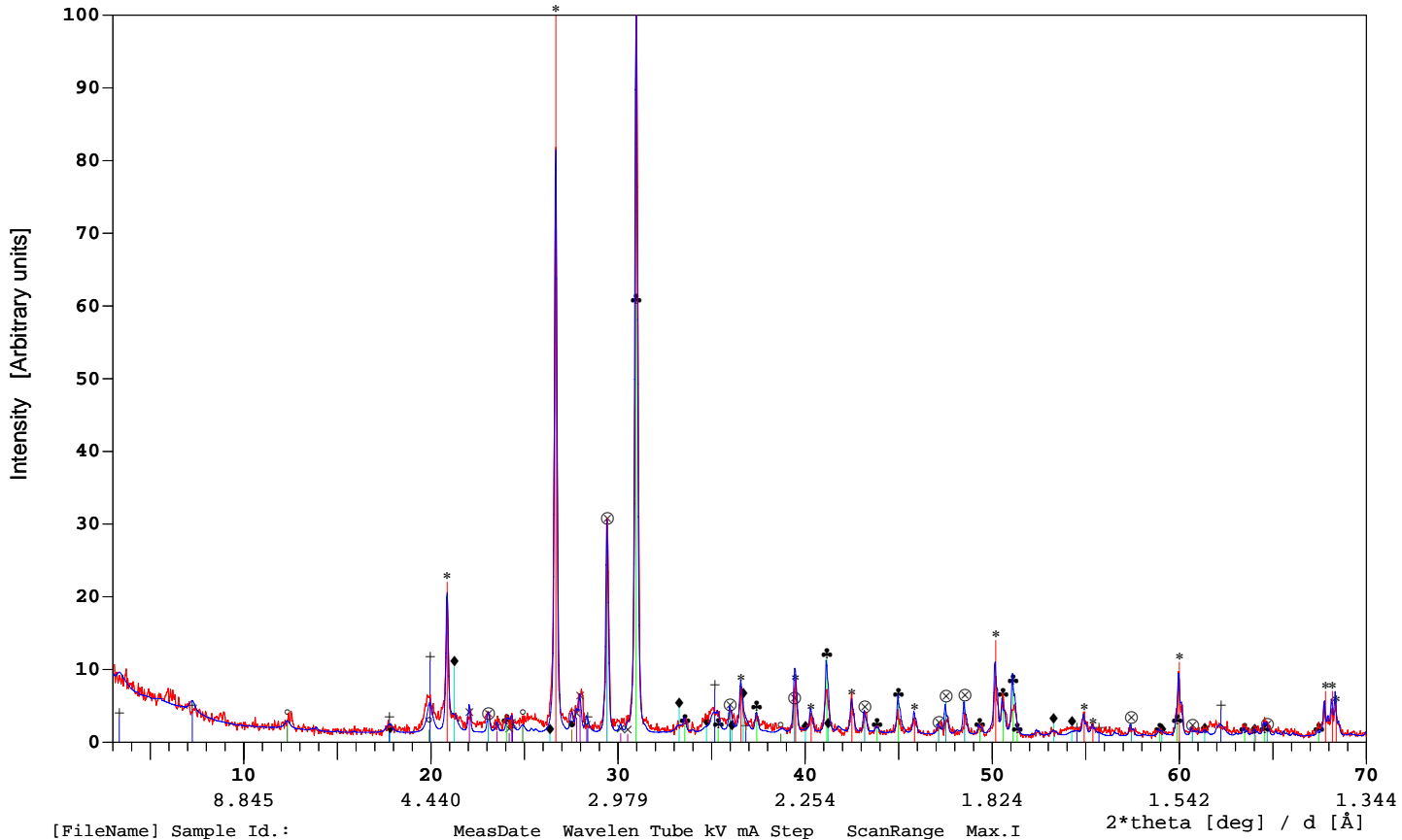
*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite	K.6Al2(Si,Al)4O		*36-0426 Dolo Dolomite	CaMg(CO3)2
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]			
x20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8			
•19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8			

[NE_B129] 129; 9.szervény 5-10cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	15.00	6.00	5.00	8.00	8.00	8.00	50.00
CaO%	19.69						4.48	15.21
K ₂ O%	1.84		0.49			1.35		
SiO ₂ %	30.95	15.00	2.94	2.33	5.50	5.18		
Al ₂ O ₃ %	7.04		2.04	1.97	1.56	1.47		
MgO%	10.93							10.93
Na ₂ O%	0.95				0.95			
CO ₂ %	27.38						3.52	23.87
H ₂ O%	1.23		0.53	0.70				
LOI %	28.61	0.00	0.53	0.70	0.00	0.00	3.52	23.86
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	1.00	0.90	0.35
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.11	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC (CuKa)		34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

Profile R = 0.21
 Chi square = 3.08
 Full Scale (obs) = 10832 counts
 Full Scale (calc) = 10832 counts
 2theta offset = -0.04 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b130 ] 130; 9.szervény 10-20cm 10-09-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0  1869
[ne_b130 ] 130; 9.szervény 10-20cm 12-01-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  1869
```

```
Reference patterns:
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite K.6Al2(Si,Al)4O
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low      NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline       KAlSi3O8

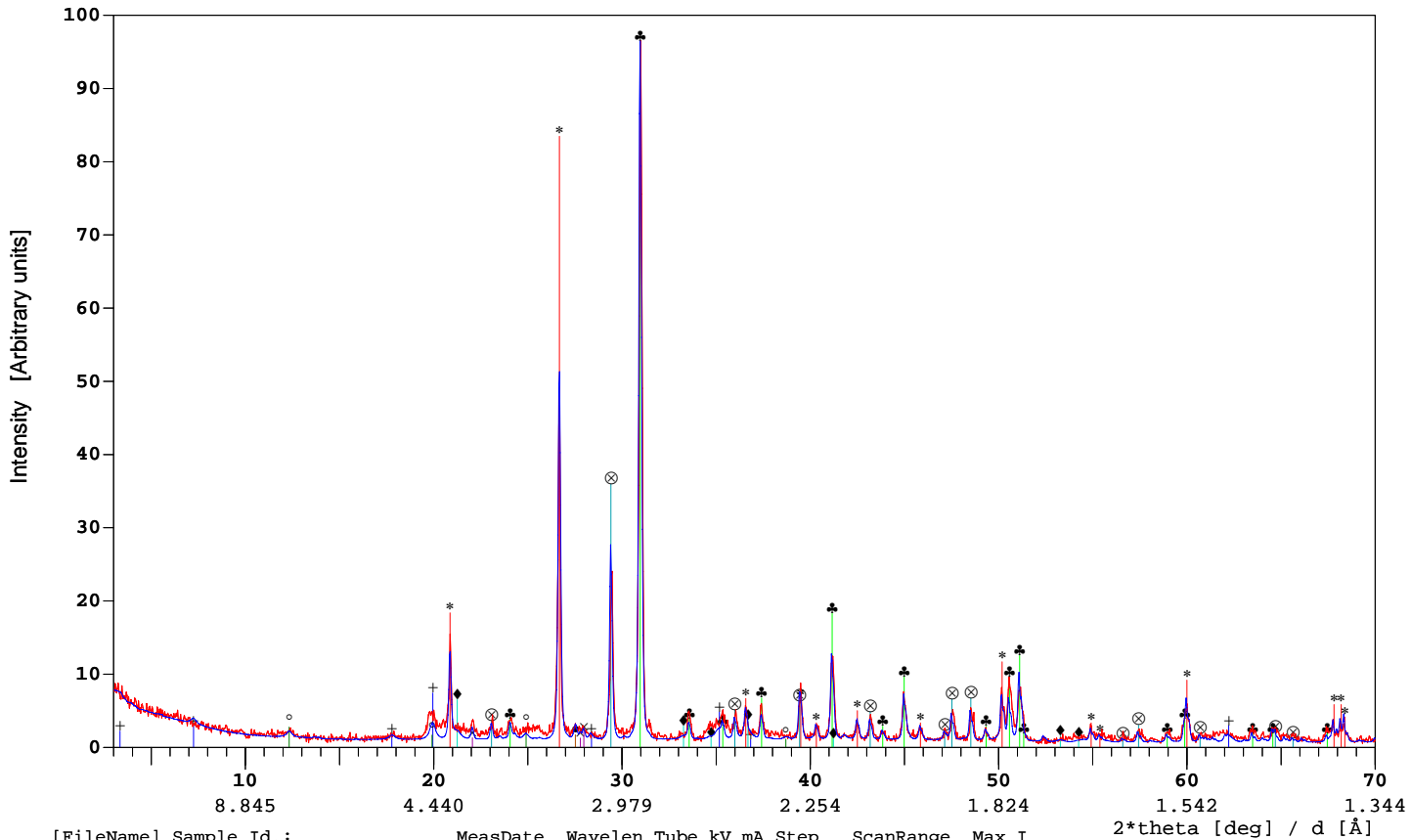
Reference patterns:
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
x36-0426 Dolo Dolomite         CaMg(CO3)2
d29-0713 Goet Goethite (revised) FeO(OH)
```

[NE_B130] 130; 9.szervény 10-20cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo	Goet
Phase%	100.00	30.00	12.00	5.00	8.00	2.00	10.00	25.00	8.00
Fe ₂ O ₃ %	7.19								7.19
CaO%	13.21						5.60	7.60	
K ₂ O%	1.32		0.98			0.34			
SiO ₂ %	45.00	30.00	5.88	2.33	5.50	1.30			
Al ₂ O ₃ %	7.98		4.08	1.97	1.56	0.37			
MgO%	5.46							5.46	
Na ₂ O%	0.95				0.95				
CO ₂ %	16.33						4.40	11.93	
H ₂ O%	2.58		1.07	0.70					0.81
LOI %	18.91	0.00	1.07	0.70	0.00	0.00	4.40	11.93	0.81
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	0.50	0.80	0.55	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.11	0.16	0.12	0.12	0.45
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987	29
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9	197.7
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60	1.40

Profile R = 0.21
 Chi square = 2.11
 Full Scale (obs) = 1869 counts
 Full Scale (calc) = 1869 counts
 2theta offset = 0.04 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



[FileName]	Sample Id.:	MeasDate	Wavelen	Tube	kV	mA	Step	ScanRange	Max.I	
[ne_b131]	131;	9.szervény 20-40cm	10-09-2013	1.5419	Cu	40	35	0.04	3.0-70.0	1961
[ne_b131]	131;	9.szervény 20-40cm	12-01-2013	1.5419	(SIMUL)		0.04	3.0-70.0	1961	

Reference patterns:

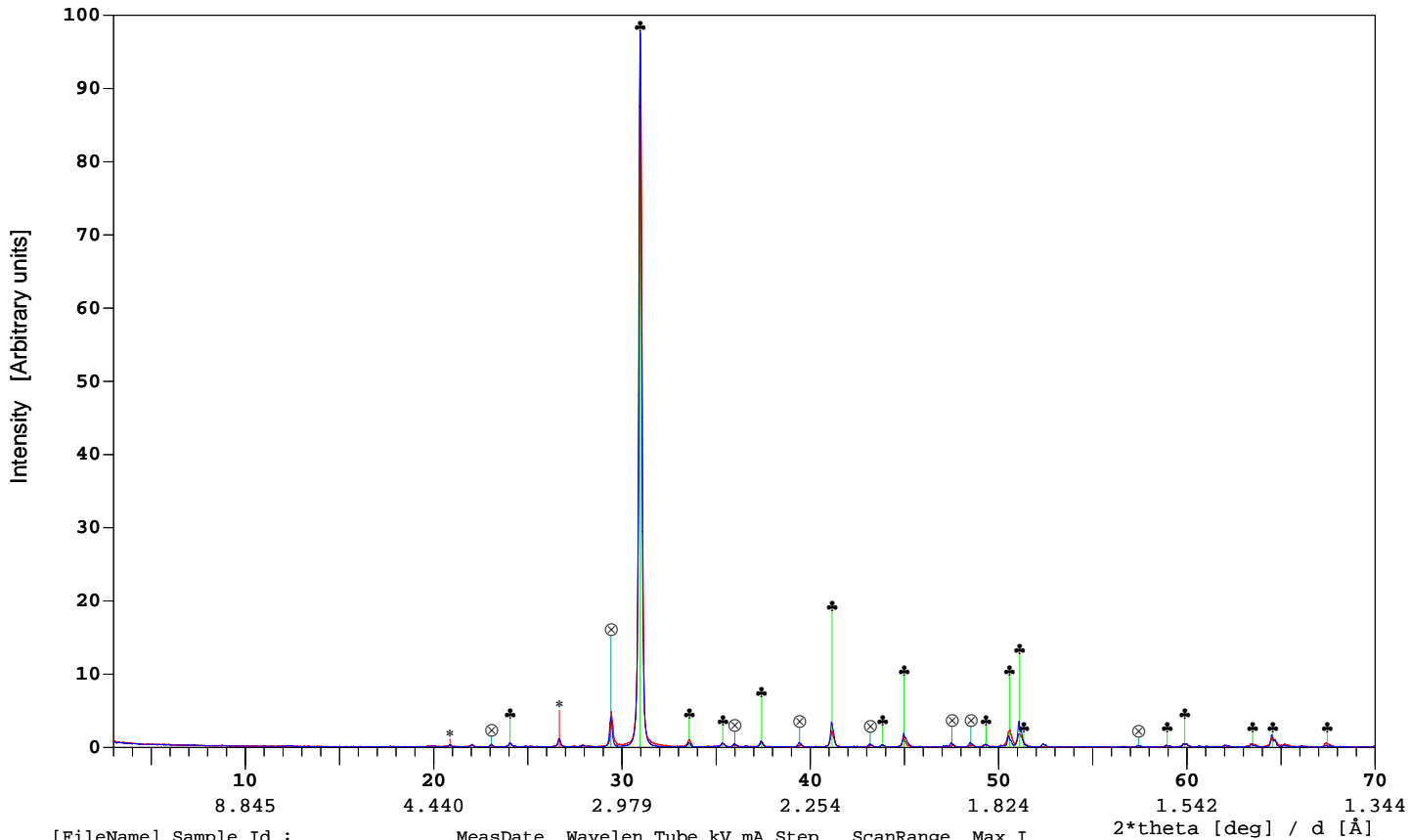
*33-1161	Quar	Quartz	SiO2	81-2027	Calc	Calcite - synt (revised)	CaCO3
+29-1495	IlMo	Illite-Montmorillonite	K.6Al2(Si,Al)4O	36-0426	Dolo	Dolomite	CaMg(CO3)2
o29-1488	Kaol	Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si205(OH)4]	29-0713	Goet	Goethite (revised)	FeO(OH)
x20-0554	Albi	Albite, low	NaAlSi3O8				
•19-0932	Micr	Microcline	KAlSi3O8				

[NE_B131] 131; 9.szervény 20-40cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo	Goet
Phase%	100.00	25.00	8.00	5.00	3.00	2.00	12.00	40.00	5.00
Fe ₂ O ₃ %	4.49								4.49
CaO%	18.89						6.72	12.16	
K ₂ O%	0.99		0.65			0.34			
SiO ₂ %	34.60	25.00	3.92	2.33	2.06	1.30			
Al ₂ O ₃ %	5.64		2.72	1.97	0.58	0.37			
MgO%	8.74							8.74	
Na ₂ O%	0.35				0.35				
CO ₂ %	24.37						5.28	19.09	
H ₂ O%	1.92		0.71	0.70					0.51
LOI %	26.28	0.00	0.71	0.70	0.00	0.00	5.28	19.09	0.51
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	0.50	0.80	0.65	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.11	0.16	0.12	0.12	0.45
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987	29
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9	197.7
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60	1.40

Profile R = 0.22
 Chi square = 2.05
 Full Scale (obs) = 1961 counts
 Full Scale (calc) = 1961 counts
 2theta offset = 0.04 deg

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate Wavelen Tube kV mA Step ScanRange Max.I
[ne_b132 ] 132; 9.szervény 40-50cm 10-09-2013 1.5419 Cu 40 35 0.04 3.0-70.0 18860
[ne_b132 ] 132; 9.szervény 40-50cm 12-01-2013 1.5419 (SIMUL) 0.04 3.0-70.0 18860
```

Reference patterns:

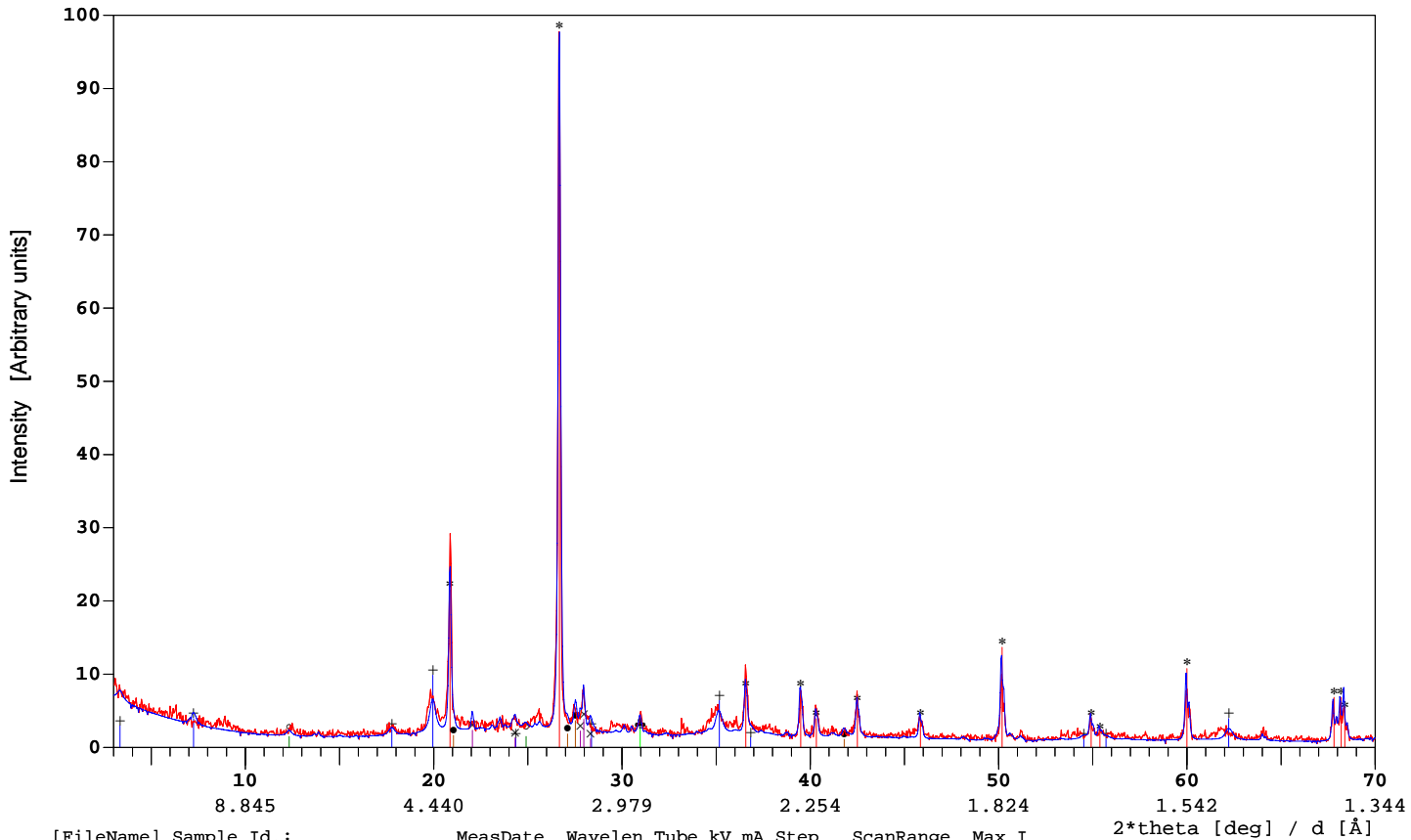
```
*33-1161 Quar Quartz SiO2
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite K.6Al2(Si,Al)4O
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline KAlSi3O8
Reference patterns:
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
*36-0426 Dolo Dolomite CaMg(CO3)2
```

[NE_B132] 132; 9.szervény 40-50cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	3.00	2.00	3.00	2.00	0.00	10.00	80.00
CaO%	29.93						5.60	24.33
K ₂ O%	0.16		0.16					
SiO ₂ %	6.75	3.00	0.98	1.40	1.37			
Al ₂ O ₃ %	2.25		0.68	1.18	0.39			
MgO%	17.49							17.49
Na ₂ O%	0.24				0.24			
CO ₂ %	42.58						4.40	38.19
H ₂ O%	0.60		0.18	0.42				
LOI %	43.18	0.00	0.18	0.42	0.00	0.00	4.40	38.18
Orient.	[r]	1.00		1.00	1.00	0.50	0.80	0.30
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.11	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC (CuKa)		34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

```
Profile R = 0.23
Chi square = 3.18
Full Scale (obs) = 18860 counts
Full Scale (calc) = 18860 counts
2theta offset = 0.0 deg
```

RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b133 ] 133; 10. szelvény 0-10cm 10-10-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0  2178
[ne_b133 ] 133; 10. szelvény 0-10cm 12-01-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  2178
```

```
Reference patterns:
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite K.6Al2(Si,Al)4O
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low      NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline       KAlSi3O8

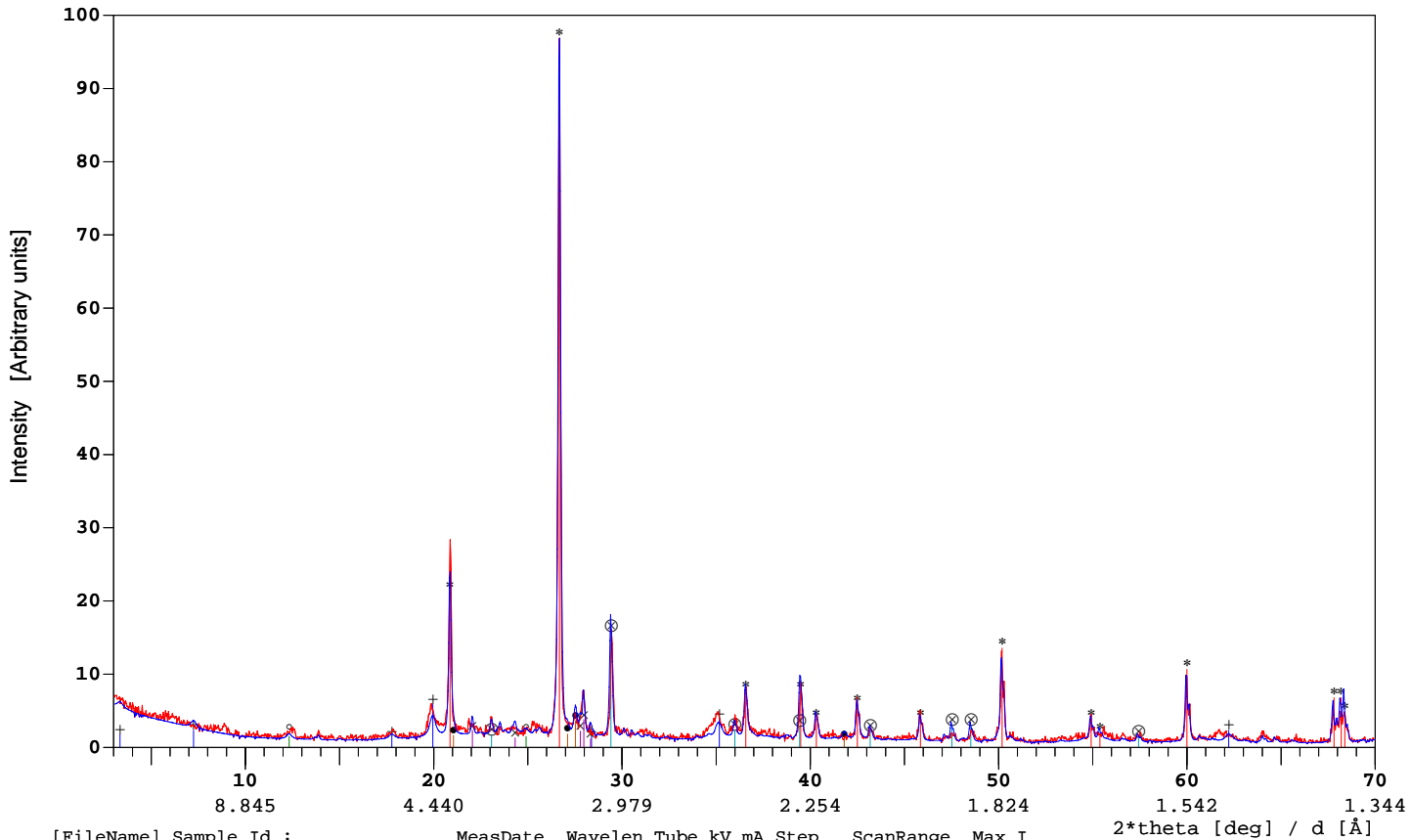
Reference patterns:
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
x36-0426 Dolo Dolomite         CaMg(CO3)2
```

[NE_B133] 133; 10. szelvény 0-10cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	55.00	20.00	5.00	10.00	8.00	0.00	2.00
CaO%	0.61							0.61
K ₂ O%	2.98		1.63			1.35		
SiO ₂ %	79.18	55.00	9.79	2.33	6.87	5.18		
Al ₂ O ₃ %	12.18		6.80	1.97	1.94	1.47		
MgO%	0.44							0.44
Na ₂ O%	1.18				1.18			
CO ₂ %	0.95							0.95
H ₂ O%	2.48		1.78	0.70				
LOI %	3.43	0.00	1.78	0.70	0.00	0.00	0.00	0.95
Orient.	[r]	1.00		1.00	0.80	0.80	0.90	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.10	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

```
Profile R = 0.18
Chi square = 1.79
Full Scale (obs) = 2178 counts
Full Scale (calc) = 2178 counts
2theta offset = 0.04 deg
```

RCNS HAS - Bp.Hungary



```

[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b134 ] 134; 10. szelvény 10-30cm 10-10-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0  2487
[ne_b134 ] 134; 10. szelvény 10-30cm 12-01-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  2487
  
```

```

Reference patterns:
*33-1161 Quar Quartz           SiO2
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite K.6Al2(Si,Al)4O
o29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised) Al2[Si205(OH)4]
x20-0554 Albi Albite, low      NaAlSi3O8
•19-0932 Micr Microcline       KAlSi3O8

Reference patterns:
o81-2027 Calc Calcite - synt (revised) CaCO3
+36-0426 Dolo Dolomite         CaMg(CO3)2
  
```

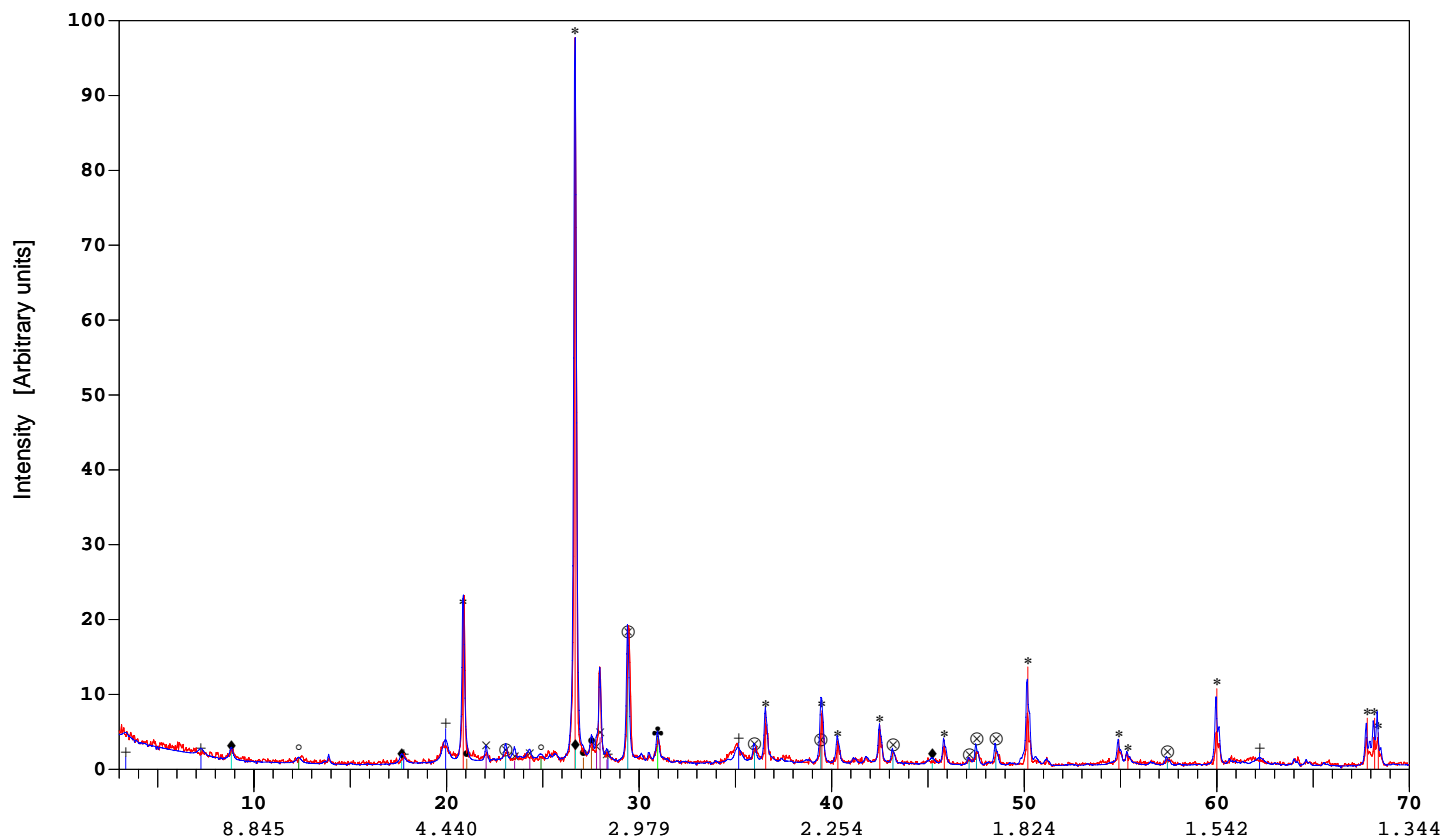
[NE_B134] 134; 10. szelvény 10-30cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo
Phase%	100.00	55.00	12.00	5.00	10.00	8.00	10.00	0.00
CaO%	5.60						5.60	
K ₂ O%	2.33		0.98			1.35		
SiO ₂ %	75.26	55.00	5.88	2.33	6.87	5.18		
Al ₂ O ₃ %	9.46		4.08	1.97	1.94	1.47		
Na ₂ O%	1.18				1.18			
CO ₂ %	4.40						4.40	
H ₂ O%	1.77		1.07	0.70				
LOI %	6.16	0.00	1.07	0.70	0.00	0.00	4.40	0.00
Orient.	[r]	1.00		1.00	0.80	0.80	0.90	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.10	0.16	0.12	0.12
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
MAC	(CuKα)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60

```

Profile R = 0.18
Chi square = 1.93
Full Scale (obs) = 2487 counts
Full Scale (calc) = 2487 counts
2theta offset = 0.04 deg
  
```


RCNS HAS - Bp.Hungary



```
[FileName] Sample Id.:           MeasDate  Wavelen Tube kV mA Step  ScanRange  Max.I
[ne_b135 ] 135; 10. szelvény 30-40cm 10-14-2013 1.5419  Cu 40 35 0.04  3.0-70.0  3414
[ne_b135 ] 135; 10. szelvény 30-40cm 12-01-2013 1.5419  (SIMUL) 0.04  3.0-70.0  3414
```

Reference patterns:

*33-1161 Quar Quartz	SiO2	Reference patterns:	81-2027 Calc Calcite - synt (revised)	CaCO3
+29-1495 IlMo Illite-Montmorillonite	K.6Al2(Si,Al)4O	36-0426 Dolo Dolomite	26-0911 Illi Illite 2M1	CaMg(CO3)2
29-1488 Kaol Kaolinite 1Md (revised)	Al2[Si2O5(OH)4]			(K,H3O)Al2Si3Al
x20-0554 Albi Albite, low	NaAlSi3O8			
19-0932 Micr Microcline	KAlSi3O8			

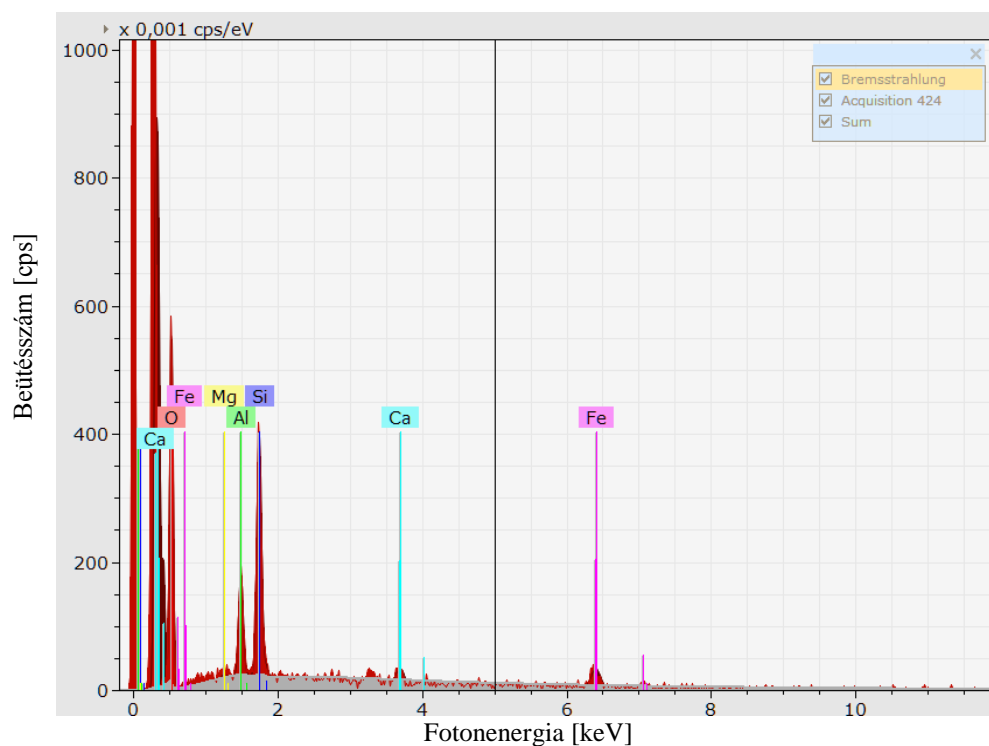
[NE_B135] 135; 10. szelvény 30-40cm

	SUM	Quar	IlMo	Kaol	Albi	Micr	Calc	Dolo	Illi
Phase%	100.00	50.00	10.00	5.00	10.00	6.00	10.00	3.00	6.00
CaO%	6.52						5.60	0.91	
K ₂ O%	2.40		0.81			1.02			0.57
SiO ₂ %	70.70	50.00	4.90	2.33	6.87	3.89			2.72
Al ₂ O ₃ %	10.72		3.40	1.97	1.94	1.10			2.31
MgO%	0.66							0.66	
Na ₂ O%	1.18				1.18				
CO ₂ %	5.83						4.40	1.43	
H ₂ O%	2.00		0.89	0.70					0.41
LOI %	7.82	0.00	0.89	0.70	0.00	0.00	4.40	1.43	0.41
Orient.	[r]	1.00		1.00	0.50	0.80	0.90	1.00	1.00
Shape	[exp]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FWHM:	[0.11]	0.12	0.35	0.30	0.10	0.16	0.12	0.12	0.20
xSize	[nm]	987	41	52	>1000	197	987	987	110
pSize	[um]	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0
MAC	(CuKa)	34.5	38.2	29.8	32.7	48.4	70.9	46.9	39.7
I/Ic		3.60	1.00	0.60	0.78	0.92	3.23	2.60	0.80

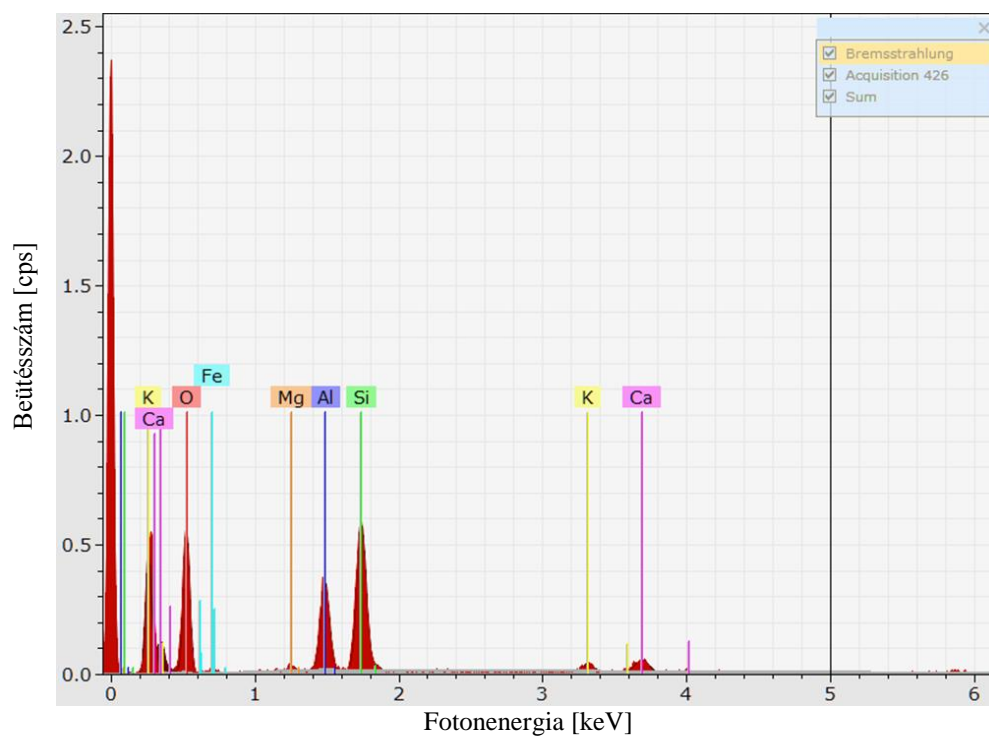
Profile R = 0.24
 Chi square = 2.78
 Full Scale (obs) = 3414 counts
 Full Scale (calc) = 3414 counts
 2theta offset = 0.0 deg

6. Melléklet

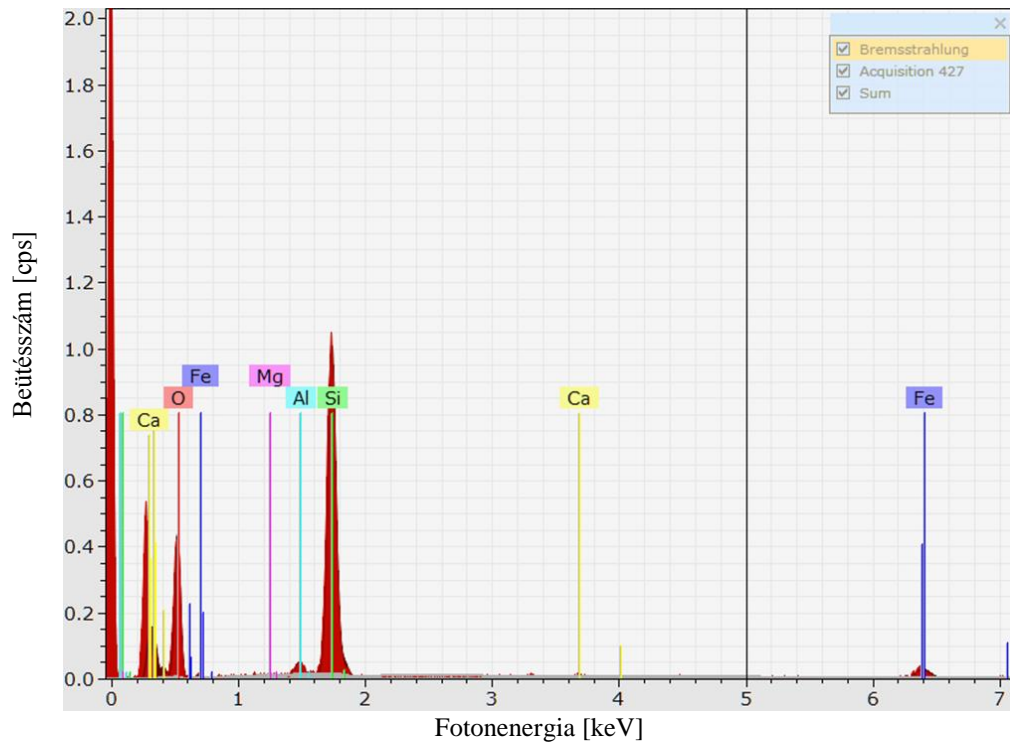
Talajminta-frakciók EDX spektrumai



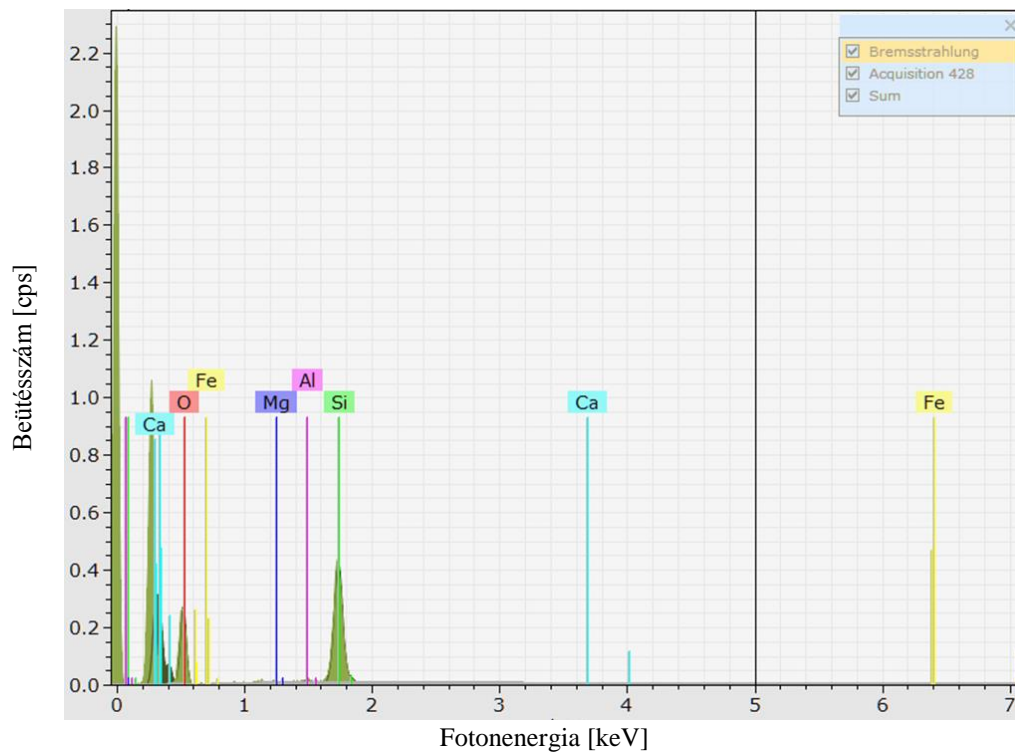
VARE 4. talajszelvény 0-10 cm - teljes talajminta (<2mm) röntgenspektruma



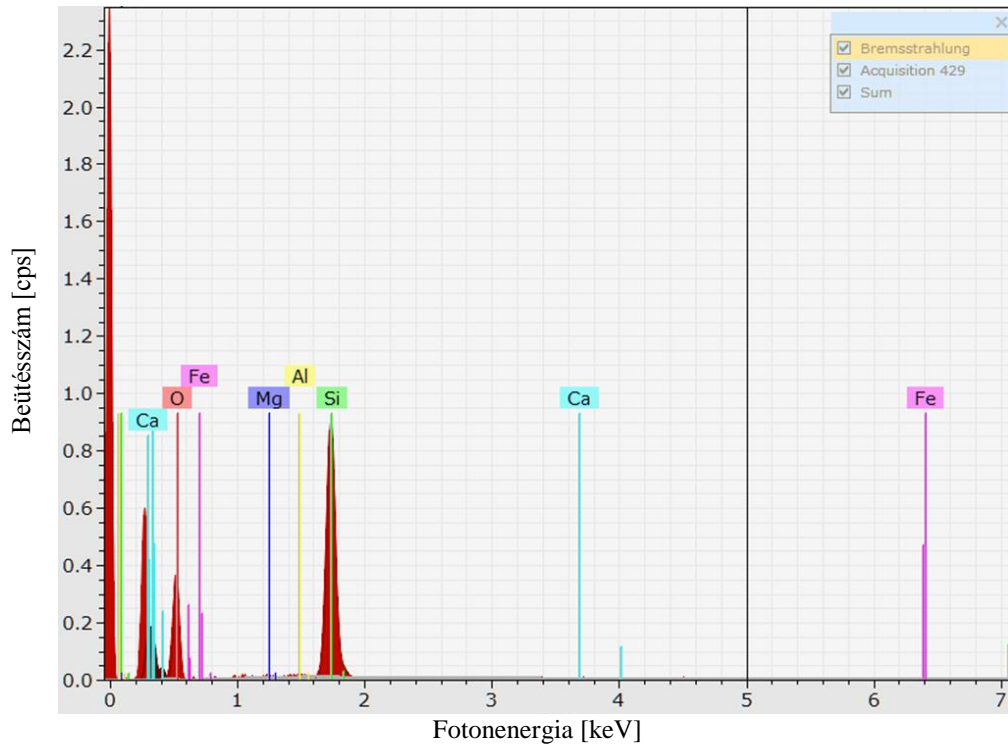
VARE 4. talajszelvény 0-10 cm - agyag frakció röntgenspektruma



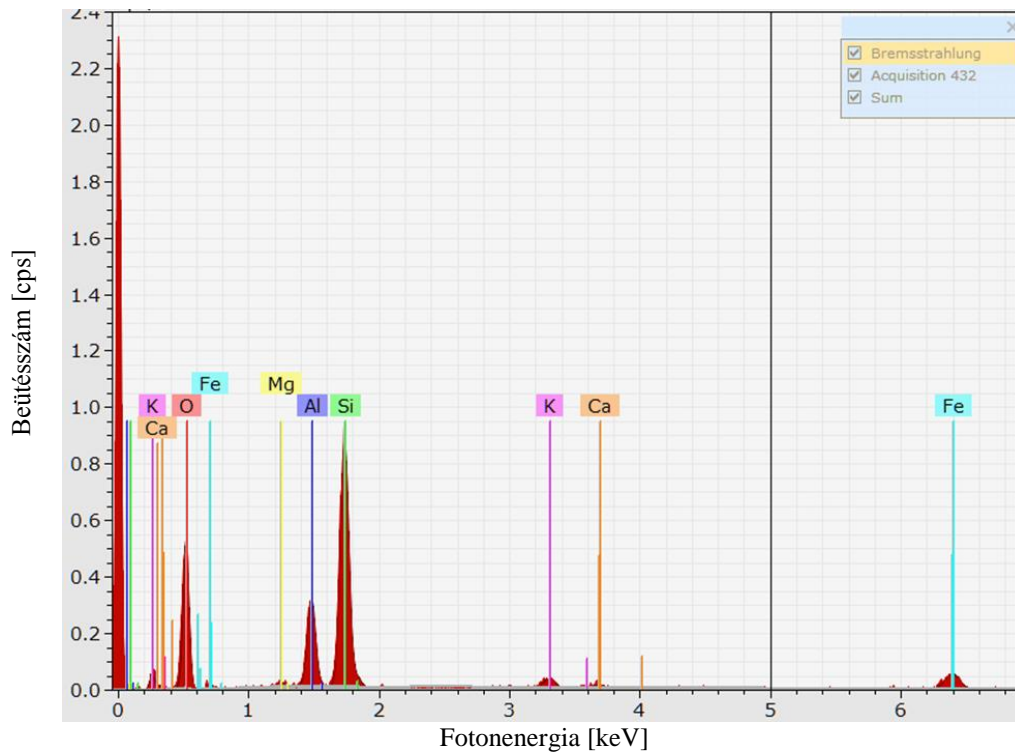
VARE 4. talajszelvény 0-10 cm - finom homok frakció röntgenspektruma



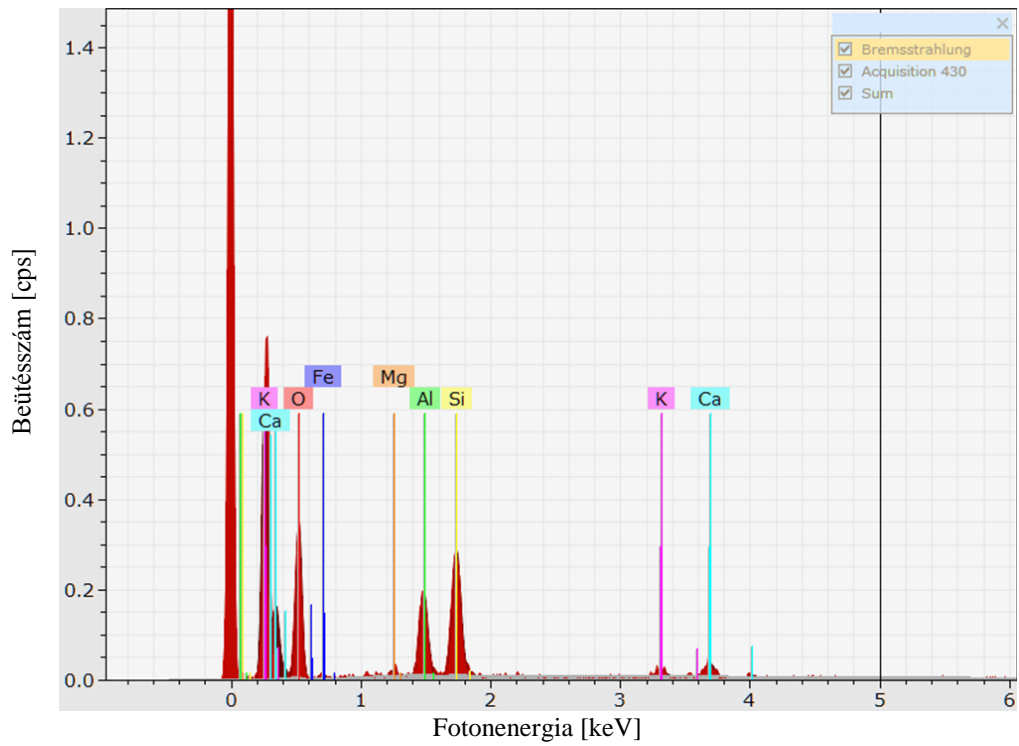
VARE 4. talajszelvény 0-10 cm - durva homok frakció röntgenspektruma



VARE 4. talajszelvény 0-10 cm - durva homok frakció_2 röntgenspektruma



VARE 4. talajszelvény 10-30 cm - teljes talajminta (<2mm) röntgenspektruma



VARE 4. talajszelvény 10-30 cm - agyag frakció röntgenspektruma