

**A**

---

**BAKONY**

---

**TERMÉSZET-**

---

**TUDOMÁNYI**

---

**KUTATÁSÁNAK**

---

**EREDMÉNYEI**

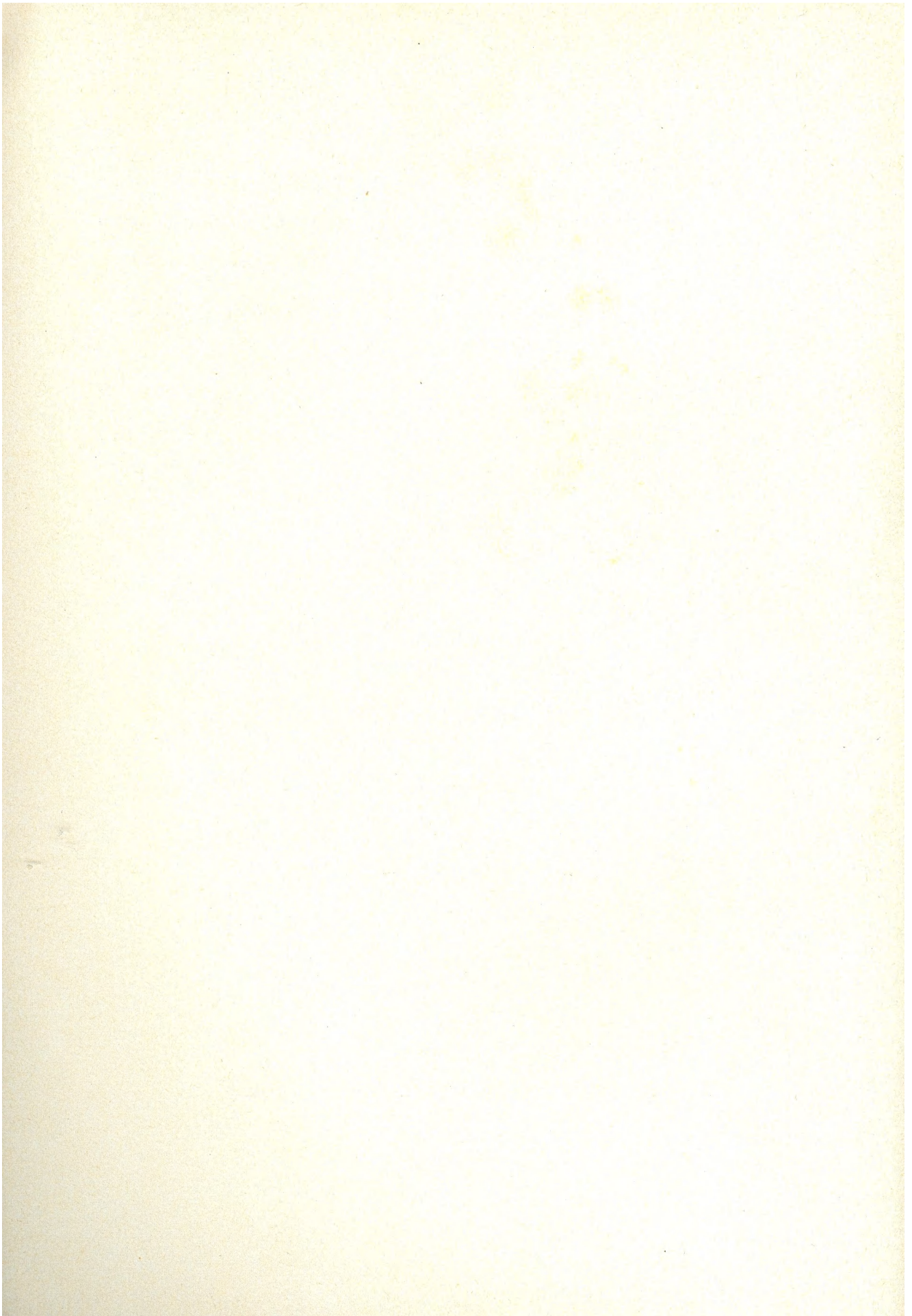
---

**10**



**A Bakony  
természettudományi  
kutatásának  
eredményei  
X.**

*BAKONYI TERMÉSZETTUDOMÁNYI MÚZEUM  
ZIRC*





**A Bakony  
természettudományi kutatásának eredményei X.**

**Resultationes investigationum rerum naturalium  
Montium Bakony X.**

**Bubics István**

**A Balaton-felvidék metamorf  
képződményeinek földtani-kőzettani  
felépítése**

**Geologie und Petrographie der  
metamorphen Schiefer-Zone des  
Balaton-Hochlandes**

**Zirc, 1977**



Szerző: **Bubics István**  
geológus  
(METRÓ Beruházási Vállalat, Budapest)

Autor: **I. Bubics**  
Geolog  
(METROINVEST, Ingenieur-geologisches Abt., Budapest)

Lektorok—Lektoren: **Dr. Oravecz János**  
egyetemi adjunktus  
(Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest)

**Dr. J. Oravecz, Adj.**  
(Eötvös Loránd Universitát, Budapest)

**Pálffy József**  
tudományos osztályvezető  
(Magyar Állami Földtani Intézet  
Közép-dunántúli Területi Földtani Szolgálat, Veszprém)

**J. Pálffy**  
(Wissenschaftlicher Abteilungsleiter im Ungarischen  
Geologischen Landesanstalt, Veszprém)

Szerkesztő: **Dr. Tóth Sándor**  
muzeológus  
(Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc)

Redakteur: **Dr. S. Tóth**  
Museolog  
(Bakonyer Naturwissenschaftlichen Museum, Zirc)

Kiadja: Veszprém megye Múzeumi Igazgatósága, Veszprém

Felelős kiadó: Dr. Kralovánszky Alán, megyei múzeumigazgató

Herausgeber: Direktion der Museen von Komitat Veszprém, Veszprém

Für die Ausgabe verantwortlich: Dr. A. Kralovánszky, Direktor der Komitatsmuseen,  
Veszprém



## Bevezetés

Az utolsó 10—12 esztendő fokozott mértékű nyersanyagkutatásaival kapcsolatban, egyre inkább erőre kapott a vágy, az ópaleozóos és újpaleozóos képződmények fokozott megismerésére. A jobb, kiterjedtebb megismerés érdekében a Balaton-felvidéken és annak ÉK-i folytatásában, de a Bakony más peremterületein és a Kisalföldön is, számtalan mélyfúrás történt, mely kimondottan a paleozóos rétegek feltárására irányult. Az elfedett területek mélyfúrásos kutatása mellett, 1960—65-ig terjedően megtörtént, a felszínre bukkanó paleozóos rétegcsoportok újratérképezése is. A Balaton-felvidék teljes hosszában, a Balaton partvonalától 3—5 km szélességű sávban, a Mecseki Ércbányászati Vállalat nyersanyag-kutatásai vitték előbbre a paleozoikum jobb megismerését. A kutatófúrások maganyagain végzett földtani, kőzettani és kémiai vizsgálat a korábbi geológiai ismereteket messzemenően előbbre vitte, módosította. Az általában egyveretűnek látszó és egykorúnak tartott metamorf képződményekről, ma már biztosan elmondhatjuk, hogy három kor anyagait fogják össze. Igaz, a sztratigráfiai kép még korántsem teljes, annak ellenére, hogy a földtan különböző ágaiban dolgozó geológusok sokat fáradoztak e probléma megoldásán. A Balaton-felvidék és ezen keresztül, a Dunántúl metamorf anyagainak megismerése, nem csupán földtani, sztratigráfiai kíváncságnak, hanem hiányzó vagy fogyóban levő nyersanyagok kutatását előbbre vivő, szerkezeti probléma is. Ezért az önmagában is érdekes leírások végcélja nem más, mint a metamorf alakulatok szerkezeti fejlődésének nyomon követése és a jelenlegi ismereteink rögzítése. Előre kell bocsátani, hogy a rendelkezésre álló adatok birtokában, egy-egy rétegcsoport követésére, csupán következtetni lehet. A kutatási területek, a fúrások területenként változó megoszlása eredményezi, hogy egy-egy területre részletesebb, máshol kevesebb ismeretekkel rendelkezünk. A metamorfitok földtani-kőzettani kifejlődésének, szerkezetalakulásának tanulmányozására, legalkalmasabb a Balaton-felvidék, és annak ÉK-i folytatásába eső, ún. Balatonfő, Velencei-hegység. E területen mint tudjuk a metamorf képződmények több, kisebb-nagyobb terjedelmű felszíni kibukkanásban mutatkoznak. A felszínre került ópaleozóos rögök különböző kőzetkifejlődése, nemcsak a paleozoikumon belüli eltérő korok képviselőit mutatja, hanem annak bonyolult szerkezetalakulását is. A metamorf kifejlődések megismerését úgy csapás, mind dőlés irányban, nagymértékben segítette, a vizsgált területen végzett számtalan fúrás. Az ismeretek bővítése céljából felhasználtam a pliocén bazalttufákban megjelenő metamorfitok exogén zárványait, melyeknek gyakoriságából a metamorf aljzat mélységére is következtethetünk. Végül, több száz méter fúrás permi konglomerátum anyagában vizsgáltam a megjelenő metamorf kőzetkavicsokat, azok fajtaját, mennyiségi megoszlását.

E sokrétű vizsgálat és a több évi munka nem volt sikertelen, de korántsem mondható el, hogy a tágabb értelemben vett Balaton-felvidéki metamorf képződmények földtani problémája megoldott. Reményem van azonban arra, hogy a végzett munka hasznos lesz, a napjainkban mindjobban fejlődő természettudomány és nyersanyagkutatás számára.

Köszönetemet fejezem ki, mindazoknak a kollégáknak, akik hasznos tanácsaikkal, gondolatot ébresztő vitáikkal munkámban segítettek. Külön köszönettel tartozom SZÁDECZKY K. E. professzornak, KISS JÁNOS docensnek, SZABÓ IMRE, MAJOROS GYÖRGY, SÁG LÁSZLÓ és ORAVECZ JÁNOS kollégáimnak. Köszönet illeti a Veszprém Megyei Múzeumi Igazgatóságot, hogy munkámat „*A Bakony természeti képe*” tudományos kutatóprogram keretében szíves volt támogatni.



## Áttekintés

A Balaton-felvidéki és ehhez kapcsolódó területen felszínre bukkanó, vagy mélyfúrások által feltárt paleozoós metamorf képződményeket a korábbi irodalom egyöntetűen fillit, lidites-fillit néven foglalja össze. A múlt század elején F. S. BEUDANT (1818), majd BÖCKH J. (1872—74) tesznek először említést az elváltozott kőzetekről, és azokat a kelet-alpi grauwacke-hoz hasonlítják. Id. LŐCZY L. (1913), munkájában szericités fillites agyagpalát említ, és korát illetően olyan képződménynek tekinti, mely az alsókarbont is magába foglalja.

JANTSKY B. (1957) az átalakult palaösszletet, kőzettani és szerkezeti hasonlóság alapján a Szepes—Gömöri Ércheység kvarcporfíros fillitsorozatával azonosítja és kambro-szilur korúnak valószínűsíti. Az epimetamorf, a velencei gránit közelében kontaktizált ún. „palaburok” közt megjelenő diabáz és kvarcporfir vulkanizmust, iniciális magmás működés termékének tekinti, mely a flisszerű üledékek képződésével egyidejűleg ment végbe. JANTSKY B. és SZALAI T. megfigyelései arra mutatnak, hogy a képződmények metamorfózisa a devon és karbon közötti breton hegységképző fázisában következett be.

Alsóórs és Balatonalmádi térségében, az üledékes eredetű metamorf rétegek között települő savanyú magmatitok kőzettani vizsgálatát JUHÁSZ Á. (1960) végezte el. Ezzel kapcsolatban megállapítja, hogy a metamorf rétegösszleten belül, három kvarcporfir típus van, mely három különböző kőzetfajtát is jelöl. A nem túl szerencsés kőzettani szétbontás mellett, általánosságban kvarckeratofirnak tekinthető kőzeteket, pacifikus és atlanti provinciák átmenetét mutató, savanyú magmatermékek tartja. Nagy jelentőségűnek kell tartani ORAVECZ J. (1964) azon felismerését, hogy a metamorfítok egy részében, szilurra jellemző *Graptolitesz*-töredékek vannak. E leletek, és a leleteket bezáró kőzet jellegzetes megjelenése, a metamorfképződményen belül meghatározott szintet jelöl ki. A *Graptolitesz* tartalmú antracitos kovapala, mint később látni fogjuk, a metamorf rétegösszlet felsőbb, valószínű a gotlandium, wenloki, ludlovi, downtoni emeleteinek valamelyikébe tartozik. Az eddig említett általános földtani-sztratigráfiai munkák, az ópaleozoós átalakult rétegösszletet, általában egyidejű képződménynek tekintik, sokszor még a szabadbattyáni-polgárdi kifejlődéseket is belevéve (TELEKI G.). Az újabb vizsgálatok, melyeket 1965 óta különböző céllal mélyített fúrások segítettek, már jobban megközelítik a paleozoikum valódi felépítését, tagolódását. Ma már tudjuk, hogy a Keleti-Alpok nyúlványaként áthúzódó, valamint az Alföld fundamentumát alkotó mezoövbéli kristályos palák a központi alpkárpáti küszöb legidősebb kőzetei az ún. Kohut-zóna tagjai. MÁSKA és ZOUBEK szerint bizonyos, hogy a *Kohut-zóna*, egy idős hegységképződést jelez, melynek során a mai Kárpátok és a közrefogott térség kiemelkedett, miként ezt e terület kambriumi tengeri üledékek teljes hiánya mutatja. E kambriumi szárazulaton első tengeri üledékként, az ordoviciumi, gotlandi üledékeket találjuk. Az ma még nem tudható, hogy az ordovicium, ill. a gotlandium, milyen nagy területeket borított. SZALAI T. szerint több tengerárok keletkezett, melyről a hátrahagyott felszíni és mélyben megismert üledékek tanúskodnak. A metamorfózist elősegítő hegységképző mozgások hozták létre a Praekárpátok azon vonulatát, melyből ma, csupán hegységroncsok maradtak vissza: a *Szepes—Gömöri Ércheységben*, a *Veporban*, *Velencei-hegységben*, *Balaton-felvidéken*, *Remschniggben* stb. A Praekárpátok, ezen küszöbként hosszan elnyúló, ÉK—DNy-i irányú vonulata, az utána következő korok helyzetét és faciesét is meghatározta. Ez az ősi szerkezetalakulás tükröződik csaknem valamennyi újpaleozoós, mezozoós és harmadidőszaki képződményben. DARÁNYI F. és SZALAI T. (1960) megállapítása szerint, a bakonyi nagyszerkezet a legrégibb földtörténeti idők óta mobilis, de a permotriász óta különösen mozgékony övezet. A legerőteljesebb tektonikai diszkordanciát az újkimériai, ausztriai-szubhercini és az újstájer hegységképző mozgások hozták létre. Az említett hegységképző mozgások hatóiránya és hatása bár eltér egymástól, de jellegét erősen determinálta az ősi szerkezetalakulás. A különböző időben lejátszódó orogén és epirogén mozgások eredményezték, hogy ma, valószínűleg tekintélyes lepusztulás mellett, tágabb értelemben vett Balaton-felvidék mentén, mint erre már utaltam, különböző korú metamorf rétegcsoportok kerültek felszínre. Ezeket a rétegcsoportokat, illetve metamorfcsoportokat az alábbi csoportosításban tárgyalom:



I. Kvarcfillites sorozat, amely a legmélyebb helyzetű, valószínűsített kora *ordovicium*. Összetétele szerint a típusos *zöldpala-ásványfácies* képviselője.

II. A egyes vulkáni sorozatra jellemző a gyakori bázisos és savanyú magmatitok, piroklasztitok megjelenése. Az epimetamorf rétegek a *zöldpalafácies* felső övébe tartoznak. A felső szakaszon Graptoliteszekkel bizonyítottan, alsó része földtani adatok alapján, a *gotlandiumban* keletkezett tengeri képződmény.

III. A karbonátos agyagpala-sorozat jellemzője az egészen gyenge dinametamorf hatás, a megjelenő kőzetek nagyobb Ca- és  $MgCO_3$ -tartalma, sőt a magasabb szintek (Velem, Kőszeg) kifejezett mészkő- és dolomitkifejlődése. A Közép-Dunántúl megismert devonsorozatában még savanyú porfirittufa közbetelepülések mutatkoznak, mely a sorozat magasabb szintjében (Felsőcsatár, Kőszegi-hegység) nem ismeretes, helyette bázikus vulkanit és tufa (diabáz, gabbró) jelenik meg.

Helyenként a réteglapok mentén féregmászásra utaló nyomok találhatók. A *zeolitfácies alsó övébe* tartozó gyengén metamorfizált rétegösszletet, gyakran dinametamorfózistól mentes kvarcporfir telérek törnek át (Szabadbattyán: 10. f.). Füle—Polgárdi területén *karbon* konglomerátum, homokkő, agyagpala, sötét kalciteres mészkő- és féligkristályos mészkőkifejlődés az ordoviciumi és devon palákra települ. A törmelékes üledékekben szénült, karbonra utaló növényi maradványok, némely fúrás szelvényében szénzsinór és szenes agyagpala van. A képződménysorozatot általában gyenge, néhol erősebb dinamometamorfózis érte. A sötét színű kalciteres mészkőből Foraminifera-, Brachyopoda- és korall-leletek kerültek elő. Az ópaleozoikumra üledékhézaggal települő karbonsorozat, a karbonvégi-szudétai, asztúriai orogén fázisban kiemelkedett, és a mozgás egyes területeken a saali orogén fázisban is folytatódott. Ezen hegységképződési szakaszokra tehető, a velencei típusú gránit és az ezt követő kvarcporfir és egyéb gránitoid magmatitok keletkezése. A regionális metamorfózis ideje egyértelműen nem határozható meg, de nagyon valószínű, hogy a posztkambriumban kialakult rész-geoszinklinális medence az ordoviciumtól a felső-karbonig, esetlegesen rövid megszakításokkal, állandóan süllyedt. Erre utal az, hogy a vizsgált metamorf sorozatok, polifaciális jelleggel mutatkoznak. Ennek ellenére nem zárhatók ki, a metamorfózist elősegítő folyamatból, a felső-karbonig lejátszódott hegységképző mozgások. Ennek lokálisan mutatózó hatását látjuk Polgárdi—Füle térségében felszínre került karbonképződményeken. Ez a másodlagos, a regionális metamorfózist kiegészítő folyamat, SZUDOVIKOV szerint diszlokációs övek mentén érezteti hatását. Végül is megállapítható, hogy a vizsgált képződmények regionális metamorfózisa a devon végi, karbon eleji *breton* orogén fázis idejére valószínűsíthető.

Az epi és anchimetamorf rétegösszleten belül találjuk Magyarország legidősebb vulkáni működését jelző „*diabázporfir*”, *kvarckeratofir* és *diabáz*, *gabbró* vulkanitokat. Ezek a vulkanitok a fillites átkristályosodás nyomait viselik, így a Gömöridák és a kelet-alpi analógia alapján — a kaledóniai vulkanizmus tagjának tekintendők. A savanyú és bázikus vulkanitokat az üledékképződéssel egyidejű vulkáni törmelékszórás kíséri. A földtani megfigyelés szerint a vulkánok leginkább szubvulkánok, megjelenésük szerint, kisebb-nagyobb „*lakkolit*”-szerű testeket (lávaárak) és az üledékbe ujjasan benyúló telepteléreket alkotnak. Megjelenésük az ordoviciumgotlandium és a devon felső szakaszának rétegeire korlátozódik. A Balaton-felvidéki devon alsó szakaszában csak törmelékszórásra utaló tufa- és tufitréteg ismeretes, mely valószínűleg a gotlandiumból áthúzódó savanyú vulkanizmus befejező fázisát jelzi. Ezekről lényegesen különbözik a nem metamorf velencei típusú gránit, mely JANTSKY B. (1957) vizsgálata szerint, Pusztafegyőron megismert gránittól, Buzsák, Sárvár, Velencei-hegységen át a Gömöridákig húzódó, az ordovicium és szilur fillitisorozatba nyomult hipabisszikus magmapluton. A gránit valószínűleg a karbon-szudétai orogén idején került a metamorf képződmények közé. A nagyszerkezeti zóna mentén mutatózó mélységi magmatizmust az alsópermi saali orogénnal kapcsolatos savanyú (kvarcporfir) vulkanizmus zárja, mely Polgárditól Badacsonyörsig nyomozható.

## I. KVARCILLITES SZOROZAT, ORDOVICIUM

### Kifejlődési terület

Mai ismereteink szerint e legidősebb epimetamorf képződményt Polgárditól Siófokig követhetjük. Polgárdi és Szabadbattyán környékén mélyített fúrások szerint bonyolult szerkezeti helyzetben mutatkozik. A Szabadbattyán 9. sz. fúrásban, a félig-

kristályos mészkő fölé, tulajdonképpen a mészkő alátolódásával került. E tekintélyes tektonikai mozgás nyomait a mészkőbe gyúrt, abba belepréselődött kvarcfillit darabok jelzik. Ugyanezt az ezüstösszürke szericites, helyenként kloritos kvarcfillitet tárták fel azok a kutatóárkok is, melyeket a szabadbattyáni ólomércbánya egykori aknájától DNy-ra telepítettek az ércesedés továbbnyomozására. Az ólomércbánya jelentésében (1953) KISS JÁNOS, a kvarcfillitet, a szintes táró bejáratától 60 m-re a mészkőbe gyúrva említi. Ugyanakkor a Polgárdi 5. sz. fúrásban, a félig-kristályos mészkő közvetlen fekvőjét képezi. Polgárditól DNy-ra, a P-4. sz. fúrás 297 m mélységben érte el a kvarcfillitet. Tovább DNy-nak haladva találjuk e rétegek egyetlen felszíni kibukkanását, a balatonfőkajári Somlyó-hegyen. Itt, kisebb felszíni rögök mellett, a hegy ÉNy-i feiében létesített kőfejtő teszi hozzáférhetővé az ópaleozóos képződményeket. A kvarcfillit együttes mintegy 8—9 m vastagságban táruul elénk. A kőfejtő udvarában mélyített sekélyfúrás még 10 m mélységig kvarcfillitet fúrt. A Balatonfőkajár K-i, Ny-i, majd D-i határában mélyített fúrások 20—90 m vastagságú pannóniai üledék alatt érték el a metamorf kőzetet. E fúrások közül a Bfk-2. sz. fúrás 43 m vastagságig hatolt a kvarcfillitbe. Ez ideig a sorozat D-i irányú elterjedését zárja a mezőszentgyörgyi és a Lepsény 1. sz. fúrás, ahol 120 m vastag pannóniai fedő alatt mutatkozott. E metamorf kőzet elterjedését a mélységi helyzetét pontosította a Balatonaliga I. sz., a Balatonbozsok 1. sz. és a Ságvár 2. sz. fúrás. A két utóbbi helyen felső pannon és felső eocén fedi a kvarcfillitet. Az ÉK-DNy-i, majd Ny-i csapásirányú ópaleozóos vonulatban a kvarcfillites sorozat, a vonulat D-i szegélye mentén mutatkozik. Polgárdi-Balatonfőkajár területétől DNy-ra haladva fokozatosan mélyebb helyzetbe került és e vonulaton belül Siófok-Ságváron túl, fiatalabb képződményekkel fedetten nagy mélységbe jutott. Bár a Balatonfőn és a Balaton D-i oldalán létesített feltárások összefüggő vonulatot mutatnak, mégis kevés ismerettel rendelkezünk ahhoz, hogy e sorozat távolabbi kapcsolatait biztosan megjelölhetnénk.

#### Földtani-kőzettani kifejlődés

Az előzőkben már említést tettem arról, hogy a kvarcfillites sorozat, az ópaleozóos vonulat D-i szegélyét övezi, melyet tovább D felé minden valószínűség szerint a Balaton-vonal zár le. Tulajdonképpen itt azt találjuk, hogy a kvarcfillites sorozat az általános ÉNy-i dőlésű szilur-devon képződmények alól bukkan elő. A fekvő felé eső kapcsolatra adatok hiányában csak következtetni lehet, és minden valószínűség szerint a kristályos palákra diszkordanciával települ. Az ordovicium — gotlandium települési helyzetére bizonyos mértékig utalhat, FELVÁRI GYÖNGYI (1970) által végzett, KUBLER-féle kristályosodási fokvizsgálat, melyet a Ságvár 2. sz. fúrás metamorf kőzetein végeztek. A vizsgálat szerint 288,8 m—289,9 m közötti szericitpala Kublen-értéke 7, míg ez alatt 418,8 m-ig egyöntetűen 5-ös értéket kaptak. Ez önmagában azt fejezi ki, hogy a 7-es értékű szakasz gyengébben, a mélyebb 5-ös értékű kőzet erősebben metamorfizált. Ezen egyetlen adat nem elegendő az ordovicium és gotlandium települési helyzetének rögzítésére, de a két képződmény között konkoridáns települést sejtet. A kvarcfillites sorozat nagyobb elterjedéséről tanúskodik a felső perm, de különösen az oligocén, miocén kavicsfelhalmozódás, melyben a kvarcfillit kőzetkavics gyakori elegyrész. Azáltal, hogy a fiatal üledékekben, néha túlsúlyban jelentkezik az is következik, hogy az ismertetett területen kívül, nevezetesen a Kisalföld medence aljzatában is nagyobb területi elterjedést kell feltételezni, amelyet a Mihályi 2. sz. fúrásból előkerült kvarcfillit jelez. A kvarcfillit kavicsok gyakori jelenléte az elmondottakon kívül, az egykori térszín jelentős lepusztulására is rávilágít. Helyi jelleggel ugyan, de mégis mértékadóknak kell tekinteni a Polgárdi 2. sz. fúrás eredményét, ahol a kvarcfillit lepusztulásából származó karbon-kori törmelékes felhalmozódás vastagsága, meghaladja az 500 m-t. A kvarcfillites sorozat első nagyobb lepusztulása tehát a karbon idején következett be, ami a balatonfői előfordulás vonatkozásában azt jelenti, hogy e sorozat valószínűleg a felette fekvő szilur és devonsorozatokkal együtt, a praevarisztid hegységképző mozgásokkal kapcsolatban került felszínre. A felsőperm idején (a konglomerátum kavics anyagaiból ítélve) úgy tűnik, az ópaleozóos metamorfitek — így a kvarcfillit is, részben vagy egészen, még a diszlokációs zónában levőket is permi üledék fedte be. Ez a triász folyamán fokozottabbá vált azzal, hogy az ún. „Lóczy-hátság” ez idő tájt konszolidálódott, a környe-



2. ábra: Laterálszekrécíós kvarcitlencsék kvarcfillit rétegei között. Balatonfőkajár, Kőfejtő.

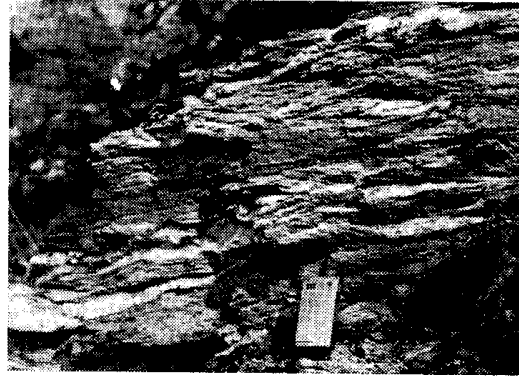
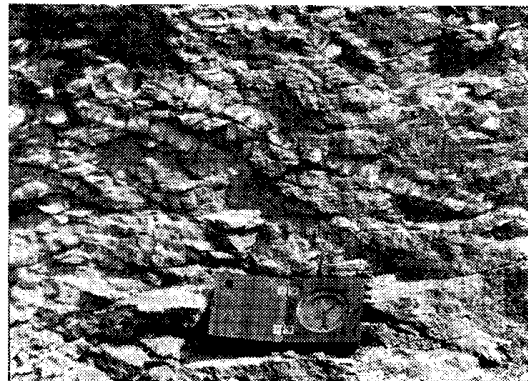


Abb. 2: Lateralsekretische Quarzitlensen zwischen Quarzphyllitschichten. Balatonfőkajár, Steinbruch.

zet erőteljesebb sülyedéséhez viszonyítva. Ezen ópalezóos vonulat, a triász idején valószínűleg szintén vízzel borított volt, de mindenképpen nagy szerepet játszott, különösen az alsó és középső triászban, az É-i (Bakony) és a D-i (Mecsek) terület fácies alakulásában. Az egyre gyarapodó fúrási adatok, arra a következtetésre jutatnak bennünket, hogy a felsőtriászban az említett ópalezóos vonulatot vastag üledék borította be, melyet a felsőtriász egységesebb kifejlődése is igazolni látszik. Az ópalezóos metamorfok a továbbiakban, az alpi hegységképző mozgások különböző szakaszaiban, különösképpen a krétavégi, eocén és oligocén eleji nagymérvű letarolás eredményeként kerülnek ismét felszínre. Erre mutat a Ságvár 2. sz. fúrásban feltárt eocén andezitagglomerátum és andezit között felhalmozódott kvarcfillit anyagú breccsa, melynek vastagsága 42,20 m. E területen az andezit lávaömlés után, a magasabb térszínen fekvő kvarcfillites rétegek lepusztult anyaga, az andezitet elfedte, kevésbé koptatott hegylábi törmelékanyaggal. Az eocén vulkanizmus befejeztével, e rög fokozatos mélyre kerülése mellett, a felsőeocén tengeri üledékek is megjelennek, partközeli törmelékes kifejlődéssel.

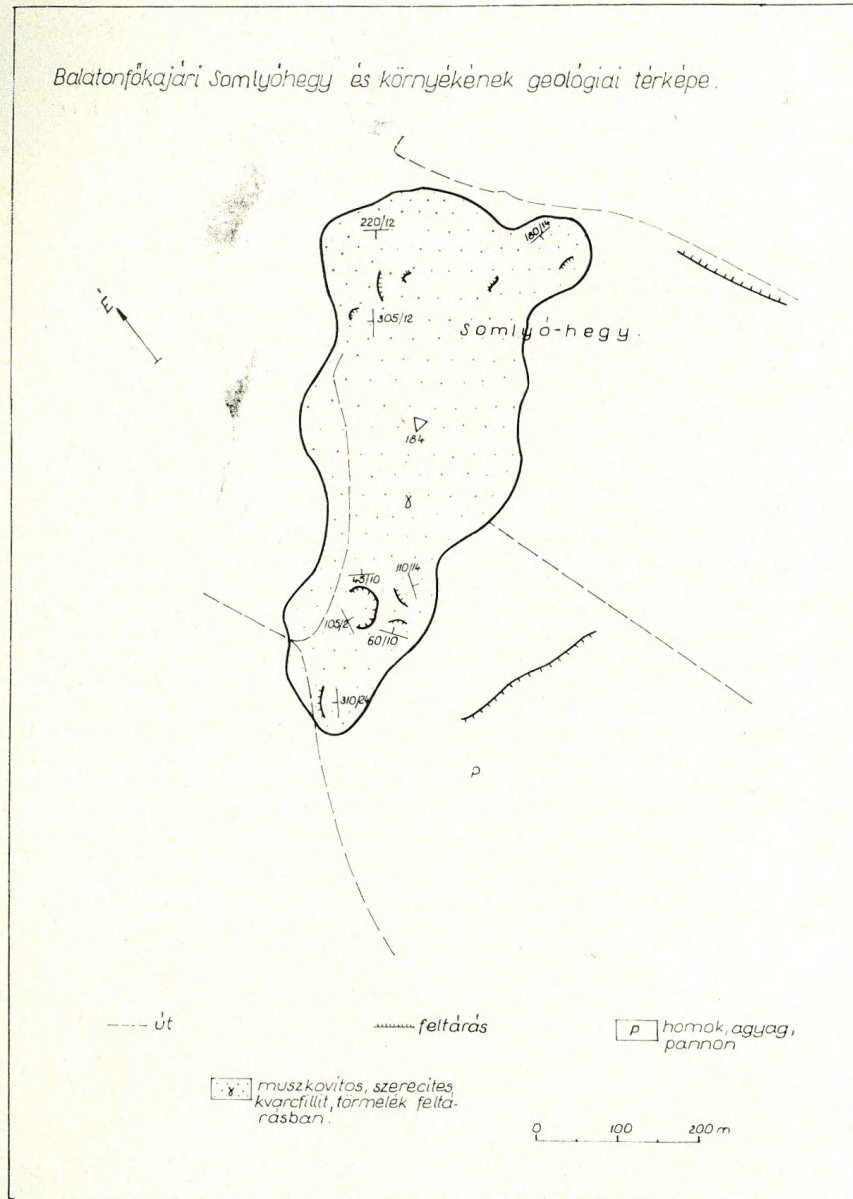
E rövid földtörténeti áttekintéssel kíséreltem meg rámutatni a kvarcfillit, de az ettől fiatalabb metamorf sorozatok számításba vehető lepusztulási időszakaira, azzal az utólagos megjegyzéssel, hogy ennek számszerű értéke nem mondható meg. Nem tehető ez azért sem, mivel a lepusztulás mértéke regionálisan, az orogén és epirogén kiemelkedés és sülyedés változékonyságától függően, területenként, illetve nagyszerkezeti egységekként különböző. A kvarcfillites sorozat kifejlődésének visszamaradt roncsait, a balatonfőkajári Somlyó-hegyen láthatjuk felszínén. Itt, de a fúrások tanúsága szerint máshol is, a sorozat felépítésében a kvarcfillit dominál. Mellette alárendelt a szericites homokkőpala, szericit-kloritpala és kloritos muszkovitpala. A Balatonbozsok 1. sz. fúrásban diabázporfírit és porfírittufa rátelepülésével találjuk. Említést érdemel a Ságvár 2. sz. fúrás kvarcfillit anyaga, mely között néhány cm vas-



3. ábra: Kvarcfillitet átszelő kvarcerek — telérek. Balatonfőkajár, Kőfejtő.

Abb. 3: Quarzphyllit durchquerende Quarzadern-Gänge. Balatonfőkajár, Steinbruch.

tagságú metaantracit zsinórok mutatkoznak. Ugyanebben a fúrásban, antracitos, kloritos muszkovitpala is megjelent. A kvarcfillit és a többi para és orto kőzetek rendszerint kaotikusan gyűrt állapotban vannak. Általános megjelenésű a metamorf mobilizációval kapcsolatos laterálszekruciós kvarcit, mely a palássági síkok mentén változó méretű lencsékot alkot (2. ábra). A kvarcitenlense a dinamometamorfózis során létrejött gyüredezettségeket követi, sokszor azonban szétdarabolódik és egymástól elszakadva, elsodródva található. A balatonfőkajári kőfejtőben a metamorf kőzetössz-



4. ábra: A balatonfőkajári Somlyó-hegy földtani vázlata.

Abb. 4: Geologische Skizze des Somlyó-Berges von Balatonfőkajár.

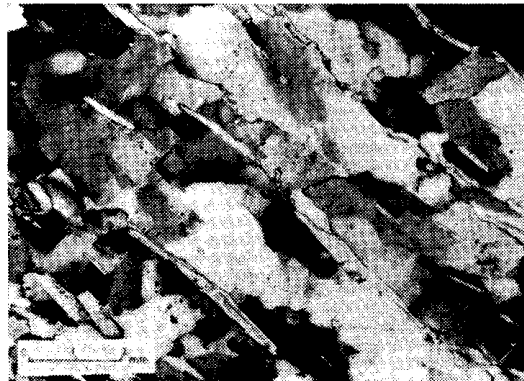


leletet 3—5, ritkán 10 cm vastagságú kvarcerek, telérek harántolják. A telérek egymással párhuzamos lefutásúak és a palássági síkkal 30—35°-os szöveget zárnak be. A kvarctelérek csapásiránya ÉÉK—DDNy-i (3. ábra). A balatonfőkajári felszíni rög változó dőlésirányt mutat, mely annak utólagos tektonikus tömbökre való szétkülönülését mutatja. A kőfejtő, vagyis a Somlyó-hegy É-i oldalán a rétegdőlés 330/20°, a DK-i oldalon ellentétes dőlésirányú tömbök is vannak, 10—15°-os lejtéssel. Említést érdemel a Balatonfőkajár 2. sz. és 19. sz. mélyfúrás, ahol a kvarcfillitben, szabadszemmel tekintve kb. 8—10%-os, hintett szulfidos ércesedés jelentkezik. Különösen figyelemre méltó a 2. sz. fúrás területe, ahol 39,0 m vastagságú pannóniai takaró alatt megjelenő kvarcfillitben —43,0—83,30 m-ig (talpig), tehát 40 m-es vastagságon át, csaknem egyenletes elosztású szulfidos ércintést láthattunk. A szulfid, zömmel pirit, alárendeltebben kalkopirit és galenit, mely a kőzet palássági síkja mentén 2—5 mm-es átmérőjű hártvaként (flitter), a harántoló 1—3 mm vastag repedésekben kisebb halmazokban, de néha a repedéseket teljesen kitöltve jelenik meg. A többi lelőhelyen csupán pirit mutatkozott, de az is jelentéktelen mennyiségben. A megfigyelések során a kvarcfillites sorozat kőzetein csekély mértékű harántpalásság észlelhető, a kialakult palásság tehát nem azonos, az elsődleges rétegződéssel. Az ismertetésre kerülő metamorf sorozatok közül, e sorozat kőzeteit érte a legerőteljesebb dinamometamorfózis (4. ábra).

#### Ásványtani — kémiai vizsgálat

Az ordovicium — kvarcfillites rétegsorozat megismert szakasza kőzetanilag eléggé egyveretű felépítést mutat, rendszerint a szericites kvarcfillit túlsúlyával. Különböző helyekről származó rétegszelvények szerint megállapítható, hogy többségben a pszamnitos eredetű üledék, metamorf megfelelője található. Ezen belül homok-homokkő, valamint homokos agyag, agyagos homok változatokra lehet visszavezetni. A tisztán agyagos üledékre utaló metamorfit csak vékony közbetelepülésként található. Az ásványtani alkotók meghatározását az optikai vizsgálat mellett, röntgen, DTA- és kémiai elemzés egészíti ki. Az elemzések, az ELTE Geokémiai Tanszék (BÁRDOSSY GY., SIMÓ B.), a MÉV és a MÁFI (RISCHÁK GY., FÖLDEVÁRI M., FELVÁRY GY.) laboratóriumaiban készültek.

a) *Kvarcfillit*: Valamennyi lelőhelyen megtalálható, magas kvarcittartalma miatt gyakori, fiatalabb (karbon, perm, oligocén, miocén, pannon) törmelékes üledék kavicsanyagában. Fő kőzetalkotó ásványa a *kvarc* és a *muszkovit*. Mindkét ásvány a palássági sík szerint orientált. Jellemző palássága, a kvarcit és muszkovitpikkelyekből alkotott réteglemezek váltakozásából adódik (5. ábra). A két elegyrész, az erősebb dinamometamorf hatásnak megfelelően, alaki-szerkezeti deformációt mutat. Ily módon a kvarc unduláló kioltású és gyakran mozaik szerkezetű. Nemritkán a nyomás okozta deformáció miatt, a kvarc szemcse szabálytalanul megnyúlt, néha — az újraoldás és utánnövekedés nyomán, fogazatszerűen kapcsolódik egymáshoz. A muszkovit, erősen kihengerelt pikkelyekben mutatkozik. A kőzetben járulékos



r5. ábra: Kvarcfillit mikroszkópi metszete. Keresztezett nicol.

Abb. 5: Mikroskopischer Schnitt von Quarzphyllit. Gekreuzte Nicols.

elegyrészként szericit, cirkon, turmalin, anatóz és albitos — plagioklász található. A szericit, a palássági síkra merőleges vékony csiszolatok tanúsága szerint kisebb, lapított góccokban tömörül, mely valószínűleg elbontott földpát helyeit jelöli.

Röntgenelemzés szerint, az elegyrészek az alábbi megoszlásban találhatóak:

1. Kvarc	— 55—65 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Balatonfőkajár
Muszkovit-szericit	— 25—35 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
Plagioklász	— 5—10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
Sziderit	— 2— 4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
2. Kvarc	— 40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Ságvár 2. sz. fúrás 215—217 m között
Muszkovit	— 50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
Klorit	— 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	

A kvarcfillit kémiai összetétele. (1. sz. táblázat)

	1.	2.	3.	4.
SiO <sub>2</sub>	92,41	91,00	88,60	73,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,68	1,90	6,20	5,13
TiO <sub>2</sub>	0,43	0,26	0,22	0,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	1,20	1,10	0,35
FeO	0,36	0,86	0,65	2,91
CaO	0,28	0,80	0,60	5,48
MgO	0,17	0,00	0,60	3,35
Na <sub>2</sub> O	nyom	0,02	0,22	1,02
K <sub>2</sub> O	1,00	0,96	0,60	0,50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,00	0,34	—
CO <sub>2</sub>	0,19	0,00	0,00	7,46
+ H <sub>2</sub> O	1,09	—	—	—
— H <sub>2</sub> O	0,03	—	—	—
Izz. veszt.	—	0,50	0,00	0,10
Összesen	99,69	97,50	99,13	99,83

- Magyarázó: 1. Balatonfőkajár, Somlyó-hegy, kőfejtő.  
Elemző: SIMÓ B.  
2. Kvarcfillit, miocén kavicsból, Nyirád  
Elemző: MÉV-laboratórium  
3. Kvarcfillit, miocén kavicsból — Herend  
Elemző: MÉV-laboratórium  
4. Ságvár 2. sz. fúrás, 399,0—400,0 m-ből  
Elemző: MÁFI-laboratórium



6. ábra: Gyúrt szericites homokkőpala.  
Balatonfőkajár, Somlyó-hegy, kőfejtő.

Abb. 6: Gefalteter serizitischer Sandsteinschiefer. Balatonfőkajár, Somlyó-Berg, Steinbruch.



b) *Szericites homokkőpala* (6. ábra): Eddig csupán a balatonfőkajári kőfejtőből ismert. Települési helyzetét tekintve, a kvarcfillit alatt helyezkedik el, É-felé kiékelődő módon. Szokatlanul laza szerkezetű, palás elválású és gyakran diszharmonikusan gyúrt, ráncolt. Ásványos összetételére jellemző, a nagyobb *szericit*-, *muszkovit*- és *klorit*tartalom, mely az egykori agyagos-homok állapotot tükrözi. A 0,5–1,0 cm vastagságú elválási lapok, kvarcit és a pelites elegyrészt képviselő muszkovit, szericit és klorit réteglemezek mentén alakult ki. A kvarcfilliteknel oly gyakori laterálszekrécións kvarcilentse itt meglehetősen alárendelt. A kőzet ásványos összetétele, integrációs mérés alapján: — *kvarc* — 20–30%, *albit-plagioklász* — 10–18%, *muszkovit-szericit* — 24–34%, *klorit* — 20–30%, *sziderit* — 4–8%. A feltárásban észlelt maximális rétegvastagság 1,5 m. E homokkőpala, mélységi folytatásában, folyamatos településben *szericites-kloritos muszkovit-palát* láthatunk. A kőzet barnásszürke, leveles elválású, erősen ráncolt, gyüredezett. Az elválási lapok mentén selymes tapintású. A külszíni feltáráson kívül, több fúrásban mutatkozott (Bfk—2, Sg—2.), 0,1–1,0 m között változó vastagságban. A barnás szín felszíni oxidáció eredménye, üde állapotban világoszöldes-szürke színű, mint ahogy ez a Ságvár 2. sz. fúrásban is tapasztalható volt. Ásványos összetétele, több röntgenelemzés szerint az alábbi (2. sz. táblázat).

Ásványos összetétel	1.	2.	3.
<i>Szericit-illit</i>	43–45%	17–27%	—
<i>Klorit</i>	40–45%	29–39%	25–30%
<i>Muszkovit</i>	—	—	50–65%
<i>Földpát</i>	3–7%	15–20%	0–5%
<i>Kvarc</i>	—	5–10%	5–15%
<i>Pirit</i>	—	2–4%	—
<i>Sziderit</i>	—	—	1–2%

- Magyarázat:* 1. Balatonfőkajár — kőfejtő (ELTE)  
 2. Balatonfőkajár 2. sz. fúrás — 25 m-ből (ELTE).  
 3. Ságvár 2. sz. fúrás — 335,0–373,3 m között (MÁFI)

E szericit-kloritpala, tulajdonképpen szericit-muszkovit, klorit és kvarcit réteglemezek váltakozásából áll. A Ságvár 2. sz. fúrásban, 417,0–420,8 m-ig csillogó, finom redőkbe gyúrt *kloritos muszkovitpala* volt, amely a röntgenelemzés szerint, 70% *muszkovitot* és 30% *kloritot* tartalmaz. Az említett agyag eredetű metamorfitek között, csak elvéve található, laterálszekrécións kvarcilentse. A Ságvár 2. sz. fúrásban *kloritos muszkovitpala*, de *kvarcfillit* között is helyenként *metaantracit* zsinórok iktatódtak közbe (225,0–225,20 és 288,8–288,9 m között). Vastagsága 2–5 mm, két esetben 3–5 cm volt. E vékony rétegek a kaotikusan gyúrt *kloritos muszkovitpala* között, légszáraz állapotban könnyen porlódba hullanak szét. A MÁFI-ban végzett (RISCHÁK GY.) röntgenvizsgálat szerint e szervesanyag grafit, differenciál termikus méréssel (FÖLDVÁRI M.) *antracit-metaantracit*nak mutatkozik. Földtani vonatkozású jelentősége mindenekelőtt abban áll, hogy ez ideig a növényvilág legidősebb nyomait tárja elénk. Tudjuk, hogy a növényvilág az ordoviciumban még csak az algás időszakát éli, tömegesen tengeri alakok jelenlétével. Ilyen a *Gloeocapsa prisca* zöldalga, mely az észtországi égőpalában kőzetalkotó mennyiségben halmozódott.

Egy ilyen *antracitos, metaantracitos — kloritos muszkovitpala* összetételét az alábbi röntgenvizsgálat mutatja — (Ságvár 2. sz. fúrás 334,2–335,0 m MÁFI):

<i>Muszkovit</i>	—	50%
<i>Klorit</i>	—	30%
<i>Kvarc</i>	—	5%
<i>Sziderit</i>	—	5%

Az egykori agyagos kőzet bélyegeit mutatja a kémiai összetétel is — (Ságvár 2. sz. fúrás 418,0 m — MÁFI):

SiO <sub>2</sub>	—	53,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	21,80
TiO <sub>2</sub>	—	1,40
(összes)		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	7,83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,17
FeO	—	5,10
CaO	—	0,90
MgO	—	2,10
MnO	—	0,10
K <sub>2</sub> O	—	4,85
Na <sub>2</sub> O	—	0,83
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,16
Nedvesség	—	0,18
CO <sub>2</sub>	—	1,64

Az említett három kőzet ásványos összetétele az alábbiak szerint változik (térfogat %).

(3. sz. táblázat)

	Kvarc	Földpát	Muszkovit	Szericit	Klorit	Sziderit	Opak ásv.	Vizsg. minta db
1.	60—70	0—2	5—10	7—9	0—5	0—1	3—6	7
2.	40—50	2—4	10—15	8—12	8—10	0—2	3—5	9
3.	5—15	3—8	40—50	10—15	20—30	3—5	0—2	3

*Magyarázat:* 1. Kvarcfillit; 2. Homokkőpala; 3. Kloritos-muszkovitpala.

## II. VEGYESVULKÁNI SOROZAT, GOTLANDIUM

### Kifejlődési terület

E sorozatot úgy csapás, mind dőlésirányban, lényegesen nagyobb területi elterjedésben ismertük meg, mind az ordoviciumi kvarcfilliteket. Délkelet felől indulva, Pusztamogyoródtól Tabajdig haladó csapásban, a mélyfúrással észlelt leletek mellett, több kisebb-nagyobb felszínre került rög teszi lehetővé a közvetlen megfigyelést (1. sz. ábra).

A kibukkanó rögök sorrendben — Alsóörs — Lovas — Balatonalmádi, Litér, Úrhida és a Velencei-hegység É-i, valamint D-i peremterületén található. Mélyfúrásban idetartozó metamorfitek értékel az alábbi helyeken:

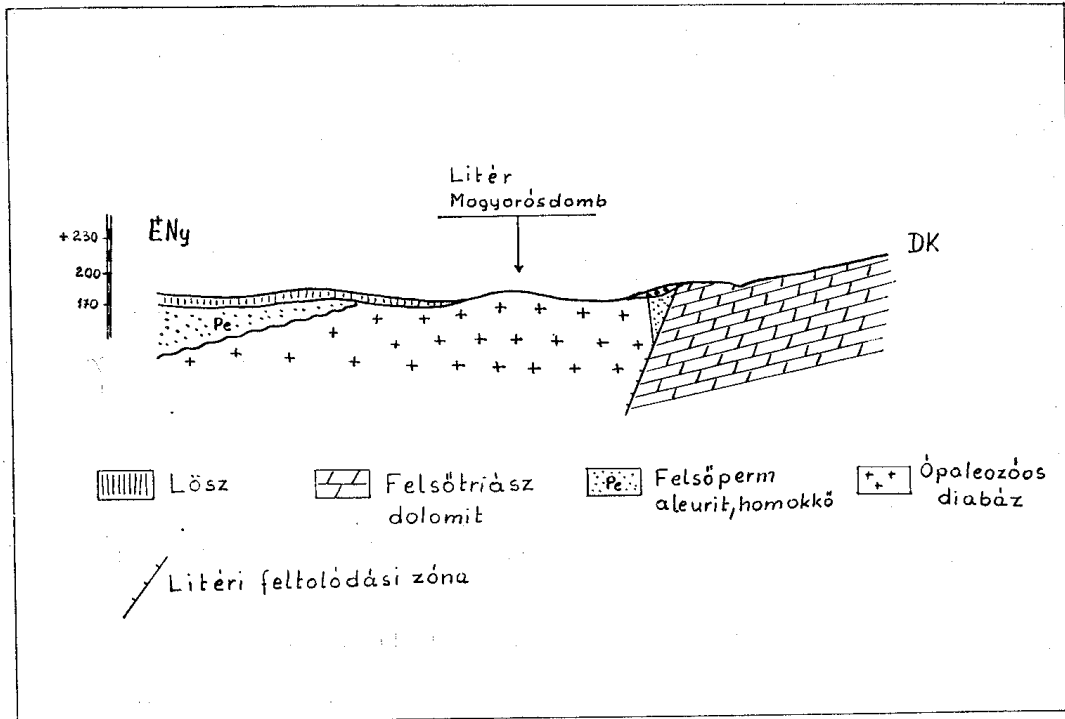
A Balaton D-i oldalán, a Pusztamogyoród — Hahót D-i terület fúrásain kívül, ahol gránit és szericitpala került elő, kvarcitos szericitpalát találtak Fonyód, Balatonboglár, Balatonföldvár és Siófok fúrásaiban. A Balaton É-i oldalán Badacsonyörs, Palóznak, Lovas területén, majd a Balaton ÉK-i folytatásában Litér, Csór, Iszka-szentgyörgy, Székesfehérvár, Pátka, Csákvár, Tabajd területén mélyített fúrásokban. Az említett helyeken általában az tapasztalható, hogy a gotlandiumi sorozat, különösképpen csapásirányban fiatalabb vagy idősebb metamorf sorozattal tektonikus érintkezésben van. A Balaton menti vonulaton kívül itt ismét említést kell tenni a gotlandiumi metamorf képződmények ÉNy-i kapcsolatáról. E sorozat kifejlődései a Rába-vonaltól ÉNy-ra mutatkoznak, nevezetesen Nemeskolta, Ikervár, Tét, Mihályi határában lemélyített fúrásokban. Meglehet, hogy a Kisalföld térségében, esetleg több fúrásban is elérték a gotlandi palákat, sajnos azonban a dokumentációban adott leírások alapján biztosan ez nem állapítható meg. A bizonytalanság két tényezőből



adódik, először is a metamorf kőzetek nevezéktanának pontatlan alkalmazása és a behatóbb vizsgálatok hiánya. [BALÁZS E. (1971—MÁFI Évi Jel. 1969. évről) a Kisalföld metamorf kőzetkifejlődésében részletesebb tagolást ad. Mint ahogy jeleztem, több fúrásban szilur- és devonidőszakra utaló jellemzőket ismert föl. Vizsgálatai pótolják az idevonatkozó eddigi hiányosságokat]. Annyi azonban bizonyos, hogy a Kisalföld epimetamorf alap tagjai között a gotlandiumi sorozat is jelentős kiterjedésű, melyre a miocén törmelékes üledékeiben oly gyakori graptolitás kovapala (lidit) kavicsok utalnak. A Balaton vonalában húzódó klasszikus kifejlődés ÉK-i folytatását látjuk, a nógrádi oligocén—miocén kavics-konglomerátum rétegsor, É-ről származó kovapala, szericitpala kavicsain, valamint a losonci fúrásban elért azonos rétegsorban, mely továbbá a Szepes—Gömöri Érchegység (Gömöridák) hasonló kifejlődésű területére torkollik. A Balaton-vonal alatti délsomogyi dombvidék (Babócsa) fúrásaiban mezoöbveli kritályos palákat ismertünk meg. Ettől az idősebb, feltehetően prekambrium-i tektonikus rögtől K-re, Szalatnak — Györe vonalában ORAVECZ J. vizsgálata szerint a gotlandium graptolitás kovapala kifejlődéssel mutatkozik. A Magyar Medence nagyszerkezeti alakulása szempontjából fontos megjegyezni, hogy a Dunántúlon megismert epimetamorf sorozat a Nagy-Alföld aljzatának csupán a D-i részén mutatkozik, máshol a soproni—babócsai kifejlődéshez hasonló idősebb kristályos palákból épül fel. Az ordovicium és gotlandium kapcsolatára vonatkozóan nagyon kevés adattal rendelkezünk. E tekintetben figyelemre méltó, a már említett Ságvár 2. sz. fúrásban tapasztalt kristályosodási fok különbsége, ami fokozatos átmenetet sejtet. Folyamatos átmenetre utalhat, a diabáz vulkanitok áthúzódása a gotlandiumba. Mindkét adat kevés ahhoz, hogy egyértelmű végkövetkeztetést adhatnánk.

#### Rétegtani — kőzettani kifejlődés

Az adatok összességének értékelése után megállapítható, hogy a gotlandiumra jellemző, az idetartozó kőzetrétegek gyengébb dinamometamorfózisa, valamint a bázisos és savanyú vulkanitok szintek elkülönülő megjelenése. A gotlandium felső szakaszában található, a korjelző ősmaradványt (*Graptolitesz*) tartalmazó antracitos kovapala. A vegyes vulkáni sorozat kiinduló rétegtagjait települési helyzet szerint nem ismerjük. Az alsó szakasz kőzeteiről a palóznaki vöröspart, felsőpermi proluviális törmelékanyaga ad némi tájékoztatást. E törmelékanyag MAJOROS GY. (1968) kavicsirányítottsági vizsgálata szerint D—DNy-felől, vagyis az általános rétegdőlés figyelembevételével, a sorozat mélyebb szakaszának irányából szállítódott. A törmelékanyag alig koptatott volta, a származási hely közelségére utal. Ugyanakkor megállapítható, hogy e breccsa jellegű törmelék a gotlandium felső szakaszára jellemző metamorf rétegsoron települ. A törmelékanyag kőzetösszetételének kb. 40%-a változó méretű, de gyakran fejnagyságot is elérő *diabázporfir*től áll. Ezenkívül gyakori a *szericites agyagpala*, *kvarcit* és egészen kevés *kvarckeratofir* kőzetcsoportok mutatkoznak. Érdekességként és a figyelem felkeltése miatt említem, hogy a törmelékanyagban néhány olyan kőzetet is megfigyeltem, mely leginkább kovakőzetre (szilikopelit) emlékeztetett. E kőzet pontosabb meghatározására sajnos nem kerülhetett sor. A gotlandiumi rétegsor megismeréséhez jelentős adatot nyújtott az iszkaszentgyörgyi 1. sz. fúrás, ahol 155,0—227,9 m között diabázporfir, diabázporfir-tufa, szericitpala, majd ismét diabázporfir egymást követő rétegei mutatkoznak. A szálban álló gotlandi rétegsor fölött felsőperm kontinentális üledék települ, melynek bazális rétegét breccsa és durvakonglomerátum alkotja. A breccsa és konglomerátum anyagában dinamometamorfózis bélyegeit viselő kvarckeratofir, kvarcit, homokkőpala és szericitpala található. Diabázporfirat gyűjtött be SÁG L. (1962) a mindszentkállai Kopasz-hegy DNy-i részén, bazalttufa exogén zárványaként. A palóznaki és iszkaszentgyörgyi adatokból tehát arra a következtetésre juthatunk, hogy a gotlandium alsó szintjét uralkodóan pelites kőzetek (*szericites agyagpala*, *szericitpala*) építik fel, mely között uralkodóan bázisos vulkanit és piroklasztikum települ. A felső szakasz kezdetét a kvarckeratofir vulkanizmus megjelenésével vonhatjuk meg, mely a felső szakasz további részén kimondottan jellemzővé válik. Az elmondottak szerint a gotlandium alsó szintjét jelzi a mindszentkállai, litéri diabázporfir és az iszkaszentgyörgyi diabázporfirites rétegsor, mely a litéri diszlokációs vonal mentén kerül felszínre, ill. felszínközébe. Ezeknek ÉK-i folytatásában találjuk a székesfe-



7. ábra: Földtani szelvény a litéri diabázon át.

Abb. 7: Geologisches Profil durch den Diabas von Litér.

hérvári, pátkai átmeneti rétegsort, ahol a diabázporfírites rétegek fölött, a kvarckeratofír betelepüléseket tartalmazó felső szint kezdő tagjai települnek. E lelőhelyeken kívül a gotlandium alsó szintjét jelzi, a Csákvár 31. sz. fúrás 365,0 m-ben elért diabázporfírit és kvarcos szericitpala is. Az említett lelőhelyek orto és parametamorf kőzeteinek települési helyzete felszíni kibukkanás híján pontosan nem rögzíthető. A fúrások tanúsága szerint enyhén gyúrt és a palássági síkok 15–20°-os lehajlást mutatnak. A diabázporfíritek az epimetamorf palák közé benyomult szubvulkáni testet jeleznek, az iszkai fúrásnál ujjasan benyúló részletekkel. A dinamometamorfózis alacsony fokára jellemző, hogy a kimondottan palás megjelenés, csak a magmatest külső 5–6 m-es vastagságú zónájában szembevetőd. A kőzettest belső része kompakt, gyakran egészen üde állapotot tükröz. Ásványos összetétele, SÁG L. (1962) vizsgálatából ismeretes, mely elsősorban a litéri előfordulásra korlátozódik (7. ábra). A kőzet palás zónája majdnem teljesen bontott. Gyakoriak az agyagásványos kiválások, a sötét vasoxidok, sziderit, ankerit és limonit. Gyengébb vagy erősebb karbonátosodás is megfigyelhető, mely szemcsékben és erekben jelentkezik. A litéri diabáz kiterjedéséről mélységbeli helyzetéről, a környéken végzett nyersanyag-kutatással kapcsolatos földtani-geofizikai vizsgálatok, világítottak rá. A lemélyített Litér 2. és 7. sz. fúrás és a felszíni geofizikai vizsgálatok, a diabázporfírit nagy elterjedését jelezték. A 2. sz. fúrás 156,0 m, míg a 7. sz. fúrás 32,0 m vastagságban tárta föl a kőzetet. A mélyebb szintek kőzetanyagában, utómagmás működésből származó repedésmenti kalcit- és kvarcerek mutatkoznak, melyek mentén a kőzet néhány mm vastagságban szerpentinesedett, ami a színes szilikátok részleges elbomlását jelöli. A porfírittömeg felsőperm előtti magas térszíni helyzetére utal a felsőperm alsó tagozatának (konglomerátum és durvahomokkő) hiánya. A Li-2. sz. fúrásban észlelt magmatitból álló vastag lejtőtörmelék, a diabázporfírit nagyfokú lepusztulását jelzi. A felszíni kibukkanás (Mogyorósdomb — 7. ábra) kőzetét a földpátok szövetéke



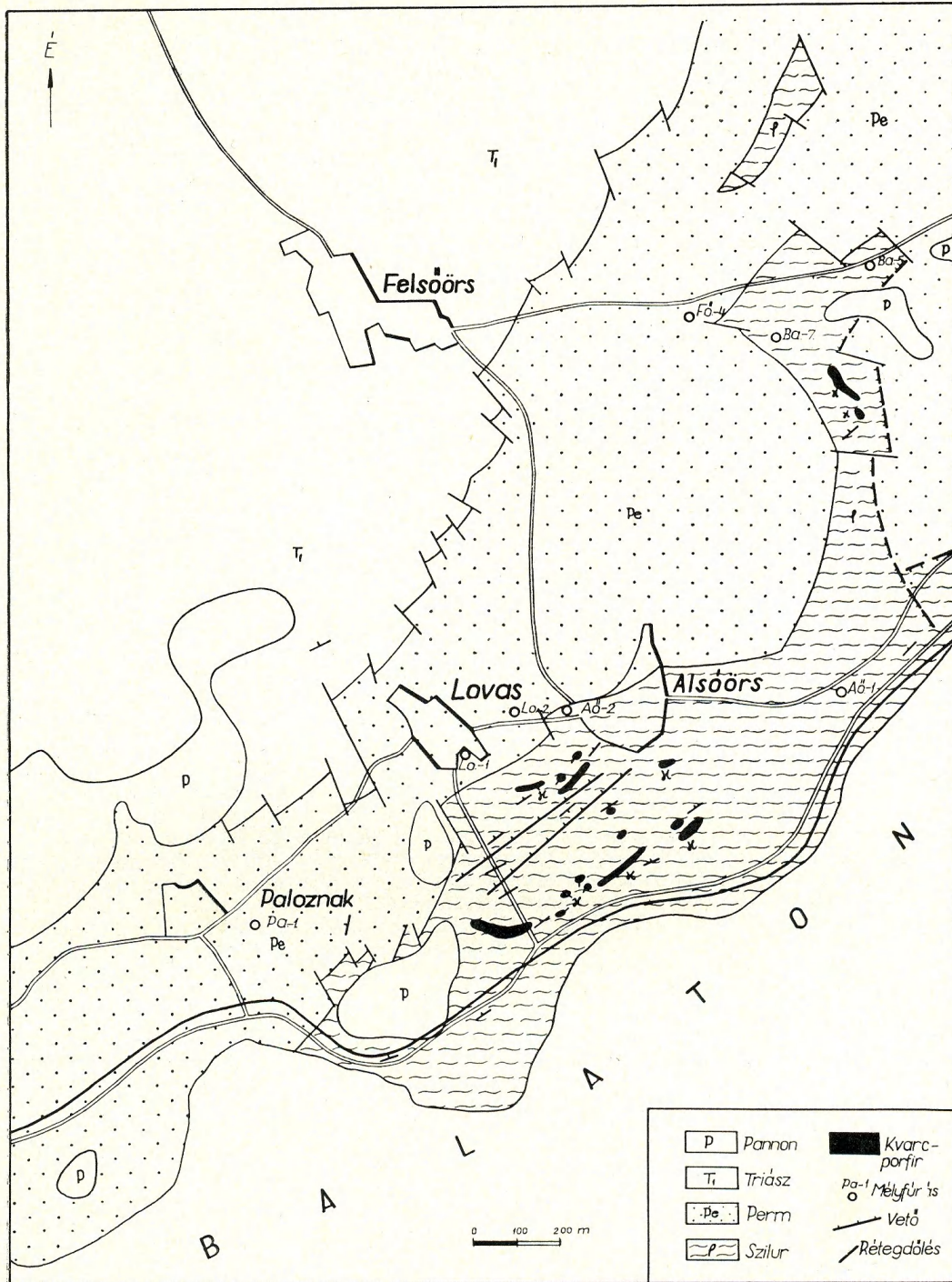
uralja — kloritosodott pigmentekkel. Az alapanyagban az apró földpátlécek mellett agyagásványok, hematit és limonit pigmentek gyakoriak. A kompakt, üde részletek szövete interszertális porfíros, lényeges ásvány a plagioklász és augit, járulékosan klorit (klinoklor), rutil, az alapanyagban magnezit, hematit található. SÁG L. vizsgálata szerint az átlagnál magasabb mágneses anomáliát, a jelenlevő titanomagnetit-szemcsék paleomágneses orientációja okozta.

Diabázporfirit kémiai összetétele: (4. sz. táblázat)

	1.	2.	3.
SiO <sub>2</sub>	40,36	45,84	45,80
FeO	1,35	1,21	1,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,23	11,30	8,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	7,10	8,20
FeO	7,56	3,82	0,00
MnO	0,14	0,14	—
MgO	6,36	13,36	8,20
CaO	15,94	7,80	7,00
Na <sub>2</sub> O	3,81	2,01	1,36
K <sub>2</sub> O	0,30	0,24	0,62
+ H <sub>2</sub> O	3,75	5,57	—
— H <sub>2</sub> O	0,10	0,11	—
CO <sub>2</sub>	9,43	0,89	14,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	0,16	0,46
Összesen:	99,55	99,55	99,92

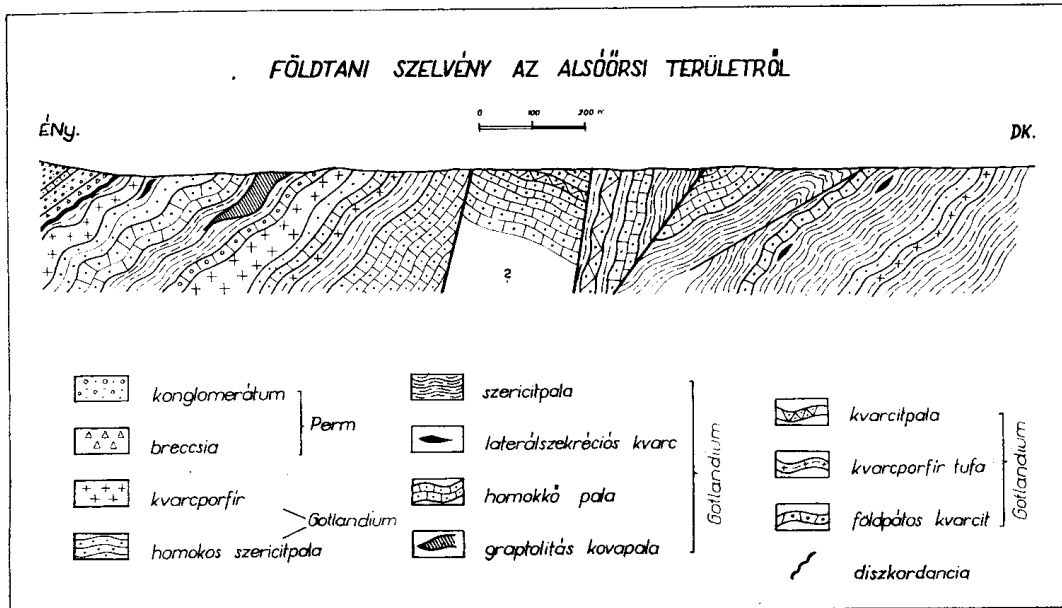
**Magyarázat:** 1. Gyengén metamorf, pados elválású kőzet, (1,2 Litér)  
 2. Palás, leveles szerkezetű, préselt kőzet. Mindkettő felszíni minta.  
 3. Palóznak-Vöröspart, permii törmelékből.

A vegyes vulkáni sorozat felső szintjébe tartozó kőzetkifejlődéseket, a további kibukkanási helyek részletesebb bemutatásával folytatom. Nézzük tehát sorrendben, először Lovas — Alsóörs — Balatonalmádi területén szerzett ismereteket. Felszíni-felszínközeli elterjedését, a pleisztocén és pliocén üledékektől fedetlen földtani térkép mutatja (8. ábra). Települési helyzetét, a különböző kőzetek váltakozásait a közreadott szelvény magyarázza (9. ábra). A rétegek változatos dőlése, leggyakrabban az utólagos tektonikai hatásokra vezethető vissza, s nagyon kevés és csak lokális megjelenésű a gyűrt szerkezetből adódó ellentétes réteghajlás. Délről É-felé haladva, vagyis a képződmény fiatalabb rétegei felé, jellemző a homokkőpala gyakoribb megjelenése, és a kvarckeratofir szubvulkanitok és teleptelések közbetelepülése. A szelvény alsó szakaszán a túlsúlyban levő kloritos szericitpala között tufa és tufit közbetelepülések jelentkeznek. A lovasi bekötőút (1977-ben védetté nyilvánítják) mentén 20 cm—7 m vastagságot elérő porfirit-tufa, tufit van, mely az Alsóörs 1. sz. fúrásban 70 m-t meghaladó vastagságban mutatkozik. A fúrás tanúsága szerint, porfirit-tufa és tufitrétegek váltakoznak egymással, a tufitos rétegeken belül — 20—30 cm vastagságú szericitpala betelepülésekkel. Csaknem minden szericitpala-rétegben szabad szemmel is felismerhető módon, a piroklasztikumából származó kvarc és földpátlból álló rétegződések mutatkoznak. E rétegződések az egykori üledékképződés menetére utalnak. A szelvény alsó szakaszának egykori pelites üledékei, a metamorfózis folyamán képlékenysége miatt erősebben gyüredezett. Megfigyelhető az is, hogy e szericitpala-rétegek között, gyakoribb a palássági síkokkal párhuzamosan megnyúlt kvarc-lencse. Ezek mérete nagyon változatos, néhány cm-től, 1—1,5 m-ig terjed. A nagyobb méretű lencse, gyűrődési zónában erősen összemorzolt állapotú. Több esetben a lencsék belsejében halmazokban, vagy hintetten hexaédres pirit található. A felszíni és felszínközeli lencsékben rozsdabarna — vörösbarna, a pirit elbomlását jelző hematit-limonit, *pirit-utáni pseudomorfoza* tarkítja a kőzetet (10. ábra). Az átalakulás folyamán keletkező kénsav, vagy kénes-



8. ábra: Fedetlen földtani térkép az alsóörsi területről.

Abb. 8: Undebeckte geologische Karte von der Umgebung von Alsóörs.



9. ábra: Földtani szelvény az alsóörsi metamorfitek dőlésének irányában.

Abb. 9: Geologisches Profil in der Fallrichtung der Metamorphiten von Alsóörs.

sav hatására, a lencse utólagos repedéseiben, vagy a szericitpalával érintkező felület mentén hipergén ásványok jönnek létre, gipsz és alunit. Felfelé haladva a szelvény mentén, az eddig domináns peliteskőzet-eredetű metamorfitek, egyre inkább, 1–2 m vastagságú közbetelepülést mutat. Nagyobb súllyal kerülnek előtérbe a pszamnitoogén szericitpalák és homokkőpalák. Ezen a szinttájon találjuk a korjelző szerepű, Graptoliteses kvarcitpalát, mely tovább többszöri ismétlődésben mutatkozik. A kvarcitpala, fekete színű, általában vékonylemezes, vagy vékonypados elválást mutat. Kompakt kőzet lévén, a dinamometamorfózis hatására összetöredezett, néha teljesen felmorzsolódott. Némely feltárásban enyhén gyűrt, de általános a repedésmenti utólagos kvarcosodás, ami újra cementálta a kőzetet (11. ábra). A mikroszkópi vizsgálat szerint, a mikrokristályos kvarcit (egykor szilikopelit) anyagban hirtelen antracit van. Terrigén ásványt nem tartalmaz, csupán több-kevesebb limonitot és hematitot, valamint a szilurra jellemző ősmaradványok (*Graptolites*, *Hystriacosphaerida*)

10. ábra: Laterálszokrécios kvarc-lencse, hintett piritutáni pseudomorfózákkal. Alsóörs.

Abb. 10: Lateralsekretische Quarzlinse mit Pseudomorphosne nach gestreutem Pyrit. Alsóörs.







11. ábra: Graptolitás, antracitos kovapala, kvarc erezettel — Graptolites sp. maradvánnyal. Alsóörs.

Abb. 11: Graptolithen- und anthrazit-führender Kieselschiefer mit Quarzaderung — mit Graptolites sp. Rest. Alsóörs.

töredékeit. E felső rétegcsoportra jellemző, hogy az erősebb gyüredezettség nem olyan gyakori, helyette az erősebben igénybe vett zónában gyúrve-tört szerkezet alakult ki. A rétegek dőlése, a töréssel kombinált helyeken gyakran ellentétessé válik, ugyanitt — kisebb jelentőségű áttolódások is keletkeznek. A vegyes vulkáni sorozat általános dőlése ÉNy-i irányú ( $315-320^\circ$ ),  $10-20^\circ$ -ig terjedő lehajlással. A gotlandium megismert rétegsorozatában tehát az alábbi felépítést ismertük meg: 1. az alsó szintben, pelites parametamorfit közé települt diabázporfirit és diabázporfirit-tufa néhány fúrásból és lejtőtörmelékből. 2. a kloritos szericitpala további túlsúlya mellett, megjelenik a pszamnitoogén szericitpala — kvarckeratofir és porfirit-tufa, tufit közbetelepüléssel, gyakori kvarcitgumókkal — lencsékkel. 3. A szelvény felső szakaszában uralkodóan, változó szemcséjű homokkőpala van pszamnitoogén szericitpala és kvarckeratofir közbetelepüléssel. A felszíni kibukkanás É-i oldalán, ez utóbbi rétegcsoportra települ a felsőperm durvatörmelékes rétegsora. A *homokkőpala* csakúgy, mint a kvarckeratofirok legtöbbje az egyébként enyhe lejtésű térszínből kisebb-nagyobb púpokát formálva emelkedik ki. Összetételének kiemelkedő sajátossága, hogy nagyon sok (20—50%) földpátot tartalmaz, ami az üledékképződéssel egyidejű tufaszórással hozható összefüggésbe. A földpátok zöme plagioklász, a szimmetrikus zónában mért kioltási szög (max.  $20^\circ$ ) alapján *oligoklász-andezit*. További elegyrészei: *kvarc*, rendszerint enyhén koptatott, legtöbbször hullámos kioltású. Néha a palássági síkokkal párhuzamos oldalai gyengén oldottak. Gyakori zárványa a tús habitusú *apatit* és a lineáris elrendezésű gázzárványsorok. A *muszkovit* nagyon változó mennyiségben mutatkozik, ugyanakkor jól jelzi a dinamometamorfózis mértékét, enyhén kihengerelt, deformált pikkelyeivel. Mérete, 50—200 mikron között változik. További lényeges elegyrész a „reliktum” *közetszemcse*, mely különösen a közepes szemcséjű homokkőpalában szembetűnő. A közetszemcsék rendszerint jól koptatottak. A 100—300, ritkábban 800 mikront is elérő szemcsék különböző kőzetanyagot mutatnak be. Így pl. látható szericitből és kovából álló alapanyagú önálló szemcse, majd ugyan-

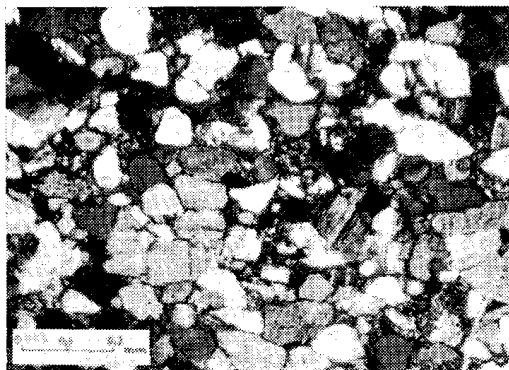


12. ábra: Reliktum közetszemcse (kép jobb sarka), homokkő palában. Alsóörs.

Abb. 12: Relikt-Gesteinskörnchen (Bild — rechte Ecke) im Sandsteinschiefer. Alsóörs.

13. ábra: Homokkőpala vékonycsiszolatban. Keresztezett nicol. Alsóörs.

Abb. 13: Dünnschiff von Sandsteinschiefer. Gekreuzte Nicols. Alsóörs.



ilyen alapanyagban „porfíros” beágyazásban plagioklász és amfiból (12. ábra), mely bázikus kőzetre utal. Gyakoribb a mikromozaik struktúrát mutató kvarcitszemcse. E „reliktum” kőzetek töredékei, a többi elegyrészekkel együtt azt a benyomást keltik, hogy a gotlandium ezen felsőbb szakaszának lepusztulási területét nagyobbrészt bázisos magmás kőzetek építették fel. A kőzet járulékos elegyrésze a *turmalin* és *cirkon*, melyek néhány esetben mm-es nagyságrendű sávok mentén „mikrotorlatszerűen” halmozódnak. A homokkőpala kötőanyaga rendszerint *klorit* és *szericit*, ritkábban mikrokristályos *kvarcit*. A dinamometamorfózis hatására leginkább az alapanyag és a muszkovit reagált legérzékenyebben, majd a kvarc unduláló kioltással. Jelentősebb ásványorientáció nem mutatkozik (13. ábra).

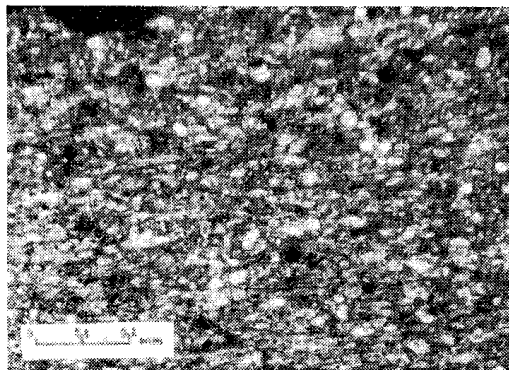
Homokkőpalák átlagos ásványos összetétele:  
(10 db minta alapján)

<i>Kvarc</i>	45 térf. %
<i>Földpát</i>	20 térf. %
<i>Muszkovit</i>	2 térf. %
„Reliktum” kőzetszemcsék	11 térf. %
<i>Limonit</i> (pigment)	4 térf. %
<i>Kötőanyag</i>	18 térf. %

A *pszamnitogén szericitpala* zöldesszürke, vagy barnásszürke színű, vékonylemezes. A kőzet lényeges elegyrésze a *szericit* és *klorit*, melyben hintve 40–50 mikron nagyságú *kvarc* és *muszkovit* található. A pelites eredetű elegyrészek között vékony limonitsávok húzódnak (14. ábra). A *klorit-szericit-muszkovit*, és a lencseszerű halmazokba tömörült *kvarc* a palássági síkban jól orientált. Az említett gyakori üledékes eredetű kőzetkifejlődések mellett, említést érdemel, a 1–1,5 m vastagságú *szericites kvarcitpala*. A kőzet világosszürke, vékonylemezes elválású, enyhén gyüre-

14. ábra: Pszamnitogén szericitpala. Párhuzamos nicol. Alsóörs.

Abb. 14: Psamnitogener Serizitschiefer. Parallele Nicols. Alsóörs.



dezett. A kőzet szilikopelit eredetét a benne foglalt apró kvarcsemek és a finom eloszlású szericitpikkelyek igazolják. Ezzel azonos, az Úrhidán felszínre bukkanó kvarcitpala, mely alatt antracitos kovapala települ. Az alsóörsi háztáji szőlők területén sötétszürke, fekete *aleurolitpala* települ. Sötét színe finom eloszlású szervesanyag-tartalomra utal, melynek egyébként fő alkotója a szericit és klorit, alárendelten 0,05 mm-es kvarc, ami néha halmazokat alkot.

Néhány metamorf kőzet kémiai összetételét az 5. sz. táblázat mutatja. (Elemző: 1—4-ig MÉV Analitikaikai laboratórium, 5. SIMÓ BÉLA ELTE).

5. sz. táblázat

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO <sub>2</sub>	92,00	53,12	71,70	75,10	71,00
FeO	0,30	1,53	—	—	1,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,80	21,80	12,30	15,30	14,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50	0,50	2,50	1,50	1,64
FeO	0,60	4,70	1,20	0,82	3,54
MnO	—	0,00	—	—	—
MgO	1,00	2,60	0,00	0,44	1,35
CaO	0,00	1,90	2,30	0,80	0,08
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,42	0,95	1,30	2,47
K <sub>2</sub> O	0,00	4,30	2,60	2,50	2,07
— H <sub>2</sub> O	—	—	—	—	3,30
+ H <sub>2</sub> O	—	—	—	—	0,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,70	—	—	—	0,05
CO <sub>2</sub>	0,92	—	—	—	0,00
C. org.	—	—	—	—	—
Izz. veszt.	1,70	8,78	2,40	3,80	—
Összesen:	99,52	99,70	95,95	101,56	101,04

**Magyarázat:** 1. Antracitos kovapala (lidit), Alsóörs.  
 2. Pszammitogén szericitpala, Alsóörs.  
 3. Homokkőpala (finomszemcsés), Alsóörs.  
 4. Homokkőpala (földpátos), Alsóörs.  
 5. Homokkőpala, szürke, földpátos, Alsóörs.

Az üledékes tartományon belül maradvány, a *porfirít-tufa* és *tufit*, az említett lelőhelyről származó minta adata szerint, az alábbi kémiai összetételt mutat: (6. táblázat) Elemző: MÉV Anal. lab.

6. sz. táblázat

	1.	2.
SiO <sub>2</sub>	59,61%	59,70%
FeO	0,08	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,40	19,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,50	1,70
FeO	0,00	2,88
CaO	3,40	3,30
MgO	0,43	0,60
K <sub>2</sub> O	3,20	3,10
Na <sub>2</sub> O	1,80	1,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,14
MnO	0,03	0,07
Izz. veszt.	7,65	3,60
Összesen:	101,10	95,64

**Magyarázat:** 1. Alsóörs 1. sz. fúrás 60 m-ből.  
 2. Alsóörs — Hármadomb (felszín).



15. ábra: Porfírit-tufa-vékonycsiszolatban, porfíros földpát és kvarc-szemcsékkel. Párhuzamos nicol. Alsóörs.

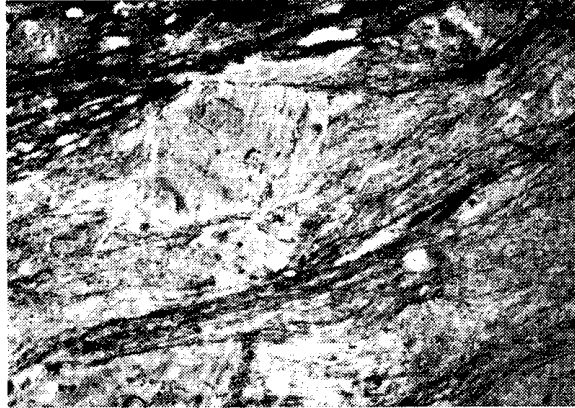
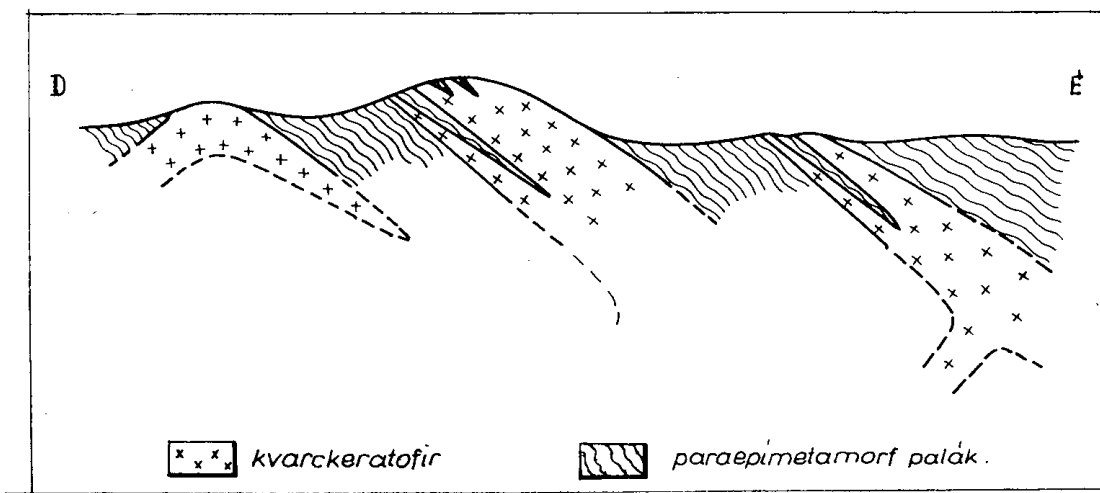


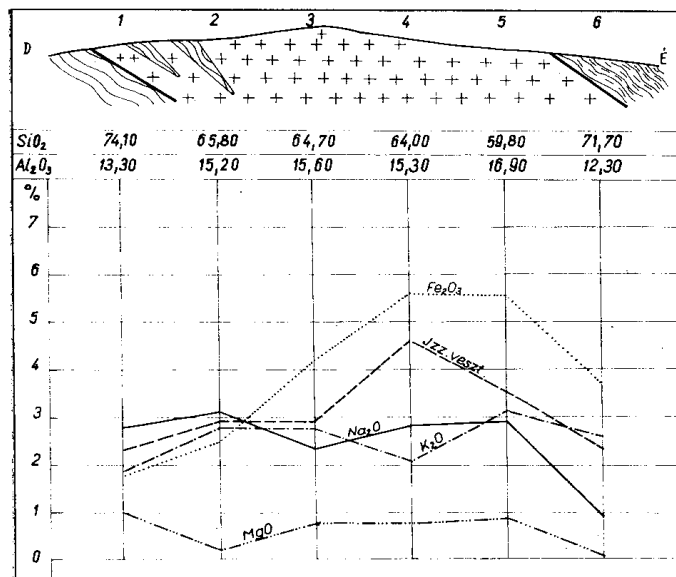
Abb. 15: Im Porphyrit-Tuff Dünnschliff porphyritischer Feldspat und Quarzkörner. Parallele Nicols. Alsóörs.

Ásványos összetételében a kvarc rendszerint unduláló kioltású, mozaikszerkezetű. A földpát rendszerint ikerlemezes, összetétele albit-oligoklász. Általában ép (15. ábra) kristályai, szórt tufaanyagra utalnak. A kötőanyag szericit és klorit, ami limonitos-hematitos elszíneződéssel jól jelzi a szöveti deformációt. És most nézzük a palák közé nyomult kvarckeratofir néhány jellemzőjét. Az Alsóörs—Balatonalmádi kutatások során, mód nyílt arra, hogy e magmatestek földtani helyzetét ásvány- és kőzettani összetételét megismerhessük, melyhez értékes adatokat nyújtott JUHÁSZ A. (1960) vizsgálata is. A magmatittestek, több részletes feltárás tanúsága szerint eredetileg is változó méretűek, amit a máig történt lepusztulás mértéke is megváltoztatott. A változó térbeliség és az erózió következménye, hogy egy-egy magmatest különböző részlete kerül szemünk elé (16. ábra). E szubvulkáni testek és teleptelérek éles határ mentén, a mellékkőzet gyenge megpörkölésével települnek a palák között. A nagyobb magmatitok peremi részei ujjas elágazásokkal hatolnak a mellékkőzetbe. Jellemző, és a dinamometamorfózis gyenge hatására utal többek között, hogy a nagyobb magmatest központi részlete rendszerint kompakt, legfeljebb vastagpados elválású, míg a peremi és szegélyrészek lemezes, palás szerkezetűek. Az alsóörsi Hármas-domb részletesen feltárt szelvényében (17. ábra), a központi rész porfíros elegyrészeinek



16. ábra: Kvarckeratofir magmatestek térbeli helyzetei az alsóörsi területen.

Abb. 16: Die räumlichen Lagen der quarzkeratophyrischen Magmakörner im Gebiet von Alsóörs.



17. ábra: Kvarckeratofír földtani szelvénye és a fontosabb kémiai alkotók megoszlása. Alsóörs. Hármasdomb.

Abb. 17: Geologisches Profil von Quarzkeratophyr. Alsóörs. Hármasdomb.

átlagos szemcsemérete 0,65 mm, ami a peremek felé az egyenlőtlen kihülés következtében egyre csökken. A mikroszkópi vizsgálat arra is rámutatott, hogy a palásodás mértékének növekedésével az elegyrészek orientációja is nő. Visszatérve a magmatit és a mellékkőzet érintkezési felületének kérdésére, egyértelműen rögzíthető, hogy jelentős változás vagy ércképződés (TELEKI G. 1936—38) nem történt. JUHÁSZ Á. (1960) vizsgálata szerint a magmatit érintkezésének felülete mentén az átlagosnál nagyobb a biotit (lepidomelán) mennyisége (14%), amit transzvizaporizációs hatásra vezet vissza. TELEKI G. által jelzett (Nagykőorr) terület újratérképezésével megállapíthattuk, hogy a szerző által említett vas (limonit-hematit) dúsulás, nem a kvarckeratofír kontaktjához kapcsolódik, hanem a Balaton-felvidék számos fúrásában észlelt, alsó—középső perm folyamán kialakult oxidációs zóna tartozéka. Ezen oxidációs-mállási öv vastartalma 10—26%, de ezt mindig magas szilíciumtartalom (50—60%) kíséri. Az általában kvarckeratofír összetételű magmatitok között, a különböző szövet és szemcseméret szerint, JUHÁSZ Á. három közettípust ír le.

1. Biotitmikro-gránitporfír, ill. biotitos hidromikro-gránitporfír.
2. Nátron-kvarcporfír, ill. biotitos nátron-riolitporfír.
3. Általában (szerző szerint) nátron-kvarcporfírit, ill. klorodácitogén epigneisz.

E szövet és szemcseméret szerinti csoportosítás nem túl szerencsés, mert mint utaltam rá, ilyen különbség egy magmatesten belül is megfigyelhető (17. ábra). JUHÁSZ Á. részletes ásványközettani vizsgálata mellett, itt csupán utalok e magmatit összetevőire. Az általában szürke, szürkésfehér kőzetben *dihexaederes kvarc*, *plagioklász* (albitoligoklász), *ortoklász*, *biotit*, *apatit* az alapanyag nagyobbrészt szericitesedett földpát, melyben ritkán cirkon és ilmenit is megjelenik. A porfíros kvarc és földpát gyakran idiomorf, a földpát általában ép, kisebb szericites góccokkal tarkítva (18. ábra). A biotit, lepidomelán jellegű, részben klorittá alakult, a magmatit peremeken mindig gyúrt, kihengerelt, a központi részeken kissé hajlított. Különböző helyekről származó kvarckeratofír minták kémiai összetételét a 7. sz. táblázatban mutatjuk be.

18. ábra: Idiomorf plagioklász — kvarckeratofirban. Alsóörs. — Hármasdomb.

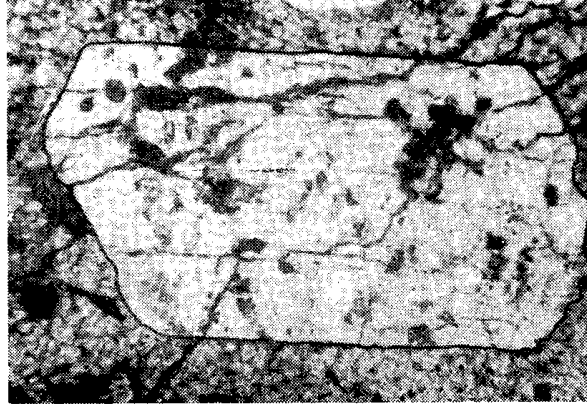


Abb. 18: Idiomorphes Plagioklas im Quarzkeratophyr. Alsóörs. Hármasdomb.

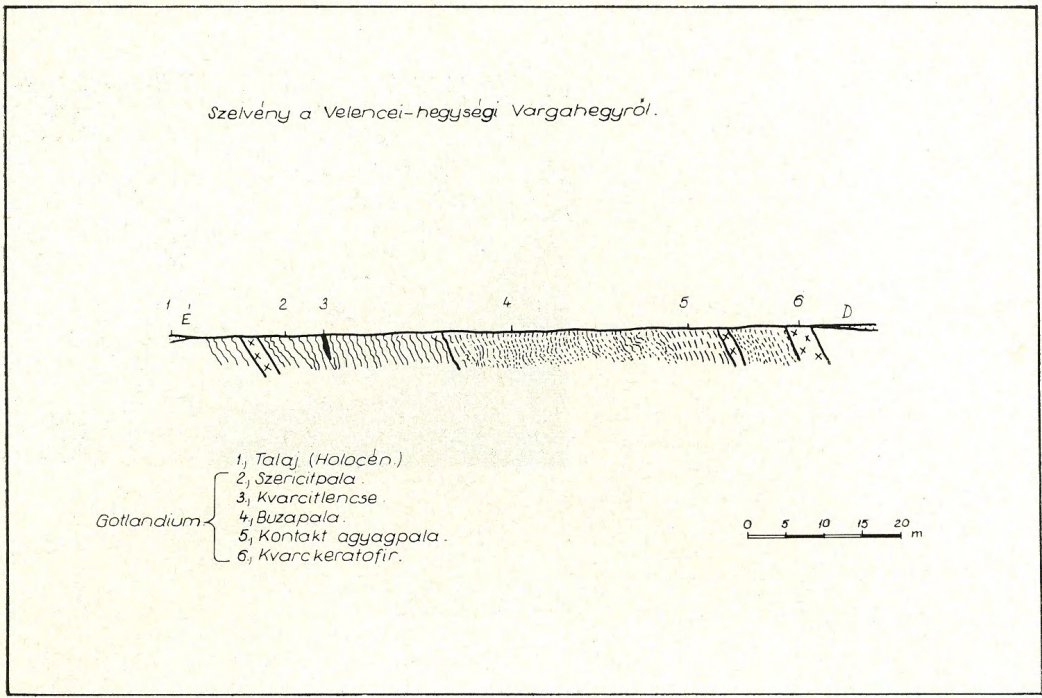
7. sz. táblázat

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO <sub>2</sub>	66,55	66,80	63,33	61,91	69,49%
TiO <sub>2</sub>	0,32	0,10	0,79	0,90	0,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,22	15,20	21,30	19,90	14,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,98	3,90	3,03	4,05	2,44
FeO	2,10	2,60	0,55	2,52	1,86
MnO	0,04	—	0,05	0,06	0,06
MgO	0,56	0,20	0,80	2,60	1,61
CaO	1,10	3,40	1,68	1,96	0,54
Na <sub>2</sub> O	3,46	3,10	3,60	2,40	5,40
K <sub>2</sub> O	3,14	3,90	3,60	3,30	0,48
+ H <sub>2</sub> O	0,00	—	—	—	0,53
— H <sub>2</sub> O	2,97	—	—	—	2,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	—	—	—	0,19
CO <sub>2</sub>	—	—	0,32	0,32	0,04
Összesen:	100,57	99,20	99,05	99,92	99,95

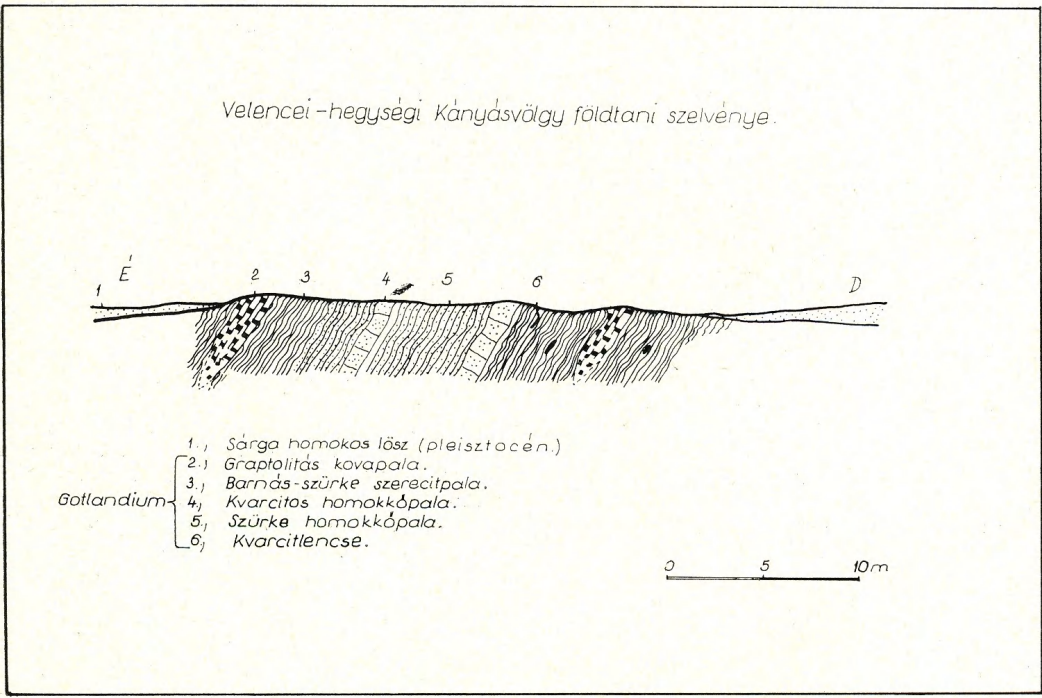
**Magyarázat:** 1. Alsóörs, mélyfúrás (RAPSZKY J-né)  
 2. Alsóörs, Hármasdomb (MÉV-labor)  
 3. Velencei-hegység, Pátka. Varga-hegy (MÉV-labor)  
 4. Velencei-hegység, Antónia-hegy (MÉV-labor)  
 5. Alsóörs, kőfejtő (NEMES L-né)

Az alsóörsi típuszselvénybe teljességgel beépíthető a velencei kifejlődés azzal a különbséggel, hogy a velencei gránit közelében fekvő palákat, a dinamometamorfózison túl, termometamorfózis is érte. Ennek megfelelően szillimanitos, andaluzitos palák jelennek meg. A gránittól távolodva a kontaktmetamorf hatás fokozatosan erejét veszti. (19. ábra) és egyre inkább a Balaton-felvidékivel azonos dinamometamorf palákat találunk (Varga-hegy, Antónia-hegy, Pátka 1. sz. fúrás), a gotlandiumra jellemző graptoliteszes kovapalával, homokkőpalával és kvarckeratofir közbetelepüléssel (20. ábra).





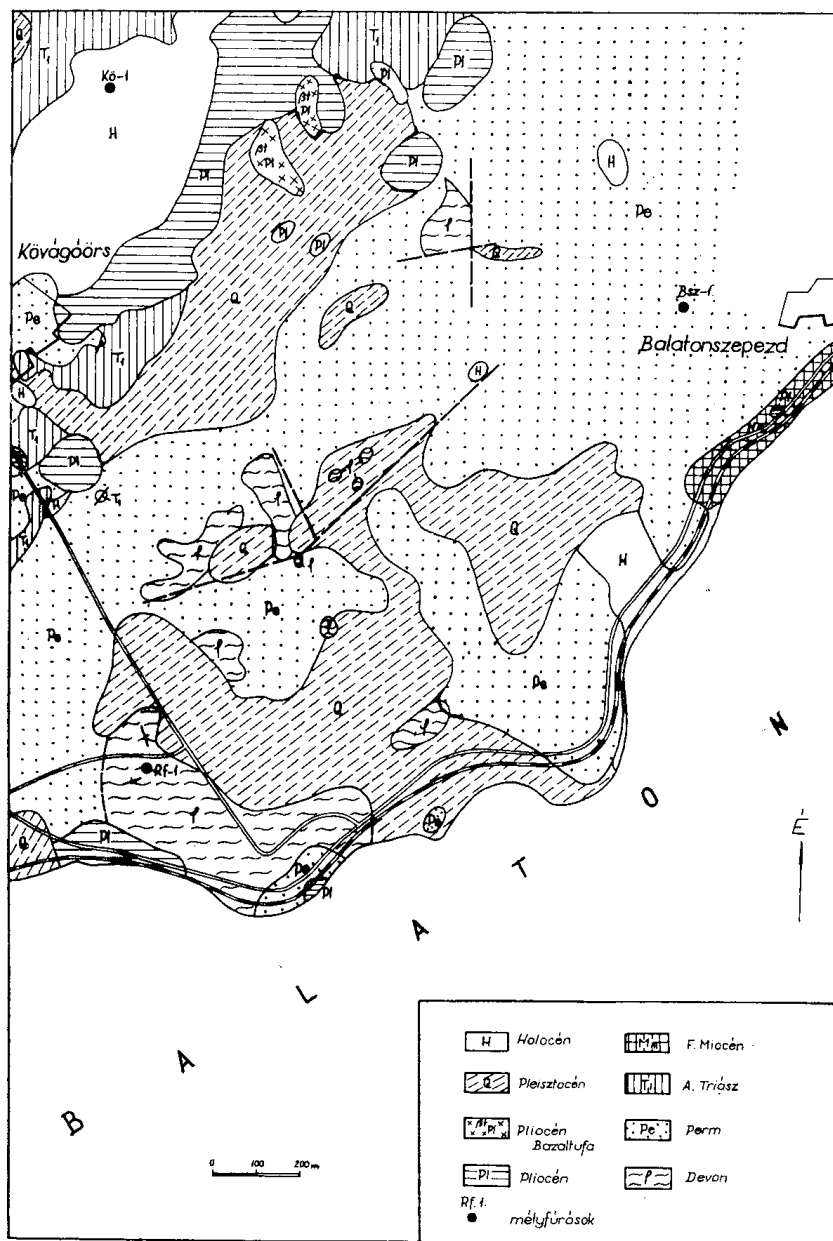
19. ábra: Szelvény a velencei-hegységi Varga-hegyről.  
 Abb. 19: Profil des Varga Berges im Velenceer Gebirge.  
 20. ábra: Velencei hegységi, Kányás-völgy földtani szelvénye.  
 Abb. 20: Geologisches Profil vom Kányás Tal im Velenceer Gebirge.



### III. KARBONÁTOS AGYAGPALASOROZAT, DEVON

#### Elterjedés és földtani-kőzettani felépítés

A Balaton-felvidékre terjedő és egyben felszínen fekvő típusos kifejlődés Révfülöp—Kővágóörs területére esik (21. ábra). A felszíni megjelenés mellett, nagy jelentőséggel bír a környéken lemélyített számos mélyfúrás, mely közül a fontosab-  
bak: Révfülöp 1. sz., Kővágóörs 1. sz., Balatonszepezd 1. sz., Káptalantóti 1. sz., Sal-

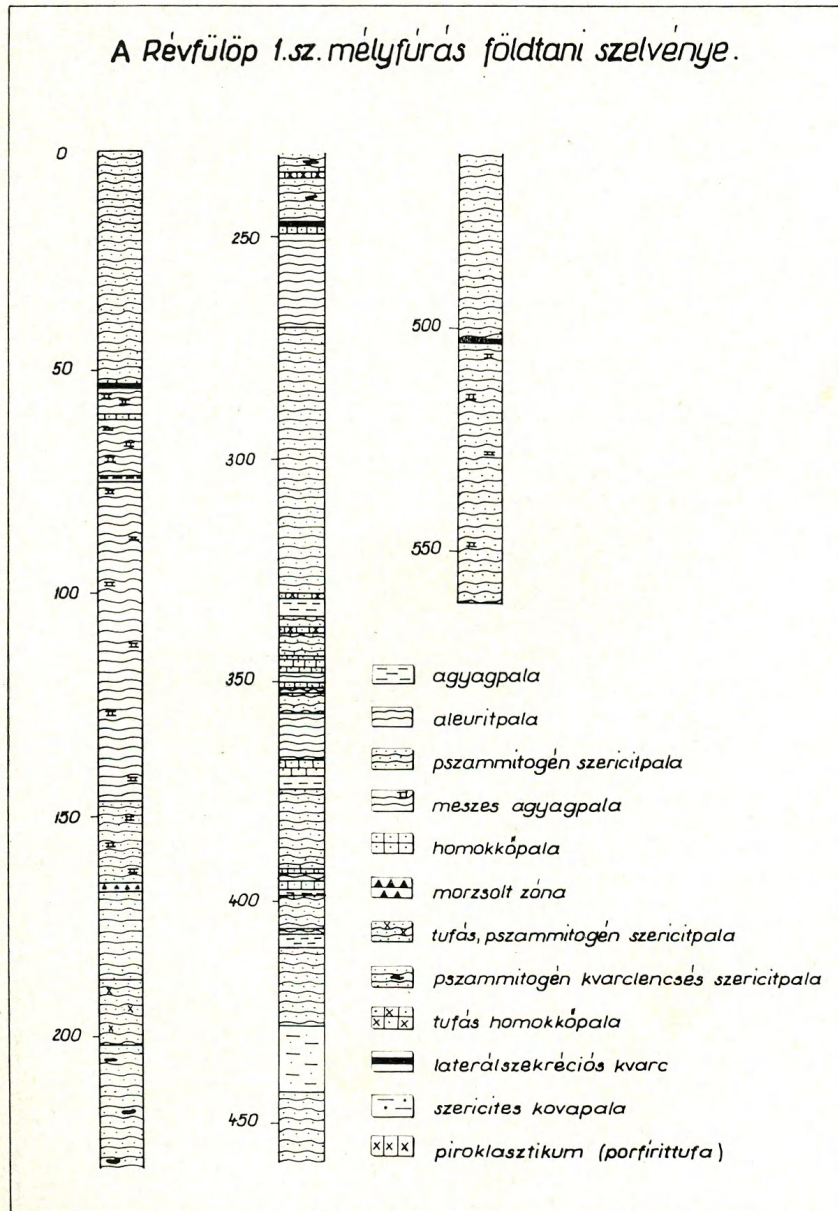


21. ábra: Révfülöp és környékének földtani térképe.  
Abb. 21: Geologische Karte von Révfülöp und Umgebung.



föld 1. sz., Zánka 1. sz. és Balatonrendes 1/a. sz. fúrások. A Révfülöp 1. számú fúrás jelentőségét kiemeli, hogy felszínen levő metamorfképződményre települt, és abban 562 m-t haladt (22. ábra). A kapott rétegsorra jellemző, hogy túlnyomóan *meszes agyagpala*, *pszammitogén szericitpala*, *aleuritpala* és *agyagpala* rétegekből áll, mely között kis vastagságot elérő *homokkőpala*, *piroklasztikum*, *szericites kovapala* és egyéb átmeneti közetrétegek települnek.

A rétegsorban az is szembevetendő, hogy az említett közbetelepülések 300 m alatti szakaszokon sűrűsödnek. A rétegsor közeteire jellemző az egészen enyhe anchime-



22. ábra: Révfülöp—1. sz. mélyfúrás rétegszelvénye.  
Abb. 22: Das Schichtprofil der Tiefbohrung Révfülöp—1.



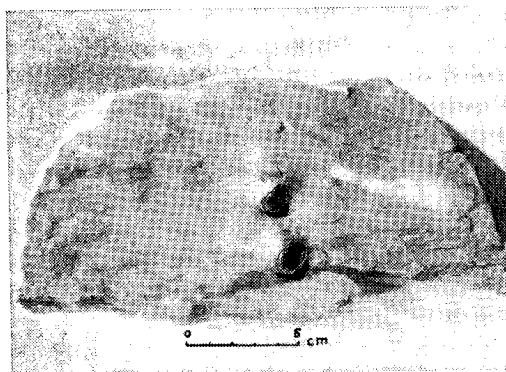
tamorf hatás, valamint a kőzetek magasabb karbonáttartalma (4–10%). A megjelenő karbonát nagyjából kalcit, mely mellett kevés dolomit és sziderit is megjelenik. Az üledékes eredetű metamorfitekban, a piroklasztikumot kivéve, a gotlandium hasonló kifejlődéséhez viszonyítva lényegesen kevesebb a földpáttartalom.

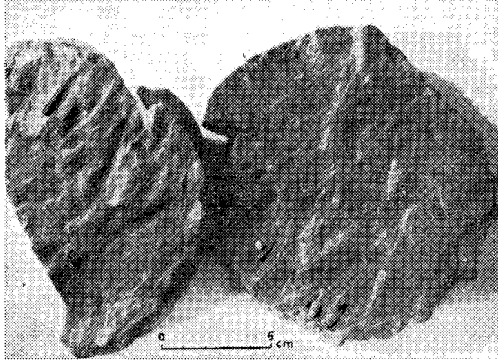
A révfülöpi kifejlődéssel azonos kőzeteket találtam több távol eső fúrásban, és néhány helyen bazalttufa exogén zárványaként. Ennek ismeretében megrajzolhattam a devon valószínű elterjedését (1. ábra). Néhány adatból arra a következtetésre jutottam, hogy a sorozat fiatalabb rétegei felé egyre nagyobb szerephez jutnak a mésztartalmú kőzetek (mészpala, szericites-grafitos mészpala stb.) Így pl. a szigligeti bazalttufa metamorf kőzetzárványai között, az agyagpala mellett nagyon gyakoriak a *meszes homokkőpala* és *mészpala, grafitsávós-szericites mészpala*. Ugyancsak nagyobb mésztartalmú palák találhatók (bár kisebb mennyiségben), a Tihanyi-félsziget É-i (Barátlakások, Apáti-hegy stb.) feléneke bazalttufáiban. Tovább ÉK-felé haladva, ide tartozó agyagpalát tárt föl a Hidegkút, Szentkirályszabadja, Balatonfűzfő, Balatonkenese, Ősi, Jenő területén mélyített alaphegységet ért fúrás, valamint Füle—1. sz. fúrás, Szabadbattyán 9. sz. fúrás 452,0 m-től, a Székesfehérvár 1. sz. fúrás felső szakasza. A Balaton-felvidéktől ÉNy-ra, Alsószalmavár, Bakonytamási (kiemelt alaphegység rög) — területén, a révfülöpi kifejlődéssel azonos agyagpala, szericites agyagpala, aleuritpala került elő. Továbbá ÉNy-ra a Kisalföld medencealjzatát már erősebben meszes palák építik föl, melyhez hasonlóak az említett szigligeti és tihanyi leletek. Úgy tűnik, tehát, hogy a devon kezdeti pelites-pszammitos üledékeit (Révfülöp), felfelé a mésztartalom fokozatos felszaporodása, majd térhódítása jellemzi (Tihany, Szigliget). Ha ez valóban így van, akkor eljutunk a Kőszegi-hegység sokat vitatott korkérdésének problémájához, mely szerint a felszínre bukkanó kőzetekben a devon fiatalabb kifejlődését kell látnunk. Ebben az üledékciklusban találjuk az ópaleozoikum utolsó vulkáni tevékenységét, ahol nagy kiterjedésű lávaárak (VAR-RÖK K. 1964) és piroklasztikum rétegek mutatkoznak, ma már részben, vagy egészben átalakultak. Ilyen bázikus eredetű vulkáni kőzetet ismerünk Felsőcsatár DNy-i szélén (diabáz, gabbró?), a Mihályi 22., 23., 29. sz. fúrás és az Ikervár 8. sz. fúrás anyagában. Bázisos vulkáni tufa-tifit van Bozsok területén felszínen, a Sótöny 2. sz. és a Velem 8. sz. fúrásokban. Visszatérve a Balaton-felvidéki kifejlődéshez azt látjuk, hogy a karbonátos agyagpala-sorozat egyes tömbjei nagyjából szorosan kapcsolódnak a gotlandiumi kifejlődéshez. A révfülöpi és a székesfehérvári fúrások kifejlődései azt a benyomást keltik, hogy (savanyú piroklasztikum) a devon folyamatos átmenettel fejlődik ki a gotlandi sorozatból. A szigligeti és tihanyi karbonátos palák környezetükhöz viszonyítva, mélybezőkkent helyzetre utalnak, ahol a magasabb szintű kifejlődés védve maradt a későbbi lepusztulástól.

A felszíni és a fúrási anyagok részletesebb vizsgálatából kitűnik, hogy a devon-sorozat kőzetei lényegesen eltérnek a gotlandium kőzeteitől, mely az összetétel és kőzetszerkezet jellegéből tűnik ki. Az idetartozó kőzetek az agyagpala, ill. anchimetamorf állapotot tükrözik. Ennek megfelelően, sok helyen jól konzervált üledékföldtani bélyegek, hullámos ferderétegződés, karbonátos konkréción, tenger alatti áramlásra utaló intraformacionális breccsa és az egykori réteglapot átszelő, vagy azzal párhuzamos helyzetű iszapfaló szerkezetek nyomai, járatai ismerhetők fel (23., 24. ábra).

23. ábra: Iszapfaló szerkezetek, féregjáratok agyagpalában. Révfülöp—1. sz. f.

Abb. 23: Schlammfressende Organismen, Wurmgänge im Tonschiefer. Révfülöp—1.

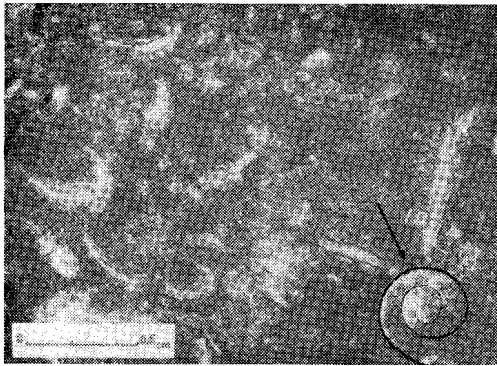




24. ábra: Iszapfaló szervezetek, féregjáratok agyagpalában. Kővágóörs—1. sz. f.

Abb. 24: Schlammfressende Organismen, Wurmgänge im Tonschiefer. Kővágóörs—1.

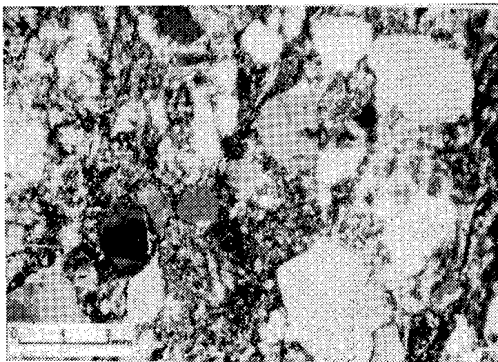
A gyenge metamorfózis ellenére, meglepően kevés a sorozatból előkerült ősmaradvány, és a néhány lelet sem tipikusan korjelző. A Káptalantóti 1. sz. fúrásból (102 m-ben), HALÁSZ A. által gyűjtött *Brachyopodát*, SCHRETER Z. (1959) *Orthothes crinistria* (PHILL.) — fajként határozta meg. Szigligeti bazalttufa zárványból szár-



25. ábra: Embrionális Cephalopoda mészpalaiban, Szigliget, bazalttufából.

Abb. 25: Cephalopodenembryo im Kalkschiefer, Szigliget, aus Bazalttuff.

mazó mészpala csiszolatában GÉCZY B. (1965) embrionális *Cephalopodát* ismert fel, több egyéb kagylómetszet társaságában (25. ábra). Ez utóbbi, kövületes mészpala kis mérete, sajnos több metszet készítését nem tette lehetővé, így a korkérdés továbbra is általános földtani-kőzettani alapokon nyugszik. A devon kiinduló — agyag, homo-



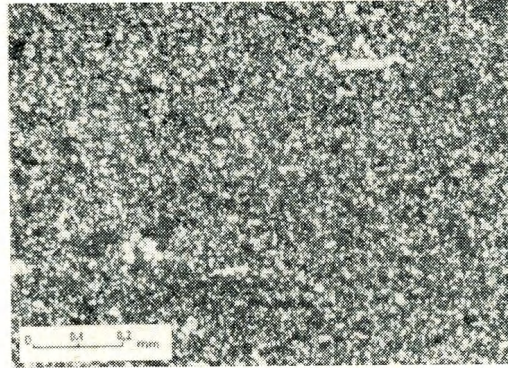
26. ábra: Homokkőpala, — metszet. Keresztezett nicol. Révfülöp—1. (60 m)

Abb. 26: Sandsteinschiefer-Schliff. Gekreuzte Nicols. Révfülöp—1. (60 m).



27. ábra: Szericites kovapala. Kereszt-zett nicol. Révfülöp—1. (442 m)

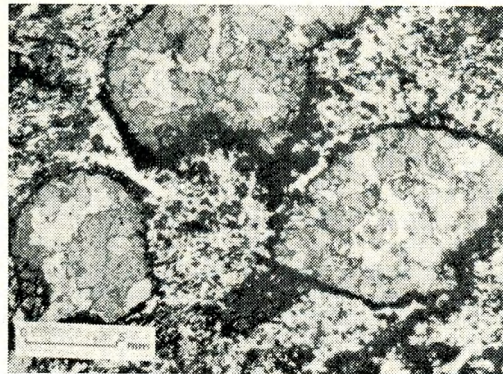
Abb. 27: Serizithaltiger Kieselschiefer. Gekreuzte Nicols. Révfülöp—1 (442 m).



kos agyag, homok —, magasabb szintben meszes agyag, homokos, meszes agyag és mészkő üledékei, a metamorfózis során plasztikus sajátságaitól függően gyengébben, vagy erősebben ráncolt-gyűrűt, leveles-palás szerkezetet vett fel. Eredeti ásványos összetétele, az agyagásványoktól és a szerves anyagtól eltekintve lényegében nem változott, csupán jelentéktelen szöveti átrendeződés (orientáció) következett be, melyre az alábbi kőzettípusok szolgáltatnak példát. *Homokkőpala*: vékonylemez, enyhén hullámos, zöldesszürke színű, feltűnően sok muszkovittal. Törmelékanyagában uralkodik a kvarc, mely gyengén hullámos kioltású, 800—1500 mikron szemcseméretű, szegélye gyakran csipkézett, újraoldódás nyomait mutatja. Zárványként néha apatit mutatkozik. Feltűnő orientációt nem mutat. Kötőanyaga szericit és mész. Az utóbbi nagyjából kalcit, másrészt ankerit és sziderit (26. ábra). A *szericitpala* rendszerint apró, törmelékes kvarctartalommal. A szericit-, de a kvarc- és kalcit- szemcsék is a palásság síkjában rendeződtek. Helyenként jelentős a klorit- és karbonáttartalom, az utóbbi részben szorosan kapcsolódik a kőzetanyaghoz, más része vékony repedésmenti kitöltés. A *szericites kovapala* (Rf—1. 440 m) világos zöldesszürke, sárgásszürke, vékonylemez. A kőzet szilikopelit eredetét tükrözik a szórtan jelentkező apró kvarc- és szericitpikkelyek (27. ábra). Az *agyagpala* különböző fúrások tanúsága szerint változó vastagságú, rendszerint finoman ráncolt. A permiai fedő alatt a ferrihidroxidos átítatódás és az epigén pirítbomlás miatt a mélységi helyzetétől függően, vörös halványpiros és rózsaszínűre festődik. Eredeti színe világos, vagy sötétszürke, ilyenkor gyakran pirittartalmú. A világosabb színűek több karbonátot tartalmaznak. A szubmikroszkópos eloszlású kaolinites-nontronitos alapanyagban kevés rekrisztalizációt mutató kvarc, szericit, kalcit, kalcedon és gyakran sziderit van. Néhány esetben a karbonát, konkréciószerű apró halmazokat alkot, melyet limonit-hematit szegélyez (28. ábra). Néhány agyagpala részleges kémiai adata rávilágít a karbonát-tartalom változatosságára és az aránylag magas vastartalomra.

28. ábra: Konkréciószerű karbonáthalmazok, szericites agyagpalában, kereszt-zett nicol. Révfülöp—1. (102 m)

Abb. 28: Konkretionsartige Karbonatan-sammlungen im serizitischen Tonschiefer. Gekrautzte Nicols. Révfülöp—1 (102 m).



	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>
1.	55,25	20,03	9,65	8,46
2.	61,49	18,56	8,29	—
3.	60,34	14,80	8,86	1,63

1—2. Kővágóörs 1. sz. fúrás, 3. Zánka 1. sz. fúrás.

A 2. sz. minta röntgen szerinti összetétele (PÉCSI M-né).

Kvarc	10—20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Plagioklász	5—10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Sziderit ankerit	— <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Szericit-illit	30—40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Klorit	— <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Kaolinit	25—30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Pirit	10—14 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

A szigligeti *meszes szericitfillit* zöldesszürke színű, erősen gyűredezett. Ásványos összetétele: kvarc, plagioklász, muszkovit, járulékosan pirit, limonit. Kötőanyaga kalcit és szericit. Az elegyrészek többsége jól követi a gyűredezettséget, a kőzet szabad CO<sub>2</sub>-tartalma 12,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (29. ábra).

Az ugyancsak Szigligetről származó *szericites mészpala* általában gyengén gyűrt, leveles-lemezes elválású. A kőzet mikrokristályos kalcit és szericit alapanyagában szórta kvarc és muszkovit van orientált elrendezésben. A kőzet szabad CO<sub>2</sub>-tartalma 11,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (30. ábra).

A devonsorozat néhány kőzetének kémiai összetétele.

8. sz. táblázat

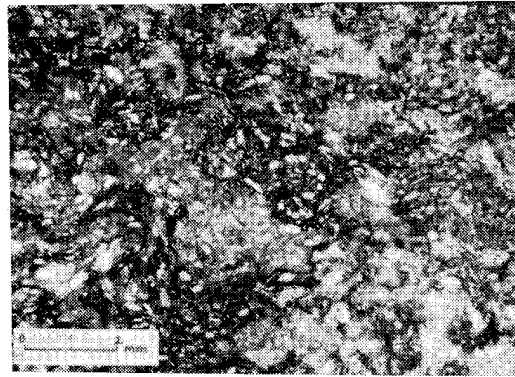
	1.	2.	3.	4.	5.
SiO <sub>2</sub>	77,40	60,99	41,50	58,80	57,30
FeO	0,40	1,94	0,40	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,80	19,34	15,30	18,10	19,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,40	4,79	9,40	5,40	5,10
FeO	2,30	0,00	4,40	4,50	4,50
MgO	1,40	1,37	2,40	1,80	1,80
CaO	1,40	0,46	8,10	0,80	1,10
Na <sub>2</sub> O	0,08	0,36	0,10	1,30	1,05
K <sub>2</sub> O	0,80	3,78	8,20	3,40	3,30
— H <sub>2</sub> O	—	3,82	—	—	—
+ H <sub>2</sub> O	—	0,33	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	0,13	0,66	—	—
CO <sub>2</sub>	2,60	3,58	10,90	1,35	0,83
C. org.	—	0,07	—	—	—
Cl	—	0,00	—	—	—
Izz. veszt.	2,90	—	12,90	5,20	5,60
Összesen:	100,58	100,96	99,26	100,65	100,28

**Magyarázat:** 1. Homokkőpala. Rf—1,60 m. (MÉV-labor)  
 2. Sötétszürke szericitfillit. Rf—1. (SIMO B.)  
 3. Meszes agyagpala. Rf—1. 442 m (MÉV-labor)  
 4. Agyagpala. Füle—1. 160 m (MÉV-labor)  
 5. Agyagpala. Fűzfő—1. 634 m (MÉV-labor)



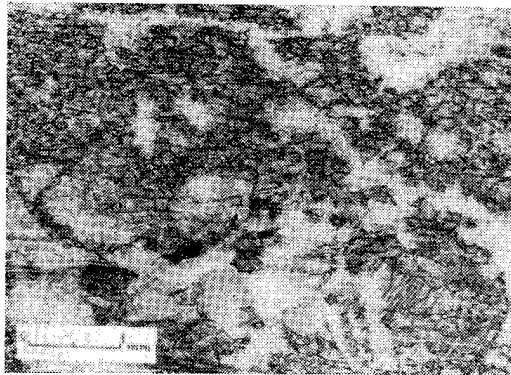
29. ábra: Meszes szericitfillit. Kereszt-  
zett nicol. Szigliget, bazalttufából.

Abb. 29: Kalkiger Serizitphyllit. Gekre-  
utzte Nicols. Sziglige t, aus Bazalttuff.



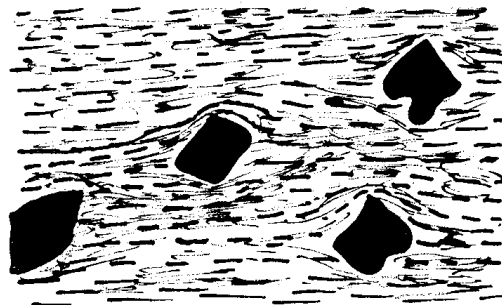
30. ábra: Szericites mészpala, párhuz-  
mos nicol. Szigliget, bazalttufából.

Abb. 30: Serizitischer Kalkschiefer, pa-  
rallele Nicols. Szigliget, aus Bazalttuff.



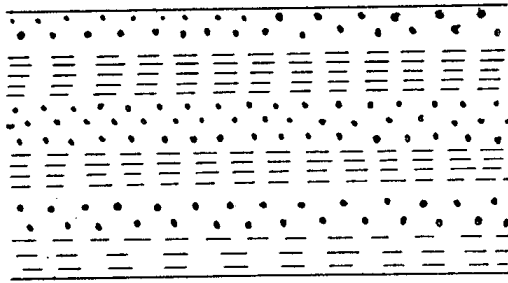
31. ábra: Szubakvatikus elmosással be-  
került törmelékek homokkőpalában.  
(Révfülöp—1. sz. fúrás)

Abb. 31: Durch subaquatische Absch-  
wemmung eingelagertes Gebröckeln im  
Sandsteinschiefer. (Révfülöp—1)



#### *Üledékföldtani és közetszerkezeti sajátosságok*

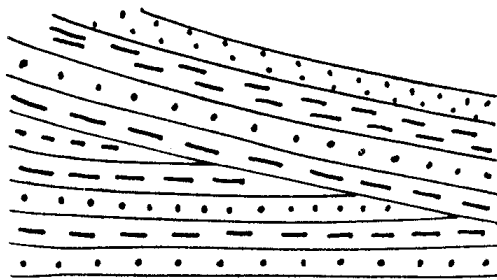
Itt az eddig bemutatott metamorf sorozatok azon sajátosságát vizsgáljuk, melyek az eredeti üledékképződés és a regionális metamorfózis folyamatával, valamint az ezt követő tektonikai mozgásokkal kapcsolatos. E szempont szerint legfontosabb az a folyamat, mely a kőzet felépítésének elsődleges formáját kialakította az üledékképződés és rétegződés (L. N. BOTVINKINA 1965). Mint látható volt a metamorfotok kiinduló üledéke homok, homokkő, homokos agyag, agyagos homok, aleurit, agyag, ezeknek meszes változatai és mészkő-dolomit volt. A réteggkomplexumon belül az eddigi adatok arra utalnak, hogy az idős sorozattól indulva nő a mész és szervesanyag-tartalom. A szerves anyag fokozatos gyakorisága nem csupán a fáciesviszonyok megváltozását jelzi, hanem a növény- és állatvilág (algák, őscserjék) térhódí-



32. ábra: Párhuzamos, egyenes rétegződés metamorf homokkőpalában.

Abb. 32: Parallele, ungestörte Schichtung im metamorphen Sandsteinschiefer.

tását is. A gyér őslénytani lelet nem teszi lehetővé a fáciesviszonyok pontos rögzítését, így csupán a litológiai kifejlődésből lehet következtetni. Az idősebb kvarcfillites rétegcsoport kőzetei sekélytengeri kifejlődést sejtetnek, ami a gotlandium alsó szakaszáig, a *szubneritikus* mélységzónáig húzódhat. A továbbiakban úgy látszik, hogy az ópaleozóos rész-geoszinklinális a regressziós stádiumába érkezik (egyre gyarapodó homokos üledék) fokozatosan csökkenő tengermélységgel. A gotlandium felső szakaszában keletkezett szilikopelit lencsés megjelenésű rétegei, valószínű a meginduló savanyú vulkáni tevékenységgel kapcsolatosak. E kőzetbe zárt *Graptolites* sp., *Chitinozoa*-, *Radiolaria*-maradványok ugyancsak sekélytengeri nyíltvízi állapotot tükröznek. Hasonló fáciesviszonyok lehettek a devon alsó szakaszában is (*Brachyopoda*) azzal a különbséggel, hogy a terigén anyagok mellett egyre nagyobb szerep jut a meszes lerakódásnak, mely végül is mészkőzetek megjelenéséhez (Szigliget, Velem, Cák) vezet. Az utóbbi, minden bizonnyal jelentős klimatikus változással is kapcsolatban állt, másrészt további vízmélységsökkenés eredménye lehet. A valószínűsíthető fácies eredménye, hogy az ordovicium és gotlandium alsó szakaszában, általában nagy vastagságú, csekély változatosságú kőzetrétegek alakultak ki. A magasabb tagozatban a változatosabb kőzetheziségek mellett, a rétegek kisebb vastagságúak (5–15 m) és gyakori váltakozással mutatkoznak. Ez utóbbi jelenségek egyik oka ugyancsak a vulkáni tevékenységben kereshető (piroklasztikum), másrészt gyakori vízmélység-ingadozással magyarázható. A változó szemcsenyagyságú üledékek váltakozása mellett, erőteljesebb vízmozgásra utal, az idősebb rétegek kőzetanyagának szögletes darabjait tartalmazó homokkő (Rf–1), mely erősebb tenger alatti áramlást jelezhet (31. ábra). A devon regressziós fázisának partszegélyi kifejlődése lehet a cáki konglomerátum. A rétegződés és egyéb üledékföldtani bélyegek felismerését nehezíti a sorozatokat ért dinamometamorfózis. A metamorfózis különböző mértéke szerint természetszerű, hogy az idősebb kvarcfillites és vegyes vulkáni sorozatban az üledékkeletkezés folyamatai sokszor a felismerhetetlenségig elmosódnak. Így pl. az egykori rétegzettséget a szericit-kvarcit zsinórok jelzik. Ezek a *finomrétegződések* nagyobb részben párhuzamosak (32. ábra), és csupán néhány esetben (Alsóórs, a szelvény felső szakasza) található ferde rétegzottség (33. ábra). A fiatalabb devon sorozat gyengébben átalakult palái már valamivel gazdagabbak üledékképződési jelekben. Ilyen az említett áthalmozott kőzettörmelék (31. ábra), konkréciószerű karbonáthalmazok (34. ábra), a homokosabb üledék *ferdehullámos rétegződése*, a kar-

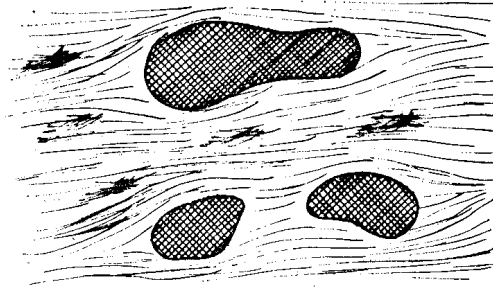


33. ábra: Ferderétegződés pszammitogén szericitpalában. (Alsóórs)

Abb. 33: Schrägschichtung im psammigen Serizitschiefer. (Alsóórs)

34. ábra: Karbonátkonkréció agyagpalában. (Révfülöp—1. sz. fúrás)

Abb. 34: Karbonatkonkretion im Ton-schiefer. (Révfülöp—1)



bonátos kőzetek ritmikus kicsapódásból eredő világos és sötétszürke sávok változása.

Az elsődleges üledékföldtani jelenségeket követően, vizsgáljuk meg a dinamometamorfózishoz kapcsolódó szöveti, szerkezeti deformációkat. Először talán a kialakult paláság és az eredeti rétegzettség viszonyát próbáljuk áttekinteni. Az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy az elsődleges rétegzettség legtöbb esetben megegyezik a paláság síkjával. Vannak azonban olyan adatok is, amikor ún. harántpaláság állapítható meg. Így pl. az alsóörsi szelvény alsó szakaszában a palásági sík azonos a rétegződéssel, míg a felső szakaszon vannak olyan rétegcsoportok, ahol határozott harántpaláság van. Az itt végzett mérések szerint a két sík egymással 8—10°-os szöget zár be.

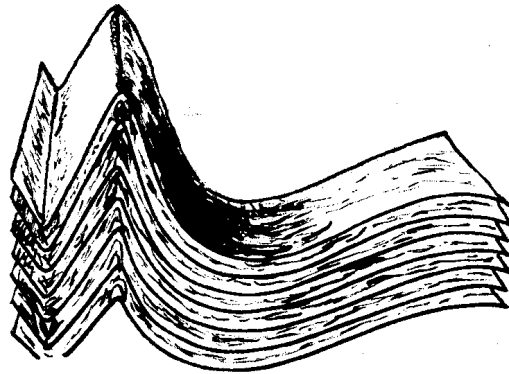
A révfülöpi és a környező fúrások maganyagain a rétegzettségtől eltérő paláságot nem, vagy csak nagyon enyhe kifejlődésben tapasztaltam. BALÁZS E. (1969) a Kisalföld gotlandi és devonpaláit rendre harántpalás megjelenéssel írja le. A Velem 8. sz. fúrás rétegsorának vizsgálatakor magam is azt tapasztaltam, hogy a harántpaláság itt általános jelenség, mely a metamorfózist megelőző szerkezeti mozgásra hívja fel a figyelmet. A metamorf alakváltozás jellemzője még, a kőzetréteg gyűrődése, ráncolódása.

SZIDORENKO és LINEVA vizsgálatai szerint a metamorfózis folyamatával egyidejű gyűrődés általában olyan kőzetrétegekben megy végbe, ahol gyűrődéses deformáció már ezt megelőzően végbement. Ezek szerint a metamorfózissal egyidőben végbemenő gyűrődés a deformáció második szakaszának tekinthető, mely az első (üledék) stádium gyűrődési formáival azonos, de különböző is lehet. A vizsgált metamorf sorozatokban úgy találtam, hogy az egymás utáni diszlokációk azonos irányúak lehettek, a hatóerő iránya pedig ÉNy—DK-i volt.

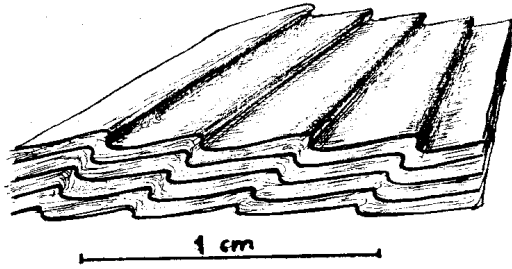
A Balaton-felvidéki—velencei területen a gyűrődés mértéke és formája éppúgy, mint a megismert kőzettani és üledékföldtani bélyegek sorozatonként némi különb-

35. ábra: Aszimmetrikus gyűrődési forma. (Kvarcfillit, Balatonfőkajár).

Abb. 35: Asimetrische Faltungsform. (Quarzphyllit, Balatonfőkajár)

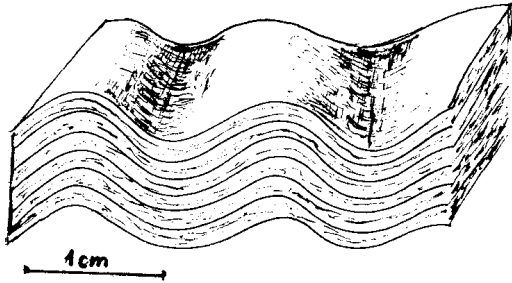


10m



36. ábra: Ráncolódás agyagpalában.

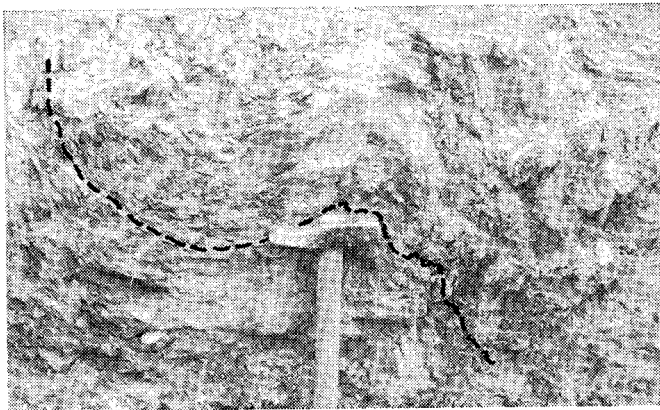
Abb. 36: Fälderung im Tonschiefer.



37. ábra: Szimmetrikus gyűrődési formaelem.

Abb. 37: Symmetrisches Faltungsformelement.

séggel jelentkeznek. Az ordoviciumi kvarcfillit, muszkovitpala stb. rétegsorban a diszlokáció mértéke nagyobb. Ez nem azt jelenti, hogy egy-egy gyűrődési formaelem óriási méreteket ér el, hanem a kisebb (max: 1,5 cm ampl.) amplitúdójú formaelem kaotikus rendszertelenségben, aszimmetrikus kifejlődésben a leggyakoribb (35. ábra). Az erőteljesebb gyűrődés hatására mutat, hogy a kompaktabb kőzetek is erősen gyüredezettek. Ugyanitt, a laterálszékrciós kvarclencsék követik a gyűrődési formákat, de sokszor folytonossága megszakad, összetöredezik, felmorzsolódik. A nagyobb gyűrű forma mellett, különösen a plasztikusabb sajátságú kőzetrétegben apró, néhány milliméter amplitúdójú ráncolódások általában jellemzők. E ráncolódások is szimmetrikus és aszimmetrikus formában jelennek meg (36—37. ábra). A vegyes vulkáni sorozatban a nagy gyűrődési forma elég gyakori, mely felszínén a lovasi útbevágás alsó szakaszában látható (38. ábra). A szelvény felső szakaszában, ahol a pszamnitogén metamorfitek túlsúlyban vannak, a gyűrődési formák rendszerint töréssel kombináltan mutatkoznak (39. ábra). E ridegebb kőzetrétegek gyűrődése a kőzet erős feldarabolódását eredményezte. Átbuktatott forma nagy méretben nem



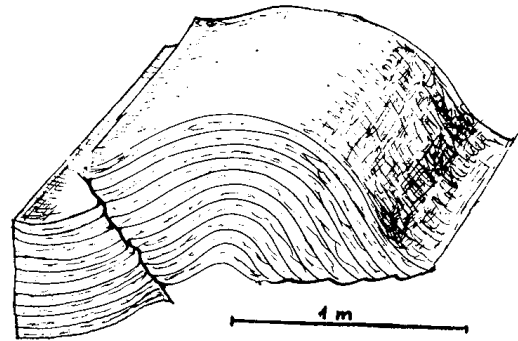
38. ábra: Gyűrű, morzsoltszerű szericitpala (Lovas, útbevágás).

Abb. 38: Gefalteter, gebröckelter klorithaltender Serizitschiefer (Lovas, Wegeinschnitt).



39. ábra: Töréssel kombinált gyűrődés (különösen a pszammitogén rétegekben gyakori, Lovas).

Abb. 39: Eine mit Bruch kombinierte Faltung (ist besonders in den psammitogenen Schichten häufig, Lovas).

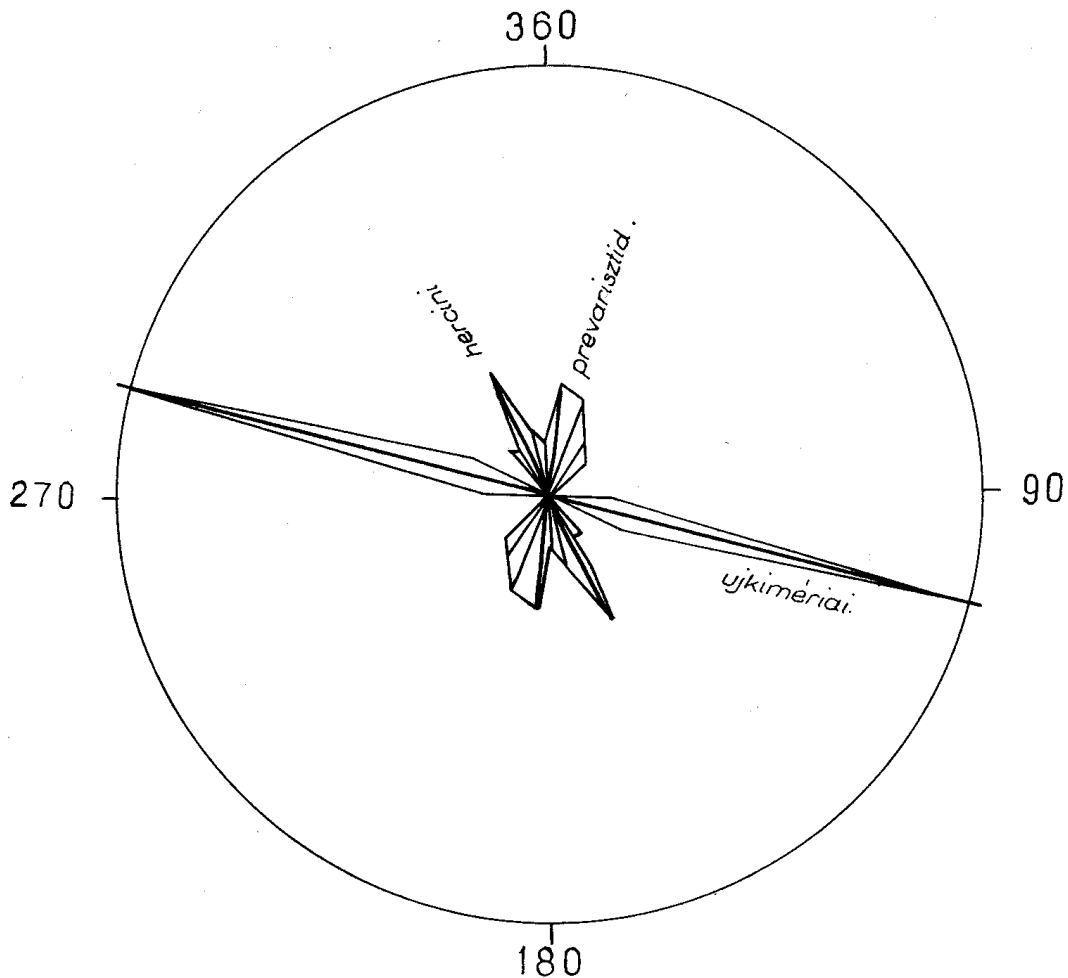


található. A devonsorozat kőzetei nagyobb gyűrődési formákat nem mutatnak. Plasztikus sajátsága miatt (agyagpala, szericites mészpala stb.) apró redőzés és mikro-ráncolódás általános megjelenésű. Az alsóörsi területen mód nyílt a gyűrődések és ráncolódások tengelyirányának és lehajlásának mérésére. Több mérés átlagaként, a tengelyirány  $110\text{--}290^\circ$ , lehajlása  $8^\circ$ . Ennek megfelelően az orientált erőhatás iránya  $200\text{--}340^\circ$ , mely ÉÉNy—DDK felé mutat.

#### Tektonikai jellemzők

A gyúrt formákkal egyidőben, de különösképpen ezt követő orogén és epirogén mozgások által létrejött töréses szerkezetek, mind nyomot hagytak a sorozatok kőzetanyagaiban. A dinamometamorfózis okozta erőhatás, mely a metamorf kőzetátalakulás mellett palás és gyúrt szerkezetet alakított ki, valószínűleg töréses formaelemek is létrejöttek. Ezek azonban, egyrészt a rossz feltártság, másrészt a fiatalabb törések zavaró hatása miatt nem mutathatók ki. A felszínre bukkanó metamorfitokban nagyobb elmozdulással járó vető nem ismeretes. Nagyon gyakori azonban a kőzetet több irányban is átszelő repedés, melyet rendszerint kvarc, ill. kvarcit tölt ki. A felszíni rétegdőlés váltakozása is tektonikai mozgással kapcsolatos, és csak nagyon ritka, legfeljebb kis távolságon belül gyűrődés eredménye is lehet. A metamorfózist megelőző tektonikai mozgásról közvetlen bizonyítékot nyújt a több szintben észlelt harántpaláság. Mint említettem a lovasi szelvény alsó szakaszában nem található harántpaláság, míg a felső szakaszában általánosnak mondható. Tehát a metamorfózist megelőzően a felső rész tektonikailag kimozdult. E szerkezeti vonalat pontosan rögzíteni azonban nem tudjuk, bár néhány vetősíkot sikerült feltárni (lásd: 9. ábra), ezeknek az iránya viszont nem egyezik a praevarisztid irányokkal. A megjelent nagyszerkezeti vizsgálatokról szóló tanulmányok (BALLA Z., BENDEFY L., DANK V., KÖRÖSSY L., LADÁNYI I., SZALAI T.) általában megegyeznek abban, hogy a nagy tektonikai irányok ÉK, DNy-i, és erre közel merőleges irányban húzódnak. BALLA Z. (1967) a paleozóos (praevarisztid) főirányokat az eddigi felfogástól eltérően, inkább ÉÉK—DDNy-i lefutásban látja elfogadhatónak, amit alaposan meg is indokol. A jelenlegi nagyszerkezeti zónák minden valószínűség szerint (mint erre a bevezető részben utaltam) ősi eredetűek, ami többszöri felújulással áll előtünk. Erre utalnak a Balaton-felvidéki és a Rába-vonal menti változatos szintkülönbséggel települő rétegsorozatok. A sokszor 1000 m-t is meghaladó vertikális elmozdulás, többszöri elmozdulás eredménye. Ehhez még hozzájárul az, hogy a sakkáblaszerűen feldarabolt paleozóos tömbök különböző mértékben pusztultak le, s így a mai állapot az, hogy a különböző korú metamorfitok szorosan egymás mellett találhatóak. Vizsgálataim elsősorban a felszínen található metamorfitok repedésrendszerének mérésére terjedt ki, mely minden bizonnyal összefüggésben áll a nagyszerkezeti mozgásokkal. A kvarcfillitben említett (Balatonfőkajár) kvarciterek, telérek két főirányt képviselnek.

A rendszerint 5—10 cm vastagságú telérek átlagosan  $110\text{--}280^\circ$  csapásban húzódnak, rendszerint DDK-i  $20^\circ$ -os lehajlással. Erre csaknem merőlegesen, csak vékony erek találhatóak. Alsóörs területén végzett litoklázis mérések összesített ered-



40. ábra: Szilurképződmények kőzettrészszerének rózsadiagramja.  
 Abb. 40: Kluftdiagramm von Gesteinsspaltung des Litoklasensystems der silurischen Bildungen.

ményeiből rajzolt rózsadiagramból három szerkezeti irány rajzolódott ki (40. ábra). Főirányként 115–285° csapásirány adódott, ami az újkimériai törérendszer irányával mutat azonosságot. Ide kapcsolódik az említett kvarcittelérek rendszere is Balatonfőkajáron. A további két irány a hercini és praearisztiid irányokat tükrözi, melyek százalékosan is alárendelt mennyiségűek.

Érdekes, hogy N. W. GOKHALE (1964) velencei metamorfiton végzett mérése nagyon hasonló eredményeket hozott. A végzett mérésekből messzemenő következtetést levonni nem lehet, de további kibővített mérések eredménnyel kecsegtetnek.

#### Kőzetgenetika

Ha az epimetamorf összleten belül megkülönböztetett három sorozat kőzeteit vizsgálva eltekintünk a különböző mérvű dinamometamorf hatástól, láthatjuk, hogy az ismeretlen vastagságú képződménysor eredetileg különböző szemnagyságú homok-homokkőrétegek és agyag váltakozásából épült fel. (A rétegösszlet felső részében mészkő

is megjelenik, bár a többi képződménytől eltérően, kisebb terjedelemben.) Felismerhető a homokos, agyagos és a meszes üledékek különböző átmenetei is. E pszammitos és pelites üledékek az egyenlőtlen átalakulás és az eltérő kiindulási anyag révén különféle metamorf kőzetekké alakultak át. Az átalakulás mértéke nem haladja meg az „epi” fokozatot, mert a kőzetekben elsősorban szerkezeti változást, alakváltozást, deformációt okozott, valamint a palás szerkezet kialakulását idézte elő. Határozott irányított szerkezet is csupán a mélyebb zónájú kvarcfillites sorozat kőzeteiben, valamint a kvarcporfíros sorozat szericites kőzeteiben lép fel. A metamorfózis során a kőzeteket ért fokozódó nyomás és hőmérséklet, valamint a megváltozott kémiai környezet részleges átkristályosodást eredményezett. *Az átkristályosodás mértéke a mélyebben fekvő sorozatok felé növekszik.* Ez elsősorban a különböző sorozatok közel azonos kőzeteiben fellépő szericitesedéssel, kloritosodással mérhető. Ha megvizsgáljuk a metamorf rétegösszlet ásványos összetételét, meglehetősen egyszerű ásványtársulást látunk. Ez főként azzal magyarázható, hogy a lejátszódott kémiai és fizikai viszonyok mellett jelentős átrendeződés nem történt. Kivételt természetesen csak az agyagásványok képeznek, mert — mint ismeretes — az agyagásványok a metamorfózis alacsony fokán sem állékonyak. Tehát az összlet ásványtani összetétel tekintetében is közel áll az üledék eredeti állapotához, mely az egyéb jellegekben is tükröződik.

A vegyes vulkáni sorozatban a földpát, ami többnyire plagioklász, nagyon gyakori ásvány. A metamorf rétegösszlet szinte valamennyi kőzetében jelentős mennyiségű kvarc jelenik meg, mint a szilícium fő hordozója. Az  $\text{SiO}_2$ -tartalom sorozatonkénti változása elsősorban az üledék-kőzettani kifejlődéssel áll összefüggésben és csak másodsorban a metamorfózis okozta kvarcosodási folyamatokkal. Az alábbi összeállítás inkább csak a sorozatok  $\text{SiO}_2$ -tartalmának viszonyát fejezi ki, mintsem a valódi  $\text{SiO}_2$ -mennyiséget:

A metamorf sorozatok átlagos $\text{SiO}_2$ -tartalma:	
I. Kvarcfillites sorozat	= 83%
II. Vegyes vulkáni sorozat	= 59%
III. Karbonátos agyagpala-sorozat	= 52%

Ezek az értékek tehát azt fejezik ki, hogy az egyes sorozatok kőzettani felépítésében a kvarctartalmú kőzetek mennyisége a mélységgel növekszik. A kvarc, mint ismeretes, a különböző metamorf viszonyok széles intervallumán belül változatlan. Magas hőmérsékleten és alacsony nyomáson azonban tridimit keletkezhet és ez a feltétel — elsősorban a szubvulkánitok (kvarckeratofír) érintkezései mentén — adva volt. A kvarc említett nagy állékonyága ellenére valamennyi sorozatban megfigyelhető, kisebb-nagyobb finomszerkezeti deformáció. Ez különböző mértékű unduláló kioltásban nyilvánul meg, bár mellette gyakori a nyomás okozta rezorbcio és az orientált utánnövekedés is.

A dinamometamorfózis következménye a gyakori mozaikszerkezet is, mely tulajdonképpen erősebb szerkezeti deformációt jelez. E szerkezet megítélésénél azonban óvatosságra int az a körülmény, hogy az egymáshoz közel fekvő kvarcsemcsék gyakran egymásbaoldódva, egységes egyedenként mutatkoznak. Ilyen esetben az optikai tengelyvizsgálat adhat támpontot, tekintve, hogy nagy nyomás hatására a kvarc gyakran két optikai tengelyűvé válik. A nyomás okozta deformáció következtében a kvarcsemcsék többnyire szabálytalanul megnyúlnak, ami leginkább a kvarcfillites sorozat kőzeteiben tapasztalható. A fiatalabb sorozatokban (II., III.) a kvarcsemcsék többnyire egyenlő nagyságúak és gyakran fogazatszerűen kapcsolódnak össze. Gyakori az egyes kvarcsemcsékben a gáz-, illetve folyadékzárvány. SZÁDECZKY KARDOSS E. (1953) feltételezi, hogy a zárványsorok kialakulása a migráló anyagok függőleges felszállása közben történt és így a különböző zárványsorok valószínűleg a kőzetnek a geológiai múltban elfoglalt tektonikai helyzetét rögzíti. E feltételezést néhány orientált mintából készült vékonycsiszolat kvarcaiban észlelt zárványsor vizsgálata nyomán megerősíthetjük. Az általában párhuzamos elrendezésű zárványsorok helyzete közel azonosnak mutatkozott a szóban forgó képződményben gyakori kvarctelérek helyzetével. A zárványsorok a függőlegetől 20—30°-kal térnek el. Ez a kvarctelérek iránya és a kőzet palássága által bezárt szöggel azonos. A kvarctelérek kialakulása feltétlenül összefügg a metamorfózis során felfelé vándorló (aszcondens) oldatokkal, és így nem lehetetlen a kapcsolat a sorba rendezett folya-

dék- és gázzárványok kialakulásával. A metamorf rétegösszlet kőzeteinek fő kálium-hordozója a muszkovit és szericit. Muszkovit leginkább a pszamnitogén metamorfitekban jelenik meg. A muszkovit kitűnő állékonyságánál fogva nagyon gyakori ásványa a metamorf kőzeteknek. A metamorfóziskor rendszerint deformálódik, ilyenkor kihengerelt, hullámos alakot ölt. A szericit (a muszkovit finom pikkelyes változata) minden kőzetben megtalálható, az agyagos kőzeteknek pedig fő kőzetalkotó ásványa. A szericit általában a földpátok átalakulási terméke, jelen esetben részben a savanyú plagioklászból származtatható, legnagyobb mennyiségben azonban az agyagos kőzetek metamorfózisa folytán keletkezett. Tekintve, hogy a metamorf sorozatok eddig megismert részében legnagyobb részt agyagos kőzetek átalakult termékét találjuk, felosztásuknál is helyet kapott az agyagos kőzetek szericitesedésének mértéke. Megfelelő mennyiségű elemzés nem áll ugyan még rendelkezésre, de az elvégzett vizsgálatok alapján is nyilvánvaló, hogy a *mélység felé az agyagásványok átalakulása szericitté, fokozatosan növekszik*. Vagyis míg a karbonátos agyagpala-sorozat pelites alkotórészei közt még az agyagásványok (*montmorillonit, illit, nontronit és kaolinit*) vannak túlsúlyban, addig a mélyebb helyzetű, idősebb sorozatokban ezek fokozatosan kimaradnak.

A sorozatok *vastartalmának* alakulását vizsgálva azt látjuk, hogy a kvarcfillites sorozattól kezdve — (melyből kizárólag a kvarcfillitre vonatkozóan van adatunk) — a karbonátos agyagpaláig a  $Fe_2O_3$  mennyiségének lineáris növekedése mutatkozik. SZÁDECZKY KARDOSS E. (1955) Geokémia c. könyvének adatai szerint a homokokban átlag 0,99%, az agyagokban 4,78% Fe van. A kvarcfillites sorozat és kvarcporfirós sorozat ismert szakasza nagyrészt homokos üledékekből áll, míg a karbonátos agyagpala-sorozat zömmel agyagos üledékekből épült fel. Ily módon érthető a karbonátos agyagpala-sorozat jelentős  $Fe_2O_3$ -tartalma, mely meghaladja a SZÁDECZKY KARDOSS E. által megadott átlagot. A sorozatok  $O_{Fe}$  értéke az alábbi:

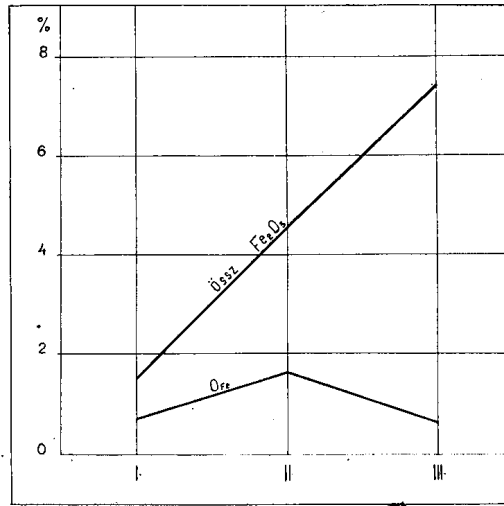
I. Kvarcfillites sorozat	—	$O_{Fe}$ átlag: 0,67
II. Vegyes vulkáni sorozat	—	$O_{Fe}$ átlag: 1,77
III. Karbonátos agyagpala-sorozat	—	$O_{Fe}$ átlag: 0,86

A vas a metamorf sorozatok mindegyikében leginkább limonit, hematit és pirit (ritkábban ilmenit) formájában van jelen. A limonit és hematit finom eloszlású pigmentként, a pirit 0,5—5 mm méretű szemcsékben mutatkozik. A pirit átalakulása folytán keletkező kénessav hatására, a szemcsét környezetben lebontódás, valamint gipsz és alunit, néha sziderit keletkezése észlelhető. A 41. ábrából kiolvasható, hogy a legkisebb átalakulást szenvedett karbonátos agyagpala-sorozat kőzetei alacsonyabb oxidációs fokúak, mint a mélyebb helyzetű vegyes vulkáni sorozaté. Ez az ellentmondás abból adódik, hogy a karbonátos agyagpala-sorozat kőzeteit gyenge átalakulás érte, másrészt az összes vastartalom, az  $Fe^{2+}$ -tartalom növekedésével emelkedik. Az alacsony  $O_{Fe}$  értékű agyagpalák színe sötétszürke, ezt azonban nem finom eloszlású ferrovas-ásványok okozzák, hanem szerves anyagtól ered. A magasabb szervesanyag-tartalom és a vas piritként való kiválása között gyengén redukzív körülmények mellett szoros kapcsolat áll fenn. A karbonátos agyagpala-sorozat kőzetei tehát már eredeti kiindulási állapotukban is alacsony oxidációs fokú üledékek voltak, melyen a metamorf átalakulás lényegileg nem változtatott. A vegyes vulkáni sorozatban az  $O_{Fe}$ -érték 0,07—7,40 közötti és láthatóan az üledékképződéssel (a különböző litofáciessel) áll összefüggésben. Elsősorban a pelites és a pszamnitos üledékek különböznek, a pelites üledékeken belül az antracitos szericitpala és kovapala élesen elválik a szerves anyag nélküli üledéktől.

Az átalakult kőzetek kemizmusában kimutatható volt, hogy a kőzetek hidrogén- (víz, illetve OH) tartalma a metamorfózis növekvő mértékével rohamosan csökken. A víztartalomnak, illetve az *illótartalomnak* a különböző ásványfáciesek elkülönítésében fontos és általános szerepe van.

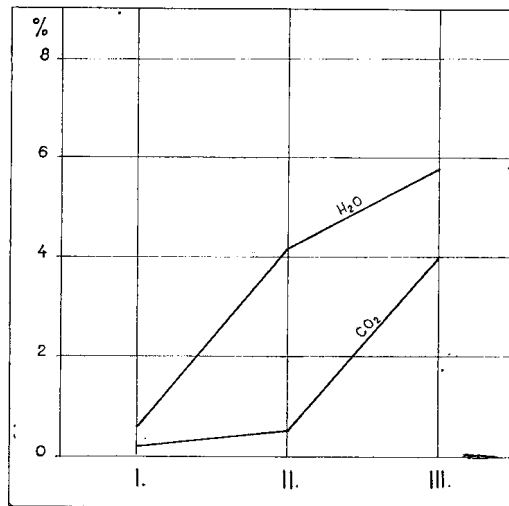
SZÁDECZKY KARDOSS E. által kidolgozott „*ptc*” diagram a kőzetképződés elemzésének eszköze, ahol a különböző kőzetképződési folyamatok, és ezek egymáshoz való viszonya pontosan tisztázható. Az illótartalom meghatározására jelen vizsgálatunknál az izzítási veszteség értékeit használtuk fel, mely ismereteink szerint a vizsgált metamorf kőzeteknél pórsvizet, kristályvizet,  $CO_2$ -,  $SO_2$ -ot foglalja magába. Az egyes metamorf sorozatokat az ásványos összetétel és az illókoncentráció





41. ábra: A sorozatok paraepimetamorf kőzeteinek összes vas és O<sub>Fe</sub> értékei.  
 Abb. 41: Die Gesamteisen- und O<sub>Fe</sub>-Werte der paraepimetamorphen Gesteine der Serien.

ismeretében a megfelelő metamorf ásványfáciesbe helyezhetjük. A legmagasabban fekvő karbonátos agyagpala-sorozat illótartalma a legnagyobb, melynek nagy része a magas CO<sub>3</sub>-tartalomból ered. A karbonát, a sorozat kőzeteiben nemcsak a kőzethez tartozó finom eloszlásban van jelen, hanem vékony erek, repedések kitöltéseként is. Ezért a CO<sub>2</sub>-tartalom a karbonátos agyagpala-sorozatnál hirtelen nő. Az izzítási veszteség, vagyis az illótartalom, a növekvő metamorfózissal csökken. Az elemzésnél kimutatott izzítási veszteségben nemcsak a kőzethez tartozó CO<sub>2</sub> van, ezért az izzítási veszteség lineárisan növekvő görbéje nem fejezi ki a karbonátos



42. ábra: Az ópaleozóos metamorf sorozatok könnyenilló komponenseinek megoszlása.  
 Abb. 42: Die Verteilung der wohlflüchtige Komponenten der altpaläozoischen metamorphen Serien.

agyagpala-sorozat valódi illótartalmát. Ezért néhány, karbonátos erekől mentes kőzet CO<sub>2</sub>-tartalmát meghatároztuk és ezt fogadjuk el a karbonátos agyagpala-sorozat átlagos CO<sub>2</sub>-tartalmának. Ez az érték 3—3,5% között van. Ha tehát az izzítási veszteségből levonjuk a valódi érték fölé eső CO<sub>2</sub>-tartalmat, közelítőleg a sorozat illótartalmát kapjuk. Ennek ismeretében most már megtehetjük, hogy az egyes sorozatokat a megfelelő ásványfáciesbe helyezzük. Mint a 42. ábrán látható, a víztartalom a karbonátos agyagpala-sorozatban 5,8%, a vegyes vulkáni sorozatban 4,2% és a kvarcfillites sorozatban 0,85%. A karbonátos agyagpala-sorozat kőzeteiben a legnagyobb illótartalom mellett főleg montmorillonoid ásványok vannak jelen, és kevesebb klorit, szericit. A sorozatban szén is megjelenik. Mindez arra vall, hogy e sorozatot leginkább a *zeolitfácies* alsó övébe helyezhetjük. Azt, hogy e kőzetben nincs zeolit magyarázza az, hogy zeolitfácies típusosan főként csak nagyobb P<sub>H</sub>-értéknél, főleg vulkáni területeken fejlődik ki. A zeolitfácies képződéséhez szükséges illótartalom adva volt ugyan, de ennek az övnek képződménye kevésbé lúgos közegben zeolitot nem tartalmaz, hanem egyszerűen agyagpalaként fejlődött ki.

A vegyes vulkáni sorozat már kisebb illótartalmú (átlagosan 4,2%). Jellemző ásványa a szericit, klorit, antracit. E metamorf sorozat leginkább a *zöldpalafácies felsőbb* övébe helyezhető, pontosabb megjelölés nélkül. Ugyancsak zöldpalafácies övébe, a *tipikus zöldpalák övébe* tartozik a kvarcfillites sorozat, ahol az illótartalom a legkisebb (0,85) a szericit-klorit-tartalom viszonylag nagy, szembevetendő a kvarcitra jellemző szerkezeti bélyegek gyakorisága.

A kézirat lezárva 1969-ben (újabb adatokkal kiegészítve 1971-ben).

9. sz. táblázat

Idő	Időszak	Sorozat	Fontosabb kőzetek, kőzetcsoportok	Ásványfációs	Szediment- metamorfoz- is fő kőzetalkotó ásványai	Magma- tizmus	Atl. CO <sub>2</sub> tart.	Vas- tagság m	Ős- marad- vány	Orogén fázisok események
Ópaleozoikum	Karbon	Tüpalaeozoikum	Kristályos mészkő (Polgárdi) Agyagpala, bitumenes mészkő (Szabadbattyán, Karád, Buzsák) Konglomerátum, homokkő (Füle, Polgárdi 2. sz. f.)	Zeolitfációs felső zóna	kalcit illit montmorillonit kvarc- kvarcit	Gránitoid kőzetek	15%	8—900	Brachio- poda Korall Foramini- fera Calamites Aletho- pteris zsurló	Szudétai (gránit- pluton) transzg- resszió Breton (regionális metamor- fózis)
			Kristályos mészkő, grafitsavas mészpala (Velem, Bozsok, Szigliget) agyagpala (Révfülöp, Füle stb.)	Zeolitfációs alsó zóna	kalcit — sziderit illit, kaolinit, montmorillonit, klorit, szericit, kvarc, kevés földpát	Bázisos vulka- nizmus Savanyú piroklasz- tikum	8,3%	1000 m	Branchio- poda? embrionális Cephalo- poda Féreg- járatok	Branchio- poda? embrionális Cephalo- poda Féreg- járatok
	Gotlandium	Vegyesvulkáni	Pszammnitogén szericitpala Homokkőpala (föld- pátos) Kvarckeratófir, porfiritufa Szericitpala Szericitkloritpala Diabáz és tufa (Alsóörs, Velence-h.)	Zeolitfációs felső zóna	szericit klorit muszkovit sok földpát kvarc	Savanyú vulka- nizmus tufaszórás Bázisos vulka- nizmus tufaszórás	1,5%	7—800	Graptolites Hystricos- phaeridea Chitinozoa Radiolária	Szögdisz- kordancia?
			Kvarcfillit (Balaton- főkajár, Ságvár, Polgárdi) Kvarchomokkőpala Szericit-muszkovitpala Grafitos, antracitos pala Diabáz-diabázitufa	Tipikus zeolitfációs	szericit muszkovit klorit kvarc kvarcit igen kevés földpát antracit metaantracit	Bázisos vulka- nizmus tufaszórás	0,3%	4—600	?	—
Kambrium		Kvarcfillites	Mezozónális Kristályos palák	—	—	—	?	?	?	?

## Irodalom — Literatur

- BALLA, Z. (1967): A Magyar Középhegység szerkezeti főirányairól — Földt. Közl., 97, p. 257—277.
- BALÁZS, E. (1970): A Kisalföld medencealjzatának ópaleozóos kőzetei — MÁFI Évi Jel. az 1969. évről, p. 653—659.
- BARANYAI, I. (1959): Előzetes jelentés a VII. sz. kutatócsoport geoelektromos brigádjának 1959. évben Salföld térségében végzett munkájáról. Kézirat — A MÉV Kutató Mélyfúró Üzem irattárában. Kővágószőlős.
- BÁRDOSSY, GY. (1961): A magyar bauxit összetételének és keletkezésének kérdései — Földt. Int. Évk., 49, p. 815—823.
- BECKER, H. (1939): Gebirgsbildung und Vulkanismus Born-traeger Verlag, Berlin.
- BENDEFY, L. (1967): A Bakony hegység geokinetikai viszonyainak földkéregszerkezeti vonatkozásai — A Bakony természettudományi kutatásának eredményei. 4, p. 160.
- BUBICS, I.—GÉRESI, GY.—MAJOROS, GY.—SÁG, L. (1962): Összefoglaló jelentés a Balaton-felvidék perm és perm előtti képződményeinek 1956—1963-ig végzett földtani kutatásáról. Kézirat — A MÉV Kutató Mélyfúró Üzem irattárában. Kővágószőlős.
- BUBNOFF, S. von (1932): Zur Zonengliederung des varistischen Gebirges. Geol. Rdsch. 23, p. 289—300.
- CLOOS, H. red (1922): Tektonik und Magma. Abh. preuss. geol. Landesanst, Band. I, Heft 89, p. 86.
- DANK, V. (1965): A Dél-Alföld medencerészek mélyszerkezete — Földt. Közl., 95, p. 150—159.
- DANK, V. (1965): A Dél Alföld medencerészek mélyszerkezete — Földt. Közl., p. 123—139.
- DUBAY, L. (1962): Az Észak-Zalai medence fejlődéstörténete — Földt. Közl., 92, p. 15—39.
- DUDICH, E.—SIKLÓY, L-né (1967): A fenyőfői, iszkaszentgyörgyi és halimbaszöci bauxit nyomelem-geokémiai leírása és összehasonlítása — Földt. Közl., 97, p. 144—159.
- EGYED, L. (1955): Geofizikai alapismeretek. Tankönyvkiadó, Budapest.
- EGYED, L. (1960): A hegységképződés és gyűrődés mechanizmusáról — Földt. Közl., 90, p. 322—330.
- ESKOLA, P. (1932): On the principles of metamorphic differentiation — Bull. Comm. geol. Finl., 97, p. 68—77.
- FELVÁRI, GY. (1970): Kristályossági fok vizsgálata hazai paleozóos képződményeken — MÁFI Évi Jel. az 1969. évről, p. 729—732.
- FÖLDEVÁRI, A. (1952): A szabadbattyáni ólomérc és kőületes karbonelőfordulás — MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl., 5, p. 26—53.
- FUSAN, O. (1957): Paleozoikum gemerid. Geol. Pracé. Bratislava. 46, p. 17—37.
- FUSAN, O. (1961): A Nyugat-Kárpátok újpaleozoikumának fejlődéstörténete — Földt. Int. Évk., 69, p. 313—318.



- GOKHALE, N. W. (1964): Kőzetszerkezeti vizsgálatok a Velencei hegységi gránitban és kvarcfillitben — Földt. Közl., 94, p. 178—183.
- JUGOVICS, L. (1944): Adatok a székesfehérvári mélyfúrás kőzetanyagának ismeretéhez — Földt. Közl., 74, p. 32—35.
- JUHÁSZ, Á. (1960): Balaton-felvidéki paleozóos magmatitok kőzettani vizsgálata — Földt. Közl., 90, p. 157—171.
- JUHÁSZ, Á. (1962): A balaton-felvidéki permi homokkőösszlet kvarcporfír anyagának eredete — Földt. Közl., 92, p. 160—170.
- JUHÁSZ, Á. (1965): A cáki konglomerátum kőzettani vizsgálata — Földt. Közl. 95, p. 313—319.
- KISS, J. (1951): Szabadbattyáni Szárhegy földtani és ércgenetikai adatai — Földt. Közl., 81, p. 264—274.
- KISS, J. (1954): A Velencei hegység É-i peremének hidrotermális ércesedése — Földt. Int. Évi Jel. 1953-ról, p. 111—139.
- KISS, J. (1954): Szabadbattyáni andezit és ércgenetikai jelentősége — Földt. Közl., 84, p. 183—189.
- KISS, J. (1959): Balatonmelléki fúrások vizsgálati eredményei — Kézirat a MÉV Kutató Mélyfúró Üzem irattárában. Kővágószőlős.
- KOLOSVÁRY, G. (1951): Szabadbattyáni alsó karbon korallok — Földt. Közl., 81, p. 275—283.
- KÖRÖSSY, L. (1965): Nyugat-Magyarországi medencék rétegtani és szerkezettani felépítése — Földt. Közl., 95, p. 22—36.
- LÁNYI, J. (1960): A Magyar Kisalföld mélyszerkezete a geofizikai mérések alapján — Geofiz. Közl., 8, p. 219—240.
- LEUTWEIN, F. (1951): Geochemische Untersuchungen an den alaun und Kiesel schiefern. Thüringens Akad. Ver. GMBH Berlin.
- LÓCZY, L. (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése — A Bal. Tud. Eredm., I. kötet, I. r. I. sz.
- MAJOROS, GY. (1963): A balatonmelléki permi rétegösszlet üledékföldtani vizsgálata. Kézirat — dokt. dissz. ELTE TTK Budapest.
- MAJOROS, GY. (1966): Az üledékes kőzetek rétegződése és jelentőségük a fácies-elemzések során. — Mérnök Továbbképző Intézet előadássorozatából: 4472. Budapest. Kézirat.
- MAJOROS, GY. (1970): A balatonfői újpaleozóikum kutatása — MÁFI Évi Jel. az 1969. évről, p. 659—675.
- MIHÁLY, S. (1970): A Szabadbattyán—kőszárhegyi bitumenes mészkőösszlet alsó-karbon korallfaunájának újvizsgálata — Őslénytani viták, 18, p. 51—76.
- NIGGLI, P. (1936): Die Magmentypen — Schweiz mineral. petrogr. Mitt., 16 p. 335—399.
- ORAVECZ J. (1964): Szilur képződmények Magyarországon — Földt. Közl., 94, p. 3—9.
- ORAVECZ, J. (1965): Szilur kőzetkavicsok földtörténeti szerepe törmelékes összeállításokban — Földt. Közl., 95, p. 401—405.
- PAPP, F. (1952): Mórágyméző vidéki gránitok és kísérő kőzetek — Földt. Közl., 82, p. 143—156.
- REGULY, J. (1906): A Szepes-gömöri Érc-hegység Nagyveszverés és Krasznahorka-váralja közötti szakaszának geológiai viszonyai — Földt. Int. Évi Jel. 1905-ről, p. 145—155.
- SIDÓ, M. (1970): Adatok a hazai paleozóikum mikropaleontológiájához — MÁFI Évi Jel. az 1969. évről, p. 703/719.
- SCHEFFER, V. (1965): A Keleti-Alpok határterületeinek regionális geofizikai áttekintése — Földt. Közl., 95, p. 5—21.
- SCHRÉTER, Z.—MAURITZ, B. (1952): A lovasberényi II. sz. mélyfúrás földtani eredményei — Földt. Közl., 82, p. 250—256.

- SCHMIDT, E. R. (1957): Geomechanika — Akadémiai Kiadó, Budapest.
- SZALAI, T. (1960): Praealpi építőelemek szerkezete a K-i Alpok és a Ny-i Kárpátok között — Geofiz. Közl., 8, p. 241—254.
- SZABÓ, I. (1958): Összefoglaló jelentés a Balaton-felvidéken 1958. évben végzett kutatási munkákról — Kézirat a MÉV mutató Mélyfúró Üzem irattárában. Kővágószőlős.
- SZÁDECZKY, K. E. (1953): Kőzettan I—II—III. — Kézirat gyanánt. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest.
- JANTSKY, B. (1953): A mecseki kristályos alaphegység földtani viszonyai — Földt. Int. Évi Jel. 1950. évről, p. 65—77.
- JANTSKY, B. (1953): A Velencei hegység földtani és kőzettani viszonyai — Földt. Int. Évi Jel. 1950. évről, p. 79—81.
- JANTSKY, B. (1957): A Velencei hegység földtana — Geol. Hung., Ser. Geol. 10.
- SZÁDECZKY, K. E. (1968): A Föld szerkezete és fejlődése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- SZENTES, F. (1949): A kárpáti hegyrendszer helyzete az alpesi orogénban — Földt. Közl., 79, p. 89—94.
- TELEKI, G. (1941): Adatok Felsőörs és környékének földtani viszonyaihoz — Földt. Int. Évi Jel. 1936—1938-ról, p. 295—301.
- VADÁSZ, E. (1945): A Dunántúl hegyszerkezeti alapvonalai — Dunántúli Tud. Int. 3, Pécs.
- VADÁSZ, E. (1946): A magyar bauxit-előfordulások földtani alkata — Földt. Int. Évk., 37, p. 173—286.
- VADÁSZ, E. (1951): Bauxitföldtan — Akad. Kiadó, Budapest.
- VADÁSZ, E. (1957): Földtörténet és földfejlődés — Akad. Kiadó, Budapest.

GEOLOGIE UND PETROGRAPHIE  
DER METAMORPHEN SCHIEFER-ZONE DES BALATON-HOCHLANDES  
(TRANSDANUBIEN, UNGARN)

Verfasser hat die epimetamorphen Bildungen des Balaton-Hochlandes in komplexer Weise untersucht. Die geologischen Beobachtungen, die mineralogisch-petrographischen Studien und die Untersuchung der in der metamorphen Schichtenfolge gefundenen Fauna haben zu dem Ergebnis geführt, dass diese Formation des Balaton-Hochlandes, (sowie auch analoge Bildungen anderer Gebiete) Ablagerungen des Altpaläozoikums, und zwar des Ordoviziums (?) des Silurs und des Devons (?) umfasst.

Bereits die ersten Untersuchungen ermöglichten in der metamorphen Schichtenreihe drei, in verschiedenem Masse metamorphisierte Teile zu unterscheiden. Die drei epimetamorphen Schichtengruppen verschiedenen Alters wurden als Serien aufgefasst und durch die ihnen entsprechenden Gesteinsnamen genannt.

In dieser Weise bezeichnen, bzw. bestimmen die drei Serien zugleich auch die Epoche.

- I. Quarzphyllit-Serie (Ordovizium)
- II. Quarzporphyr-Serie (Silur, gottlandium durch Fossilien bewiesen)
- III. Karbonatische Tonschiefer-Serie (Devon?)

Aufschlüsse verschiedener Grösse der drei Serien sind auf dem Gebiet des Balaton-Hochlandes und in dessen Fortsetzung gegen N—O./am weitesten entfernt im Velence-gebirge, bekannt.

Nebst den Gesteinen dieser Aufschlüsse wurden auch Kernproben geologisch und petrographisch untersucht, die aus auf dem Gebiet des Balaton-Hochlandes abgetenften Tiefbohrungen stammen. Zur Aufklärung der regionalen Vorbereitung dieser Bildungen wurden alle Untersuchungsmöglichkeiten in Angriff genommen. Unter anderem wurden auch jene Metamorphite studiert, die in den exogenen Einschlüssen der Basalttuffe des Balaton-Hochlandes und in den oberpermischen Konglomeratschichten gefunden wurden. Diese deuten die Verbreitung und die weiteren Zusammenhänge der metamorphen Gesteinfazies an.

Auf Grund dieser Angaben wurde eine schematische Karte der Verbreitung der metamorphen Serien entworfen. (Abb. 1.)

Die Lagerungsverhältnisse der drei Serien, bzw. ihre Beziehungen zueinander, konnten nicht beruhigend aufgeklärt werden. Doch gibt es einige Beweise dafür, dass die Quarzphyllit-Serie das tiefste Glied der epimetamorphen Schichtenreihen ist. Ihre regionale Verbreitung (auf der Oberfläche und in Tiefbohrungen), und die relativ stärkste Metamorphose ihrer Gesteine scheinen diese Lage zu bestätigen. Selbstverständlich ist es klar, dass die bekannte Ausbildung der Quarzphyllit-Serie nur einen gewissen Teil der gesamten Serie darstellt. In was für eine Fazies ist sie tiefer, oder in der Nachbekeit der Quarzporphyr-Serie ausgebildet, darüber stehen keine Angaben zur Verfügung.

Es wird angenommen, dass sie in grösseren Tiefen einen Übergang zu den kristallinen Schiefern der Mesozone bildet.

Die Ausbildung dersilurischen Quarzporphyr-Segire und ihr Verhältnis zu den Liegendschichten sind nicht bekannt. Die magmatische Ausbildung betrachtend scheint es möglich zu sein, dass zwischen Ordovizium und Silur eine Sedimentationslücke besteht, wie auch in anderen Gebieten Mitteleuropas (besonders in Böhmen, Thüringen und in den Sudeten).

Die Lagerung des Devons im Verhältnis zum Silur könnte durch eine einzige Tiefbohrung erklärt worden sein (die Wasser-Erkundungsbohrung Székesfehérvár No. 1.).

Leider war die Kernahsbeute der Bohrung so gering, dass man zwar feststellen konnte, dass die devonischen Tonschiefer die Silurbildungen überlagern, nicht aber, wie.

Eine andere Schwierigkeit für die Aufklärung dieser Probleme besteht im charakteristischen Mangel des Ordoviziums und des Devons an Fossilien.

Im Ordovizium wurden bis jetzt überhaupt keine Fossilienfunden gefunden. Die Gesteinsausbildung des zur Zeit bekannten Teiles der ins Ordovizium gestellten Serie ist ziemlich monoton: das sind grösstenteils Quarzphyllite, Serizit-Chlorit-Schiefer und Diabastuff. (Tiefbohrung Balatonbozsok No. 1.)

Die Hauptminerale der paraepimetamorphen Gesteine psammitischen Charakters sind Quarz, Muskovit und Serizit. Die Gesteine weisen eine stark gefaltete Struktur auf. Die Spuren der originellen Schichtung sind durch die Metamorphose weitgehend beseitigt worden, aber die Schieferungsflächen sind mit den ehemaligen Schichflächen identisch.

Kennzeichnend für diese Serie sind der niedrige Volatilgehalt (0,85%), der erhöhte Serizit und Chloritgehalt sowie die typische Ausbildung von Quarzitstrukturen. Dementsprechend gehört diese Gesteinsausbildung der typischen Grünschieferfazies an.

Aus dem Silur hat dr. J. Oravecz Bruchstücke altersbestimmender Fossilien beschrieben. (Rhabdosomen von Graptolithen, mit einem für die Ordnung Monograptida kennzeichnenden Thecabau, ausserdem Hystrichosphaeridium longispinosoides, Baltisphaeridium cf. brevispinosum, Michystridium mendax, Michystridium parinconspicuum.) Die Quarzporphyrserie des Silurs weist eine grössere petrographische Verschiedenheit auf. Das Auftreten verschiedener Magmatite ermöglicht eine Unterteilung auf zwei Teile.

Im unteren Teil kommen Diabase (Lakkolithe und Subvulkanite) noch häufig selbständig vor.

In der Übergangszone vom unteren zum oberen Teil der Serie sind die Diabase mit Quarzporphyren, Quarzporphyrtuffen und Diabastuffen vergesellschaftet.

Im oberen Teil der Serie bleiben Diabas und Diabastuff vollkommen aus; dagegen erscheinen zahlreiche Quarzporphyre (Subvulkanite und Vulkanite) und Quarzporphyrtuffe.

Die parametamorphen Gesteine sind im unteren Teil vorwiegend durch Serizitschiefer und feinsandigem Serizitschiefer vertreten mit untergeordneten Zwischenlagern von feldspathaltigen Sandsteinschiefern.

Im oberen Teile kommen häufiger Sandsteinschiefer von verschiedener Korngrösse, sandige Serizitschiefer, feldspathaltige Quarzite, anthrazitische (Graptolithenführende) Kieselschiefer, Serizitschiefer und chloritische Serizitschiefer vor.

Für die psammitischen Schiefer der paraepimetamorphen Serie ist eine bedeutende Anreicherung der Feldspata charakteristisch. Neben den Feldspaten (Plagioklas und Orthoklas) sind Quarz und Muskovit die wichtigsten gesteinsbindenden Mineralien; auch verschiedene Gesteinskörner sind vorhanden. Es konnten zahlreiche Gesteinskörner metamorpher Herkunft bestimmt werden. Sie weisen darauf hin, dass im Silur das Abtragungsgebiet ebenfalls aus metamorphen Gesteinen bestand.

Die Gesteine der Quarzporphyr-Serie weisen eine mittelstarke Metamorphose auf; die Bildung von Quarzitstrukturen wurde begonnen.

Auf Grund der Anwesenheit von Mineralien mittleren Wassergehaltes (4,8%, Serizit, Chlorit, Anthrazit) lässt sich die Serie in die höhere Zone der Grünschieferfazies einordnen (mangels näherer Angaben ohne exaktere Bezeichnung).

Die karbonatische Tonschiefer-Serie devonischen Alters besteht grösstenteils aus serizitischen Tonschiefern, Tonschiefern, karbonatischen Kieselschiefern, kristallinen Kalksteinen, Kalkschiefern und dazwischen in Form von dünnen Schichten eingelagerten Sandsteinschiefern und Quarzporphyrtuffen.

Eine schwache epizonale Metamorphose ist charakteristisch.

Auf Grund der mineralogischen Zusammensetzung gehört die Serie in die untere Zone der Zeolit-Mineralfazies. Der Gehalt an  $\text{CO}_2$  ist hoch (8,3%).

Es wurden nur ein fraglicher Brachiopod (Orthothetes crinistriata Phillips, Schröter 1955) wurmgangähnliche Spuren gefunden.

Da die Fauna so arm ist, wurde man dazu gezwungen, die einzelnen Serien auf Grund sedimentologischer, mineralogisch-petrographischer und geochemischer Eigenschaften zu unterscheiden.



Die Magmatite und Tuffe, die zwischen den paraepimetamorphen Gesteinen vorkommen, registrieren den Vorgang und das Mass des Magmatismus.

Die Gesamtheit der untersuchten metamorphen Schichtenfolge betrachtend, ist es ersichtlich, dass im Ordovizium und im unteren Teil des Silurs basische Subvulkanite, Vulkanite (Diabas) und ihre Tuffe recht häufig sind.

Aus den Untersuchungen geht deutlich hervor dass die einzelnen Diabaskörper z. T. lakkolithförmig sind, z. T. aber Gänge und Apophysen bilden.

Entlang des magmatisch paraepimetamorphen Gesteinskontaktes sind keine wesentlichen Abänderungen zu bemerken, in keinem der beiden Gesteinstypen. Eine eigentliche Kontaktzone ist nicht ausgebildet worden.

Laut Beobachtungen auf der Oberfläche und an Bohrkernen sowie den Angaben geomagnetischer Messungen sind die auf dem Gebiet des Balaton-Hochlandes und dessen nordöstlichen Fortsetzung häufig vorkommenden Diabese mit dem unteren Teile des Silurs verknüpft (z. B. bei Litér, in den Tiefbohrungen Székesfehérvár No 1, Ik—1, und im Velence-Gebirge).

Der im Ordovizium begonnene basische Magmatismus scheint seinen Höhepunkt im früheren Silur erreicht zu haben. Darum gab er immer und immer nach, parallel mit dem Anfang bzw. Aufschwung des saneren Vulkanismus bis zum endgültigen Absterben, im späteren Silur.

Die basische Magmatätigkeit stand wahrscheinlich in Verbindung mit der orogenetischen Phase der tektonischen Gebirgsbildung, die auch hier — wie auch in anderen Gebieten Europas — Erhöhungen mittelgebirgischen Typs zustande gebracht hat.

Im höheren Teil des Silurs ist der Magmatismus durch unzählige saure Magmatite und Piroklastite angedeutet, in Wechsellagerung miteinander und mit den paraepimetamorphen Schieferen.

Während der Bildung der karbonatischen Tonschiefer-Serie (Devon?) hat sich die Magmaaktivität beruhigt.

Die langfristige marine Sedimentation wurde nur selten durch Beimischung von pyroklastischen Material weit entfernter Vulkane gestört.

Nach der Bildung der karbonatischen Tonschiefer-Serie im Devon (?) fand (nach B. Jantsky 1953) die regionale Metamorphose der Serien statt (in der bretonischen Phase der variszischen Gebirgsbildung).

Die (bei Szabadbattyán vorkommenden) Gesteine der Unterkarbons zeigen keine Spuren magmatischer Tätigkeit. Demnach aber fing der zweite grosse magmatische Zyklus des Paläozoikums an. Es entstanden saure Intrusionen (Granit, Granitporphyr), Subvulkane und Vulkane (Quarzporphyr) sowie auch gangförmige Bildungen.

Wahrscheinlich hängt dieser magmatische Zyklus mit der sudetischen-asturischen Phase der variszischen Gebirgsbildung zusammen. In der Endphase (saalische Orogenese) lässt sich ein pneumatolithisch-hydrothermalen Vererzungsvorgang und die Metavulkanitisierung einiger saureren Gesteine (Granitporphyre, Quarzporphyre) feststellen.

Die kurz beschriebenen metamorphen Serien des Altpaläozoikums und die intrusiven bzw. vulkanischen Gesteine des Karbons bildeten den bedeutendsten Anteil des Abtragungsgebietes, zwar in verschiedenem Masse, bereits vom unteren Perm bis zu den heutigen Tagen. Dementsprechend konnte das metamorphe Festland für das daneben — bzw. dazwischen-liegende Sedimentationsraum als Quelle für gewisse Metalle dienen und lieferte z. B. im oberen Perm das Uranium.

In dieser Hinsicht sind aus dem Meso- und Känozoikum vor allem jene Ablagerungen beachtenswert, welche nach je einer bedeutenden Unterbrechung der Sedimentation transgressiv angehäuft wurden. In solchen transgressiv abgelagerten Sedimenten besteht nämlich die grösste Möglichkeit zur Ausbildung sedimentärer Erzlagerstätten; denn zu Beginn der Sedimentierung kann eine grosse Metallmenge aus der unter Abtragung sich befindenden Verwitterungskruste ins Sedimentationsraum transportiert und unter günstigen Bedingungen konzentriert werden.

Es ist die übereinstimmende Meinung mehrerer ungarischen Bauxitforscher (E. VADÁSZ 1946., 1960., K. BARNABÁS 1957., GY. BÁRDOSSY 1961.), dass das Muttergestein der Bauxite des Transdanubischen Mittelgebirges in den epimetamorphen Bildungen zu suchen ist, die auch während der Kreide- und Eozän-Zeit in breiter Ausdehnung an der Oberfläche waren.

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Kvarcfillit kémiai összetétele.  
Tab. 1: Die chemische Zusammensetzung von Quarzphyllit.
2. táblázat: Szericites muszkovitpala (1, 2) és kloritos muszkovitpala (3) ásványos összetétele.  
Tab. 2: Die Mineralzusammensetzung des serizitführenden — 1, 2) und kloritführenden Muskovitschiefers (3)
3. táblázat: Az ordovicium fontosabb paraepimetamorf kőzeteinek átlagos ásványos összetétele.  
Tab. 3: Die durchschnittliche Mineralzusammensetzung der wichtigsten paraepimetamorphen Gesteine des Ordoviziums.
4. táblázat: Diabázporfírit kémiai összetétele.  
Tab. 4: Die chemische Zusammensetzung von Diabasporphyrit.
5. táblázat: Néhány gotlandi-pala kémiai összetétele.  
Tab. 5: Die chemische Zusammensetzung einiger Gotlander-Schiefer.
6. táblázat: Porfírittufa-tufit kémiai összetétele.  
Tab. 6: Die chemische Zusammensetzung von Porphyrittuff-Tuffit.
7. táblázat: Kvarckeratofír kémiai összetétele.  
Tab. 7: Die chemische Zusammensetzung von Quarzkeratophyr.
8. táblázat: A devonsorozat néhány jellemző kőzetének kémiai összetétele.  
Tab. 8: Die chemische Zusammensetzung einiger charakteristischen Gesteine der Devon-Serie.
9. táblázat: A metamorf sorozatok jellemzőinek összefoglalása.  
Tab. 9: Die Zusammensetzung der Kennwerte der metamorphen Serien.



## TÁRGYMUTATÓ — SACHREGISTER

- Agyagásvány 40  
Agyagpala 7, 28, 29, 31, 42  
Aleuritpala 22, 28  
Andezit 9  
Andezitagglomerátum 9  
Antracit 10  
Antracitos kovapala (lidit) 6, 15, 22, 25  
Brachiopóda 7, 30, 34  
Breccsa 15  
Cephalopóda 30  
Diabáz 7, 15, 16, 29  
Diabázporfirit 7, 9, 15, 16, 20  
Dolomit 7, 33  
Fillit 6  
Finomrétegződés 34  
Foraminifera 7  
Grafit 13  
Gránit 6, 7, 14, 25  
Graptolitás kovapala (lidit) 15  
Graptolitesz 6, 7, 15, 19, 34  
Gyűrődés 35, 37  
Homokkőpala 15, 17, 19, 20, 21, 25, 28, 31  
Illótartalom 40, 41  
Kloritos muszkovitpala 9, 13  
Kloritos szericitpala 36  
Konglomerátum 7, 15, 16  
Korall 7  
Kristályos mészkő 7, 8  
Kvarcfillit 8, 9, 11, 12, 13, 14, 40  
Kvarckeratofir 15, 17, 20, 23, 24, 25  
Kvarcporfir 6, 7  
Lakkolit 7  
Laterálszekrécios kvarc, kvarcit 10, 15, 36  
Meszes agyagpala (szericit fillit) 28, 32  
Meszes homokkőpala 29  
Mészapla 29, 32  
Metaantracit 10, 13  
Porfirit tufa 7, 9, 17, 20  
Pszamnitogén szericitpala 21, 28  
Ráncolódás 35, 36  
Szericites agyagpala 15  
Szericites homokkőpala 9, 13  
Szericites kvarcitpala 21, 28, 31  
Szericit-kloritpala 9  
Szericitpala 8, 14, 15, 19, 20  
Szubneritikus 34  
Tufa 7, 22  
Tufit 7, 17, 22  
Zeolitfácies 7, 42  
Zöldpalafácies 6, 7, 42

## TARTALOMJEGYZÉK — INHALTSVERZEICHNIS

Bevezetés . . . , . . . . .	5
Áttekintés . . . . .	6
I. Kvarcfillites sorozat, ordovicium. Kifejlődési terület . . . . .	7
Földtani-kőzettani kifejlődés . . . . .	8
Ásványtani — kémiai vizsgálat . . . . .	11
II. Vegyesvulkáni sorozat, gotlandium, Kifejlődési terület . . . . .	14
Rétegtani — kőzettani kifejlődés . . . . .	15
III. Karbonátos agyagpalasorozat, devon. Elterjedése és földtani-kőzettani felépítése . . . . .	27
Üledékföldtani és kőzetszerkezeti sajátosságok . . . . .	33
Tektonikai jellemzők . . . . .	37
Kőzetgenetika . . . . .	38
Irodalom . . . . .	44
Geologie und petrographie der metamorphen schiefer-zone des Balaton-Hochlandes (Transdanubien, Ungarn) . . . . .	47



A BAKONY TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÁSAINAK EREDMÉNYEI  
SOROZAT MEGJELENT FÜZETEI:

- Dr. Fekete Gábor:** A Bakony növénytakarója, 1964  
**Papp József:** A Bakony növényteni bibliográfiája, 1965  
**Dr. Tapfer Dezső:** A Keleti-Bakony madárvilága, 1966  
**Dr. Bendefy László:** A Bakony hegység geokinetikai viszonyainak földkéregszerkezeti vonatkozásai, 1967  
**M. Buczkó Emmi:** Geomorfológiai kutatás és térképezés Balatonfüred környékén, 1968  
**Dr. Keve András:** A Keszthelyi-hegység és a Kisbakony madárvilága, 1970  
**Dr. Keve András—Sági Károly Jenő:** Keszthely és környékének madárvilága, 1970  
**Papp József:** A Bakony állattani bibliográfiája, 1971  
1970  
**Dr. Kaplay Imréné—Dr. Bayer Lászlóné:** A Bakony földtani őslénytani bibliográfiája, 1976

IN DER SERIE  
RESULTATIONES INVESTIGATIONUM RERUM NATURALIUM  
MONTIUM BAKONY  
ERSCHIENEN:

- Dr. G. Fekete:** Die Pflanzendecke des Bakony—Gebirges, 1964.  
**J. Papp:** Botanische Bibliographie des Bakony—Gebirges, 1965.  
**Dr. D. Tapfer:** Die Vogelwelt aus dem Ost-Bakony Gebirge, 1966.  
**Dr. L. Bendefy:** Die Rolle der Geokinetik bei der Erforschung der Erdkrustenstruktur im Bakony-Gebirge, 1967.  
**M. E. Buczko:** Geomorphologische Erforschung und Kartierung in der Umgebung von Balatonfüred, 1968.  
**Dr. A. Keve:** Das Vogelleben der Keszthelyer Gebirges und des Kleinen Bakony, 1970.  
**Dr. A. Keve—K. J. Sági:** Die Vogelwelt von Keszthely und ihre Umgebung, 1970.  
**J. Papp:** Zoologische Bibliographie des Bakony-Gebirges, 1971.  
**Dr. Kaplay Imréné—Dr. Bayer Lászlóné:** Geologisch-palaeontologische Bibliographie des Bakony-Gebirges, 1976.

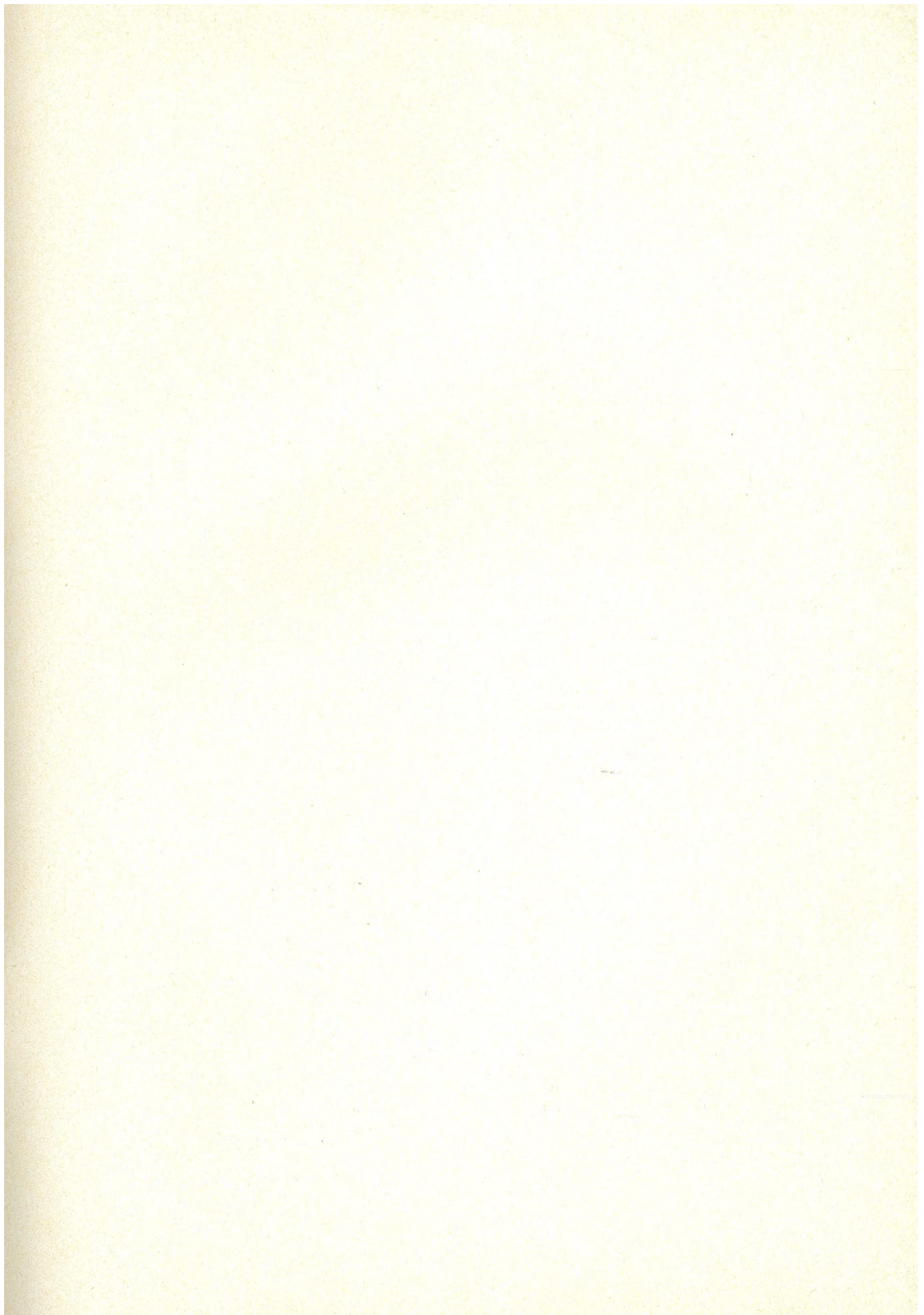


A BAKONY TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÁSAINAK EREDMÉNYEI  
SOROZAT KÉSZÜLŐ FÜZETEI

- Dr. Keve András—Dr. Tapfer Dezső:** A Balaton-felvidék madárvilága
- Dr. Tóth Sándor:** A Bakony hegység szitakötő faunájának alapvetése (Insecta, Odonata).
- Bankovics Attila:** Az Északi-Bakony madárvilága
- Dr. Kol Erzsébet:** Az Északi-Bakony alga-vegetációja
- Papp József:** A Bakony természet-földrajzi bibliográfiája
- D. Papp Jenő:** A Bakony hegység méhalkatú faunájának alapvetése (Hymenoptera, Apoidea).
- Szitta Tamás:** A Bakony hegység halfaunájának alapvetése
- Dr. Tóth Sándor:** A Bakony hegység zengőlégy faunájának alapvetése (Diptera: Syrphidae).

IN DER SERIE  
RESULTATIONES INVESTIGATIONUM RERUM NATURALIUM  
MONTIUM BAKONY  
VORBEREITET:

- Dr. A. Keve—Dr. D. Tapfer:** Die Vogelwelt aus dem Balaton-Hochlandes
- Dr. S. Tóth:** Grundlegung der Libellen-Fauna des Bakony-Gebirges (Insecta, Odonata).
- A. Bankovics:** Die Vogelwelt des Nord-Bakony Gebirges
- Dr. E. Kol:** Die Algen-Vegetation des Nord-Bakony Gebirges
- J. Papp:** Physico-geographische Bibliographie des Bakony-Gebirges
- Dr. J. Papp:** Grundlegung der Bienen-Fauna von Bakony-Gebirges (Hymenoptera, Apoidea).
- T. Szitta:** Grundlegung der Fisch-Fauna des Bakony-Gebirges
- Dr. S. Tóth:** Grundlegung der Schwebfliegen-Fauna des Bakony-Gebirges





Széchenyi Nyomda, Győr 77,K-634  
Felelős nyomdavezető: Horváth Imre igazgató



