

MAGYARORSZÁGI GLAUKONITOS KÖZETEK ÜLEDÉKTANI VIZSGÁLATA

BONDOR LIVIA*

Összefoglalás: A bakonyi kréta cenomán emeletébe tartozó glaukonitos márgában levő *Foraminifera*-vázak egy részét glaukonit tölti ki. A dunántúli cocén mészkőben és márgában levő glaukonit zöme Nummulitesek vázába nyomult be. A törmelékes ásványok a kisebb, a glaukonit pedig a nagyobb szemcsenagyságban uralkodik. Ez a glaukonit helyben keletkezettnek bizonyult.

Az Eger környéki felsőrupéli homokkőben és márgában található glaukonitszemcsék zöme az cocénhez hasonlóan a nagyobb szemcsenagysági tartományokban dűsul. A *Foraminifera*-kitöltések, a glaukonitszemcsék alakja, és a kémiai összetétel autigén keletkezésre utal. A kísérő ásványszemcsék között sok az ép földpát és amfiból, ezek vulkáni szórt termékek.

A Nagybátony környéki katti homokkő, és burdigalái homokkő glaukonitja szállítottak mutatkozik. A nagylyngyeli fúrásból származó tortónai glaukonitos homokkő ismét autigén jelegeket árul el. Az ásvány kémiai vizsgálata azt mutatja, hogy a vas lazán kötődik a szilíciumhoz. Valószínű, hogy a magyarországi glaukonit biotitból és amfibólból keletkezett.

A másfél évszázaddal ezelőtt leírt glaukonit keletkezési körülményeit, a kiindulási anyagot, az átalakulás helyét és tényezőit sokan kutatták, de még mindig sok részletben vitatott az ásvány képződési folyamata. Több magyarországi üledékes kőzetben is található kisebb-nagyobb mennyiségben, sőt egyes képződményekben — a kőzet elnevezésében is szereplő — lényeges elegyrészként. Hazánkban Fülöp J., Meisel J., Korim K. és vegyészek, elsősorban Libor O. foglalkozott a hazai glaukonittal.

1959-ben a magyarországi glaukonitos üledékek vizsgálata volt szakdolgozatom tárgya, különös tekintettel a glaukonit elsődleges, vagy másodlagos előfordulásának megállapítására. A bakonyi cenomán márgából két mintát, úrkúti, tatabányai, bokodi és tokodi fúrásból származó középsőcocén márgát, és mészkövet, középsőoligocén, rupéli emeletbe tartozó homokos márgát, és agyagmárgát vizsgáltam Eger, Demjén, Szomolya környéki fúrásokból és felszíni kibukkanásokból. Vizsgáltam ezenkívül felsőoligocén, katti emeletbe tartozó homokkővet a Nagybátony melletti Szorospatakából, és tortónai meszes homokkővet nagylyngyeli fúrásokból. A vizsgálati módszerek teljes kémiai elemzéséből, teljes szemcseeloszlási vizsgálatból, differenciális termikus analízisből, röntgenvizsgálatból, és az ásványos összetétel mikroszkópos vizsgálatából álltak. Ezenkívül figyelembe vettem a keménységet, térfogatsúlyt, savakkal, és lúgokkal szembeni ellenállást. A cenomán glaukonitos márga vizsgálata a minták korlátozott száma és nem megfelelő volta miatt nem kielégítő, általános következtetésekre még nem alkalmas.

A cenomán glaukonitos márgából Pénzeskúton gyűjtött minta szürke színű, limonitfoltos márga, mely nagyon sok Ammonitest tartalmaz. Az oldási maradék 0,1 mm feletti szemcsetartományában sok a *Radiolaria*, de ezeket a vázakat nem tölti ki glaukonit. Koptatott kvarc mellett világos, és sötétzöld glaukonit figyelhető meg. A *Foraminifera*-vázak egy részét glaukonit tölti ki. A bakonyinai Gaja-völgyből származó

* Előadta a Földtani Társulat 1960. jún. 22-i szakülésén

cenomán márga az előbbinél több glaukonitot, és kevesebb Radioláriát tartalmaz. Egyedül a *Foraminifera*-kitöltések bizonyítják autigén keletkezését, feltéve, hogy a Foraminiférák nem idősebb rétegekből kerültek be. Ez valószínűtlen, mert a Foraminiférákhoz hasonló nagyságú törmelék rendkívül kevés, az üledék határozottan pelites. A Radioláriák, és a finomszemű üledék nyílttengeri kifejlődést jeleznek.

Az úrkúti 159. számú fúrásából 3,40% Na_2O -t és 4,89% K_2O -t tartalmazó glaukonitos, nummuliteszes mészkő került felszínre. Az oldási maradék zömét glaukonit adja, 0,1—0,2 mm átmérőjű, a kísérő törmelékes ásványszemcsék pedig 0,1 mm-nél kisebbek. A sötétzöld, erősen szabdalt felületű glaukonit mellett hidrohematit, biotit, gránát, kvarc, és kevés pirit figyelhető meg. Sok a glaukonitból álló *Foraminifera*, *Bryozoa*, és korall kőből. Főleg a *Quinqueloculina* és egyéb *Miliolina* vázakat tölti ki a glaukonit.

A tatabányai 1162. számú fúrás eocén összletében 30 cm vastag nummuliteszes mészkő, 40 méterrel mélyebben pedig középsőeocén nummuliteszes, glaukonitos márga jelentkezett. A mészkőben levő Nummulitesek egy részét glaukonit tölti ki. A glaukonitszemcsék a terrigén ásványoknál sokkal nagyobbak. A 20 méter vastag márga szemcseösszetételében a 0,06—0,1 mm közötti tartomány uralkodik, a benne levő glaukonit zöme azonban 0,2—0,32 mm közé esik. A törmelékes ásványszemcsék kvarcból, kevés biotitból, turmalinból, kloritból, hidrohematitból és kevés kopatott földpátból állnak. A glaukonit világoszöld színű, és síma felületű. Az oldási maradék szemcseösszetétele az előbbiekhöz hasonlóan azt mutatja, hogy az 0,1 mm alatt dúsuló törmelékes elegyrészekkel szemben legnagyobb részét 0,2—0,63 mm átmérőjű. Sötétzöld, szabdalt felületű szemcsék és síma, világoszöld színűek is vannak. A kísérő ásványszemcsék között kvarc, pirit, barna amfiból, és hidrohematit látható.

A bókodi 1388. számú fúrás 2,6 méter vastag, nagyon erősen glaukonitos középsőeocén mészkövet harántolt. A glaukonitszemcsék 0,63—0,32 mm között mutatnak maximális dúsulást. Kvarc, hidrohematit, pirit, barna amfiból alkotják a törmelékes ásványtársulást. A Foraminiférák vázát világoszöld glaukonit tölti ki.

A tokodi 350. számú fúrás eocén összletében több glaukonitos szint ismerhető fel. A középsőeocén mészkőben, márgában, homokos agyagmárgában és a perforálás márgában több-kevesebb glaukonit jelentkezik, sőt helyenként a Nummuliteszek vázát is ez tölti ki. A középsőeocén felső részén feltűnően sok zöldesfekete, szabdalt felületű glaukonitot tartalmazó, 1,2 méter vastag márgaréteg helyezkedik el. Ebben az eocén összletben nagyon sok az üde, hatszöges biotitlemez, ami vulkáni szórásra utal. Valószínűleg távol volt a kitérés központ, és a szórt anyagból csak a lemezes biotit jutott el erre a területre. A glaukonitos kőzetekben kevesebb a biotit, mint az alatta és föllette levőben, és a biotit nagyrészt kloritosodott. A glaukonitszemcsék kiválogatásával viszonylag tökéletes elválasztással jutottam ahhoz az anyaghoz, mely teljes kémiai elemzésre került. Az elemzés adatait az I. táblázat mutatja. Az elemzés eredményét összehasonlítva a külföldi adatokkal, Hendrich—Ross három, Correns két, Smulikowski összefoglaló munkájában közölt 68 elemzéssel, valamint Libor magyarországi glaukonit elemzésével, a következő különbségek adódnak: Az SiO_2 -tartalom közel áll az elemzések 47,0—50,50%-os átlagához. Libor O. a bakonybéli felsőeocén agyagmárgában 44% SiO_2 -t talált. Ugyanakkor az ő elemzésében rendkívül nagy a CaO érték és az izittási veszteség. Ez arra utal, hogy nem sikerült a glaukonitot tökéletesen elválasztani a márgától. Így természetesen az összes adat módosul, és nem lehet összehasonlítni a tiszta glaukonit összetételével. A tokodi glaukonitban az Al_2O_3 nagyon kicsi, az Fe_2O_3 jó átlagértéket mutat. Az FeO azonban rendkívül nagy, a 73 elemzésből csak hat múlja felül ezt az értéket. A CaO, és az MgO az átlagnál jóval nagyobb, mindössze négy elemzés mutat ennél nagyobb MgO értéket. Az Na_2O a nagy szórást mutató adatok közül nem ugrik ki. A K_2O elég sok, a 73 elemzésből csak 13 káliumtar-

talma nagyobb ennél. A háromértékű és kétértékű vas aránya nagyon kicsi, 7,72 az oxidációs fok $\left(\frac{2\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{FeO}}\right)$. A külföldi adatok közül csak kilenc mutat ennél kisebb értéket. Ez autigén keletkezés mellett szól, mert kiemelkedés, lepusztítás, szállítás és újra történő lerakódás esetén a keletkezésnél nagyobb oxidációs fokú környezetbe jut a glaukonit, és feltétlenül oxidálódnia kellene a redoxpotenciálra oly érzékeny vas egy részének. Különös viselkedést mutat ez a glaukonit, ha pár csepp kénsvav jelenlétében flourhidrogént öntünk rá, ugyanis a többi szilikáttól eltérően egy pillanat alatt maradék nélkül feloldódik. Ez a szerkezetre enged következtetni. Sósavban főzve részlegesen oldódik, mert az oldat kétértékű és háromértékű vas reakcióját mutatja.

Az eocén glaukonitos előfordulások nagyon sok közös vonást árulnak el. A sok ősmaradvány — elsősorban Foraminiferák — vázát kitöltő glaukonitszemcsék azt igazolják, hogy az ásványt helyben keletkezettnek kell minősíteni. Az autigén keletkezést biztosan állíthatjuk, mert a glaukonittal kitöltött *Foraminifera*-vázak bemosottságának lehetőségével itt nem kell számolnunk, hiszen legtöbb esetben az eocén előtt még nem élt Nummulitések vázát tölti ki az ásvány. Általános jelenség, hogy finomszemű törmelékes kőzetben, legtöbbször agyagos márgában, sőt egészen csekély mennyiségű törmelékes elegyrészt tartalmazó mészkőben fordul elő a glaukonit, így a nagyobb szemnagyságban egyedül ásvány. Ez utóbbi is az autigén keletkezés mellett szól, hiszen a glaukonit izometrikus szemcséi a kvarchoz hasonló térfogatsúlyúak, és mechanikailag a kvarcnál sokkal kevésbé ellenállóak. A glaukonitos kőzetek rendszerint kevés biotitot is tartalmaznak, melynek nagy szerepe lehet a glaukonit képződésében.

Az Északkeleti Középhegységben az oligocén rupéli és katti emeletében nagyon erősen glaukonitos szintek jelentkeznek.

A DK-16. számú demjéni fúrásból származó 4,6 méter vastag felsőrupéli glaukonitos agyagmárga glaukonitszemcséi többnyire 0,2—0,63 mm átmérőjűek. A csak 0,1 mm alatt jelentkező törmelékes ásványszemcsék között víztiszta kvarc, sok hidrohematit, kevés pirit, turmalin és gránát figyelhető meg.

A Demjén—Szomolya-1. számú fúrásból 6 méter vastag glaukonitos, kissé homokos agyag került ki, melynek szemcseösszetétele az előbbihez hasonló, a törmelékes ásványszemcsék itt is jóval kisebbek a sötétzöld, erősen tagolt felszínű glaukonitszemcséknél. Kvarc, földpát, gránát, sok hidrohematit, kevés cirkonból áll a kísérő ásványtársaság. Minden szemcsetartományban látható kevés sárgásbarna, a közepén rendszerint zöld színű szemcse, mely valószínűleg a glaukonit utólagos átalakulásából származik. Feltűnően sok az idiomorf, koptatatlan, manebachi- és albitörvény szerint ikresedő földpát, mely vulkáni szórásra utal, viszonylag közeli kitérésű központtal. Foraminiferák alapján felsőrupéliinek bizonyul a kőzet. A DTA- és a röntgen-vizsgálat a többi glaukonitos kőzettől eltérően az agyagos tartományban is mutatott ki kevés glaukonitot. Kizárólag az agyagos frakcióban jelentkező muszkovitot a nagymennyiségű földpát mállására lehet visszavezetni.

A Demjén—Szomolya-4. számú fúrás is harántolt felsőrupéli, glaukonitos, homokos agyagot. Szemcseeloszlási görbéje és a glaukonitszemcsék nagysága az előbbiekkal csaknem teljesen egyezik. A kísérő ásványokat kvarc, hidrohematit és vulkáni tufaszórásra utaló földpát, és amfiból alkotják. A *Foraminifera*- és *Globigerina*-vázaknak csak egy részét tölti ki a glaukonit.

A Demjén—Szomolya-5. számú fúrásban 4,5 méter vastag, felsőrupéli, zöld glaukonitszemcséket tartalmazó, homokos agyagmárga jelentkezett. A nagyobb szemcse-nagyságban a glaukonit, a kisebb szemcse-nagyságban a kvarc uralkodik. A kvarc zöme víztiszta, kevésbé koptatott, közeli lehordási területet tételez fel. Ezenkívül gránát, klorit, nagyon sok hidrohematit, és a glaukonitszemcsék felületén ülő piritkristályok fi-

gyelhetők meg. Sok a glaukonitkitöltésű *Foraminifera*-váz, különösen a Miliolinák körében. Egyes glaukonitszemcséknek megfigyelhető, hogy sötétzöld héj veszi körül.

Ebben a rétegben egy 2,2 méter vastag meszesebb márga közbetelepülés mutatkozott, mely abban tér el az előbbtől, hogy vulkáni tufaszórásra utaló biotitot, és nagyon sok földpátot tartalmaz. A glaukonitszemcsék felületi mélyedéseiben elhelyezkedő fehér anyag vastagabb ereiből vékonyabbak ágaznak ki, amely utólagos átalakulásra utal. Az átalakulás különböző fokozatai is láthatók, a fehér erek egyre szélesebbé válnak. Itt is sok glaukonitból álló *Foraminifera*-váz figyelhető meg.

Az Eger-2. számú fúrásból 0,8 méter vastag, fűzöld, laza, porló, finomszemű homokkő ismeretes. A 0,63—0,2 mm között dúsuló glaukonit felületi bemélyedéseit kitöltő anyaghoz egészen hasonló, önálló, sárgásfehér, zöldesfehér szemcsék is vannak. A törmelékes ásványok között kvarc, gránát, kevés hidrohematit, cirkon, és rendkívül sok idiomorf földpát jelentkezik. A kiválogatott glaukonitszemcsék kémiai elemzésének adatait az I. táblázat tünteti fel. Az SiO_2 kicsit kevesebb, az Al_2O_3 több az átlagnál, az Fe_2O_3 kisebb, az FeO pedig nagyobb. Ez utóbbi arra utal, hogy az átlagnál redukáltabb környezetben keletkezett. Az összes vas mennyisége kicsi, valószínűleg az Fe_2O_3 az utólagos átalakulás során csökkent. A CaO mennyisége nagyon nagy, az MgO viszont nagyon jól beilleszthető az elemzések átlagába. A nagy CaO magyarázatát a kiindulási anyagban lehet keresni. MnO -t is tartalmaz, ami egészen kivételes. A röntgenfelvétel kvarcot, kalcitot, és kevés muszkovitot mutat, tehát a glaukonit nem jelentkezik 0,1 mm alatt. A nagyobb szemcsenagyságban teljesen hiányzó kalcit és szericit a nagymennyiségű földpát mállásából keletkezett.

Az egi Windt-féle téglagyártól északra, a felszínen jelentkezik glaukonitos agyagmárga, mely az előbbi fúrások felsőrüpelű glaukonitos agyagmárgával azonosítható. Dőlése szerint a téglagyári akvitáni rétegösszlet fekvőjében van. A glaukonit és a törmelékes ásványszemcsék nagyság szerinti eloszlása az eddigiekhez hasonló szabályszerűséget mutat, tehát a glaukonit maximális dúsulása 0,2 mm fölött, a törmelékes szemcséké 0,1 mm alatt van. A kvarc, hidrohematit, magnetit mellett feltűnően sok az ép földpátkristály, elsősorban szanidin, barna amfiból és biotit, melyek vulkáni szórásból származnak. A többiekől eltérően nem tartalmaz piritet, de a kőzetben levő nagy limonittartalom egy része pirit oxidációjára vezethető vissza. Több gömbölyded, sötétzöld glaukonitszemcse között fehér, sárgásfehér anyag helyezkedik el, és mintegy összetartja a különállónak látszó szemcséket. Az is elképzelhető, hogy a kolloidális kiválásra jellemző gömbös-vesés ásvány esetén az egyes gömbök közötti bemélyedések agyaggal töltődtek ki. Bőven láthatók azonban olyan glaukonitszemcsék is, ahol a sárgásfehér agyagos anyaggal kitöltött mélyedés nem fut keresztül az ásványon, hanem érhálózathoz hasonló, a szélesebb bevágódásokból keskenyek ágaznak ki. Ez feltétlenül utólagos átalakulást jelez. Azok a szemcsék lehetnek az átalakulás utolsó állomásai, melyek teljes egészükben zöldesbarnák, és sűrű erézés nyomai figyelhetők meg rajtuk.

A felsőrüpelű glaukonitos kifejlődéseket összehasonlítva sok azonos vonás látható. Nagyon hasonlóak az üledék jellegei, szemcseösszetétele. A nagyobb szemcsenagysági tartományokban csaknem kizárólag glaukonit fordul elő, a törmelékes ásványszemcsék jóval kisebbek. Ez a glaukonit elsődleges előfordulására utal. A glaukonitszemcsék mindenütt sötétzöldek, általában kerekded alakúak, de sok szeszélyes alakú is van, mely kizárja a másodlagos előfordulás lehetőségét. Jól megfigyelhetők az átalakulás egyes állomásai, és a teljesen átalakult sárgásbarna, vagy sárgásfehér szemcsék. Sok *Foraminifera* vázát glaukonit tölti ki, ami az autigén keletkezés mellett szól. A glaukonit könnyen szétnyomható, és az így keletkezett finom törmelék sem válik csillámszerűvé. A kísérő ásványok is hasonló jellegűek minden rupéli kőzetben. A kvarc zöme víztiszta és szögletes, ami rövid szállításra utal. Kevés szintelen gránát, és sok hidrohematit jellemző.

Feltűnően sok a földpát, szép számmal jelentkeznek amfiból, és elvértve biotit. A földpát sajátságos, ép, nem koptatott. A mechanikai és kémiai hatásokkal szemben kevésbé ellenálló földpát tökéletes kristályai csak vulkáni szórásból származtathatók. A szandin és a kevés biotit riolitvulkánosságra utal, a plagioklász és főleg az amfiból andezitvulkánosságra. Az Eger környéki rupéli összletben gyakori az amfibólandezit-tufa, de riolit-tufa is. Lehet, hogy azonos időben két különböző kiterjesztési központból kapott szórt anyagot. A földpát rendkívül nagy mennyisége mellett eltérően az amfiból és még inkább a biotit szerepe. A biotit hiányát az is okozhatja, hogy a lapos csillámlemezek messzebb szállítottak, mint a földpát. Sokkal valószínűbb magyarázat azonban az, hogy a kétségtelenül autigén keletkezésű glaukonit alapanyaga ezekből a színes szilikátokból származik.

A felső oligocén katti emeletbe tartozó glaukonitos kifejlődések közül a Nagybatony melletti Szorospaták kőzeteit vizsgáltam. A középsőkatti agyagos homokkőből származó minta sárga színű, laza, finomszemű homokkő. Magmás, metamorf és epigén származású kőzetek alkotják a változatos ásványtársulást. Koptatott kvarc, kevés glaukonit, muszkovit, pirit, biotit, klorit, sok gránát és staurolit, kevés amfiból és cirkon figyelhető meg. A felsőkatti keresztretegzett homokkő alsó részéről származó agyagos homokkő kevés glaukonitot tartalmaz, mely 0,1 mm alatt éri el a maximális dúsulást. A törmelékes elegyrészek pedig 0,32—0,63 mm között dúsulnak. A törmelékes ásványok zöme kvarc, mellette muszkovit, pirit, gránát és a kvarc felületén ülő pirit-kristályok figyelhetők meg. A 0,63 mm-nél nagyobb glaukonitszemcsék egy része kavicszerűen koptatott, a többi kemény, fényes, smaragdzöld, lapos csillámyszerű.

A katti emelet legfelső részéről származó homokkő kevés, és főleg 0,1 mm-nél kisebb glaukonitszemcséket tartalmaz, melyek smaragdzöldek, világoszöldek, sima felületűek, lapos csillámyszerűek. Sok koptatott kvarc, gránát, kevés muszkovit, amfiból, ritül és kevés cirkon alkotják az ásványtársulást.

A nagybatonyi Hársas-hegy egyik vízmosásából származó felsőkatti, jól osztályozott, középszemű homokkő is főleg 0,1 mm-nél kisebb glaukonitszemcsét tartalmaz. A törmelékes ásványok zömét kitevő kvarc mellett muszkovit, gránát, barna amfiból jelentkezik. A katti emeletbe tartozó homokkővek ásványos összetételében nagy a hasonlóság. A középsőkatti agyagos homokkőben levő glaukonit nagyon hasonlít a rupélihez. Egyetlen szemcsén *Bryozoa* lenyomat is látható. Ez a csekély mennyiségű glaukonit helyben keletkezettnek látszik. A felsőkatti homokkőnél jóval finomabb szemű üledékben fordul elő, ez is hasonlóvá teszi az idősebb, autigén glaukonit előfordulásokhoz.

A felsőkatti, erősen keresztretegezett homokkő sokkal durvább szemű, mint az autigén glaukonitot tartalmazó kőzetek. A glaukonitok külseje is eltér az eddigiektől, mind világoszöld, vagy smaragdzöld színű, fényes, lapos, csillámyszerű. A nagyobbak között van kavicszerűen koptatott, melynek felületén sík és domború részek váltakoznak. Minden szemcsenagyságban van, de a kisebb átmérőjű tartományban több. Mindez a helyben keletkezés ellen szól. Nincs ősmaradvány vázát kitöltő glaukonit sem. Ezek azt bizonyítják, hogy más, idősebb glaukonitos kőzetekből behordott glaukonittal állunk szemben. Felvetődik az a kérdés, hogy milyen üledékes kőzetek lepusztításából származik a glaukonit. Térben közel csak a rupéli emeletben ismeretes ilyen kőzet, de ez a Bükk-től nyugatra még nem emelkedett ki ebben az időben. Esetleg az Eger környéki és ettől délre eső területről származhat, ahol hiányzik a katti emelet, tehát még a felsőoligocén előtt kiemelkedett. Ennek megállapítása azonban még további vizsgálatokat igényelne, hiszen a katti homokkő nagyon glaukonitos részéről nem történt vizsgálat. A katti emeletbe tartozó glaukonitos homokkő nagyon erős keresztretegzettsége partközeli jellegre utal, sőt helyenként deltaképződménynek látszik. Az eddigi ismeretek szerint ilyen helyen nem keletkezik glaukonit, tehát ez is a behordást bizonyítja.

A nagybátonyi szorospataki *burdigalái* konglomerátum fedőjéből származó középszemű homokkő szemcseeloszlását és a benne levő glaukonitot ugyanazok jellemzik, mint a katti emeletbe tartozót.

A nagy lengyeli olajkutató fúrásokból glaukonit tartalmú *törtónai* rétegeket ismertek meg. Minden esetben durvatórmelekes, meszes kötőanyagú kőzetben fordul elő. Erősen koptatott kvarc, sok pirit, muszkovit, klorit, kevés turmalin és rutil kíséri a gömbös-veses megjelenésű glaukonitot. Az eddigi autigén előfordulásokhoz hasonlóan a nagyobb szemcsenagyságban dúsul a glaukonit, mely külső megjelenésében a rupéli kőzetanyagra emlékeztet, utólagos átalakulást is mutató erekkel. A *Foraminifera*-vázat glaukonit tölti ki. Több kvarcsemszét félköralakban glaukonit vesz körül, gyakran a kvarc egyik oldalára rányöve látszik. Mindezek a jelek azt bizonyítják, hogy helyben keletkezett.

Összegezve az eddigi vizsgálatok eredményét, az derül ki, hogy a cenomán emeletbe tartozó bakonyi glaukonit valószínűleg, a Dunántúli Középhegység középső- és felsőeocénjében mutatkozó glaukonit, az Eger környéki rupéli emeletben levő, és a nagy lengyeli meszes törtónai homokkő glaukonitja pedig biztosan helyben keletkezett. Az Északkeleti Középhegység felsőoligocén katti emeletében levő glaukonit az eddigi vizsgálatok alapján behorodottnak látszik.

A glaukonit egyes fizikai és kémiai tulajdonságai és az ásvány keletkezésére vonatkozó adatok

Az elsődleges glaukonit megjelenése és fizikai tulajdonságai hasonlóak. A szemcsék színe világoszöld, smaragdzöld, sötétzöld és barnászöld. A szín ugyanazon a lelőhelyen is nagyon változó. Gömbös-veses megjelenésű az ásvány, a szemcsék könnyen szétnyomhatók. Térfogatsúlya nagyon közel áll a kvarcéhoz, bromoform és széntetralorid elegyével különböző fajsúlyú folyadékot előállítva mindig a kvarccal együtt úszik, vagy süllyed le.

A vizet zöldre festi, és ez a szineződés hetek múlva sem tűnik el. *Libor O.* szerint kolloidrészcsekék okozzák a szineződést. Sósavban is megfigyelhető ez a zöld szín, itt azonban kémiai oldásról van szó, mert a kétértékű és háromértékű vas reakcióit mutatja az oldat. Pár csepp kénsav jelenlétében a fluorhidrogén pillanatok alatt teljesen feloldja. Már az előbbieket is, de főleg ez a jelenség arra utal, hogy laza a szerkezet, a vas lazán kötődik a szilíciumhoz. *Noszov* és *Bogokinó* szerint savban részlegesen, lúgban pedig teljesen feloldódik. A magyarországi glaukonitoknál ez utóbbi nem figyelhető meg, lúgban az oldódás legcsekélyebb jelét sem mutatják.

A legtöbb optikailag izotróp, de egyesek halmazpolarizációs jelenséget mutatnak. Ez feltehetően attól függ, hogy a kolloidális kiválású glaukonit milyen mértékben kristályosodott át.

Valószínűleg színes szilikátokból keletkezett. Az eocén glaukonitot barna biotit, és zöld kloritosodott biotit kíséri, a rupéli glaukonitot viszont sok amfiból és kevés biotit. Ezek a glaukonitos kőzetek a vulkáni törmelékiszórás kétségtelen jeleit mutatják. A magyarországi glaukonit sokkal nagyobb CaO tartalmú, mint a külföldiek. Ugyanakkor kevesebb a vas és az alumínium. A biotit és amfiból összetétele között is ilyen irányú az eltérés. Lehet, hogy a glaukonitjaink zöme amfibólból keletkezett, és egy kisebb része biotitból. Ez jól összhangba hozható azzal, hogy Magyarországon a paleogénben amfiból-andezit és később, a középsőoligocéntől a riolit vulkánosság is gyakori volt. A kréta kivételével minden glaukonitos üledék közelében vulkáni szórt anyag, tufacsíkok és tufás rétegek helyezkednek el. Ez az eocén rupéli és törtónai előfordulásra egyaránt érvényes.

Valószínűleg kolloidális oldatból vált ki az ásvány. Ezt bizonyítja, hogy más ásványszemeket körülvesz, benyomul *Foraminifera*-vázakba, megjelenése gömbös. A csaknem azonos nagyságú is kolloidális tulajdonságokra vezethető vissza, valamint optikai sajátosságai is erre utalnak.

A nagylengyeli tortónai homokkővet kivéve péltés, finomszemű üledékekhez kötött, és általános érvennyel meszes üledékekhez kapcsolódik. A kalciumkarbonáttal együtt történő kiválás lúgos közeget biztosít. A pirit redukciós közegre utal, bár a pirit utólagos is lehet. A kétértékű vas redukciós közeg mellett szól, de a színes szilikátokhoz képest a glaukonit oxidáltabb állapotot jelent. Redukciós közegben nem lehetnek Foraminiferák, tehát a keletkezési helye összeesik az ősmaradványok tömeges pusztulásával. A mészkiválás a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -t tartalmazó víz felmelegedéséhez van kötve, ezért teszik a glaukonitképződés helyét a hideg és meleg áramok találkozásához. Lehet, hogy a víz hőmérséklete mellett a p_{H} változásának is szerepe van a mészkő, és ugyanakkor a glaukonit kiválásában. Az ásványban előforduló elemek geokémiai viselkedése egyértelműen sekélytengeri, a szárazföldhöz közeli képződményt igazol. A nagy szilícium-, elég kicsi alumíniumtartalom, sok vas, de a foszfor és mangán is ezt mutatja.

A glaukonit utólagos átalakulására is vannak bizonyítékok. Az átalakulás során a vas oxidálódik és eltávozik. A szemcse ilyenkor megbarnul, később kifehéredik. Ugyanekkor a kőzet erősen limonitos lesz. Az átmeneti tagokat, az átalakulás egyes állomásait jelző szemcséket további vizsgálatnak kellene alávetni. A felsőoligocén katti emeletbe tartozó glaukonitos homokkővet sok, és helyesen megválasztott minta alapján kellene megvizsgálni. Fontos támpontot adhat az, hogy a rupéli glaukonit kivételesen mangántartalmú, és ha ez halmozódott át a katti emelet során, akkor feltehetően a katti kereszt-rétegzett homokkő glaukonitja is mangántartalmú.

I. táblázat

| | A | B |
|--------------------------------|----------|---------|
| SiO ₂ | 49,19% | 48,43% |
| Al ₂ O ₃ | 5,65% | 9,51% |
| Fe ₂ O ₃ | 18,03% | 16,51% |
| FeO | 4,67% | 3,15% |
| CaO | 1,27% | 2,71% |
| MgO | 4,36% | 3,30% |
| Na ₂ O | 0,035% | 0,74% |
| K ₂ O | 7,90% | 5,10% |
| MnO | — | 0,08% |
| P ₂ O ₅ | 0,05% | 0,16% |
| izzítási veszteség | 8,85% | 10,76% |
| | 100,005% | 100,45% |
| H ₂ O | 3,55% | 5,74% |

A) A Tokod 350. számú fúrás eocén glaukonitjának kémiai elemzése.

B) Az Eger-2. számú fúrás rupéli glaukonitjának kémiai elemzése.

IRODALOM — REFERENCES

1. Barth—Correns—Eskola: Die Entstehung der Gesteine. Berlin, 1939. — 2. Fülöp J.—Libor O.—Meisel J.: A bakonybéli glaukonitos terület földtani és kémiai vizsgálata. Földt. Közl. 1954. — 3. Galliher, E. W.: Geology of Glauconite. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. XIX. 1935. — 4. Heim, A.: Über submarine Denudation und chemische Sedimente. Geol. Rundschau, 15. 1924. — 5. Korim K.: Magyarországi glaukonitos üledékek. Bányászati és Kohászati Lapok, 1949. — 6. Majzo L.: A magyarországi oligocén mikropaleontológiai rétegtana. — 7. Moszov, G. I.—Bogokino, F. E.: A Sztálingrádi-medence paleogénének glaukonitjai. Izvesztija Akademii Nauk Sz.Sz.R. Moszkva, 1959. — 8. Smulikowski, K.: The Problem of Glauconite. Warszawa, 1954. — 9. Szentés F.: Salgótarján és Pétervárasa közötti terület. Magyar Tájak Földtani Leírása, 1943.

Investigations of sedimentary geology on Hungarian glauconitic rocks

L. BONDOR

My B. Sc. thesis, prepared in 1959, dealt with the glauconitic sediments of Hungary, with the special purpose of finding out whether the glauconite occurs in primary or secondary setting. I have studied the Cenomanian glauconitic marl of the Bakony Mountains, the upper Eocene limestone and marl of the Transdanubian Mountains, the upper Rupelian sandstone and sandy marl of the environment of Eger, Demjén and Szomolya, the upper Oligocene sandstone from around Nagybátony and a Tortonian glauconitic sandstone from a boring near Nagylengyel. The investigation techniques consisted in full chemical analyses, full grain size distribution determinations, DT analyses, X-ray analyses and the microscopical determination of the mineralogical composition.

The sample of the Cenomanian glauconitic marl, taken at Pénzeskút and in the Gaja valley near Bakonyháza, is rich in Foraminifera and Radiolaria. The Foraminifera of the open-sea pelitic deposit are mostly filled with glauconite, proving an authigenic origin of the same.

The Nummulithian limestone and marl from the Tatabánya, Urkút, Bokod and Tokod borings is locally very rich in glauconite. The bulk of the glauconite grains belongs to the 0,2–0,63 millimetre grain size range, the accompanying detritic mineral grains being generally of 0,1 mm size. Beside the dark green glauconite grains of strongly slashed surfaces there occur hydrohaematite, biotite, amphibole, garnet, quartz and pyrite. There are abundant casts of Foraminifera, Bryozoa and corals consisting of glauconite. Especially the tests of Nummulina, Quinqueloculina and other Miliolids are filled with glauconite. In the Eocene complex of the Tokod boring, fresh hexagonal biotite flakes are extremely abundant, indicating a volcanic eruption. The centre of the eruption must have been situated farther away, so that only flaky biotite was able to reach the area in question. In the glauconitic rocks, biotite is scarcer than in the adjacent layers and most of biotite is chloritized. By picking out the glauconite grains I was able to obtain a relatively pure sample of the substance which then was subjected to a full chemical analysis. The results of the latter are shown in Table 1. As related to glauconite analyses from abroad, the Al_2O_3 content of Tokod glauconite is extremely small, whereas the FeO content is exceptionally high. CaO and MgO are well above the average. The degree of oxidation, $\frac{(2Fe_2O_3)}{FeO}$, is very small, indicating an authigenic

origin. The glauconite filling out the tests of the characteristically Eocene Foraminifera has to be regarded as formed in situ. It is a general feature that glauconite is present in fine-grained sedimentary rock, mostly in clay marl, and even in limestone containing very small amounts of detritic components, so that in the greater grain size fraction glauconite is the only mineral. This also is an argument in favour of the authigenic origin. Glauconitic rocks generally contain some biotite, which may have played an important part in the formation of glauconite.

In the Northeastern Mountains, there occur layers extremely rich in glauconite in the Rupelian and Chattian stages of the Oligocene. The glauconite grains are, here too, much greater than the accompanying detritic grains. The latter consist mostly of quartz, feldspar, hydrohaematite, garnet and amphibole. Idiomorphous, unworn feldspar twinned according to the Manebach and albite laws is remarkably abundant, indicating a scattering of volcanic ash from a nearby eruption centre. Part of the Foraminifera, Globigerina tests are filled with glauconite. The secondary alteration of glauconite is likewise observed; it is seen to proceed along tiny fissures. The chemical analysis results of the picked-out glauconite grains are shown in Table 1. The degree of oxidation is small, indicating that the medium of formation was rather more intensely reducing than usual. The amount of total iron is small; the concentration of Fe_2O_3 has presumably decreased in the course of secondary alteration. The abundance of CaO is very high; the reason for this may lie in the ground material of glauconite genesis. There is also some MnO which is quite exceptional. The appearance, grain size, and shape of the glauconite grains, as well as their occurring in the form of fillings of Foraminifera tests are strongly indicative of authigenic origin. The presence of sanidine and scarce biotite suggest a rhyolite volcanism, that of plagioclase and especially of amphibole indicate andesitic eruptions. In the Rupelian clay complex around Eger, tuffs of amphibole andesite are frequent, but rhyolite tuff is also present. Beside the predominant feldspar,

amphibole and especially biotite are quite subordinate. The scarceness of biotite may eventually be explained by the assumption that the undoubtedly authigenic glauconite was formed out of these dark silicates.

The upper Chattian intensely cross-stratified sandstone is much coarser grained than the rocks containing authigenic glauconite. The external appearance of glauconite is also quite different, it is light green to emerald green in colour and occurs in brilliant mica-like flakes. Amongst the coarser grains there occur such which are rounded, in pebble fashion. Glauconite occurs in all of the grain size categories, but it is more abundant in the smaller fractions. All this contradicts the assumption of an origin *in situ*. No glauconite filling fossil tests occur either. Thus we have to assume that glauconite was swept in from the denudation area of older glauconite-bearing rocks. Now the problem arises as to what sorts of sedimentary rocks these could have been. A rock situated sufficiently close is known in the Rupelian stage, but this is supposed to have been still submerged west of the Bükk Mountains at that time. The mother rock of this glauconite could have been situated in the environment of Eger and further south where the Chattian is absent, indicating an uplift prior to the upper Oligocene. However, a detailed proof of this assumption would need further investigations, as the most glauconitic parts of the Chattian sandstone were not studied. The very intense cross-stratification of the Chattian glauconitic sandstone indicates a near-shore facies and even in some instances a delta-like origin. As far as we are able to judge, no glauconite is formed under such conditions, which is a further argument in favour of an allothigenic origin.

The Nagylengyel oil wells have yielded Tortonian strata bearing glauconite. The mineral occurs throughout in a coarse-grained rock of calcareous cement. The spheroidal to vesicular glauconite is accompanied by intensely worn quartz, much pyrite, muscovite, chlorite, some tourmaline, and rutile. Similarly to the authigenic occurrences described above, glauconite is enriched in the larger grain size fractions, reminding in its external appearance of Rupelian glauconite. The Foraminifera tests are filled with glauconite. Several of the quartz grains are overgrown in a half-circle by glauconite, which also occurs in growths on one side quartz grains. All these features prove a formation *in situ*.

The appearance and physical properties of primary glauconite are much the same everywhere. Its colour varies from light to dark green, its shape is spheroidal to vesicular, its density is close to that of quartz. It gives the water, in which it is immersed, a greenish tint, which is stable for several weeks. According to O. L i b o r the phenomenon is explained by the presence of colloid particles. The green colour is also observed in hydrochloric acid: however, here we have to deal with a chemical solution, because the liquid shows the reactions of bivalent and trivalent iron. In the presence of some drops of sulphuric acid, glauconite is instantaneously dissolved by hydrofluoric acid, as contrary to the rest of the silicates. This phenomenon as well as the previously mentioned ones suggest the structure to be quite loose, the iron being bound weakly to silicon. Most of the grains are optically isotropic, but some of them show the phenomenon of aggregate polarization.

Glauconite was presumably formed out of dark silicates. Eocene glauconite is accompanied by brown biotite and green chloritized biotite, Rupelian glauconite by much amphibole and sparse biotite. The glauconitic rocks show the unmistakable signs of the presence of volcanic ash. The Hungarian glauconites have a much greater CaO content than the ones from abroad. At the same time, iron and aluminium are less abundant. Between the composition of biotite and amphibole the difference is of a similar nature. This raises the possibility that our glauconites were generally formed out of amphibole, and only to a smaller part out of biotite. This is in good agreement with the facts of the Palaeogene amphibole andesite and subsequent rhyolite volcanism (from the middle Oligocene on). Excepting the Cretaceous glauconitic sediment, there occur volcanic ashes tuff bands and tuffy layers in the neighbourhood of all of the glauconitic horizons. This is equally valid for the Eocene, Rupelian and Tortonian occurrences.

The mineral was most probably precipitated out of colloid solutions. This is proven by its occurrence in the forms of coatings on other minerals, of test fillings, as well as by its vesicular shape. The almost even grain size and the optical properties are also in favour of this assumption.

Excepting the Tortonian limestone of Nagylengyel it is connected with fine-grained pelitic sediments and as a rule with calcareous sediments.

The co-precipitation with carbonate of calcium ensures a basic medium. Pyrite indicates a reductive medium, although it may be secondary. Bivalent iron also indicates a reductive medium, although glauconite represents a higher state of oxidation than the dark silicates. No Foraminifera could have possibly existed in a reducing medium so that glauconite formation coincides with the sudden dying-out of masses of Foraminifera. The precipitation of lime necessitates a warming-up of the water containing $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, and that is why the formation of glauconite was set at the contact of cold and warm currents.

The geochemical nature of the elements constituting the mineral is unequivocally indicative of a shallow-sea, near-shore origin.