

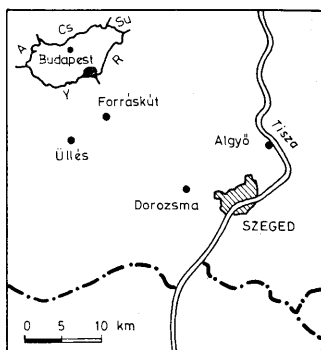
Szénhidrogénkeletkezés és migráció a Duna—Tisza köze DK-i részén

Bruknerné Wein Alice,* Vető István*

(13 ábrával, 3 táblázattal)

I. Bevezetés

A Dorozsma, Üllés és Forráskút területeken (1. ábra) mélyített fúrások 54 magmintáján végzett szervesanyag vizsgálatok és a szénhidrogénföldtani adatok együttes értékelésével az itt végbement szénhidrogénképződést, illetve migrációt szándékozunk jobban megvilágítani.



1. ábra. A vizsgált terület helyszínrajza

Fig. 1. Layout of the study area

2. Alkalmazott vizsgálati módszerek

Kloroformban oldható bitumoid meghatározása fluoreszcenciás és Soxhlet módszerrel.

Bitumoid IR-vizsgálata.

Bitumoid oszlopkromatográfiás csoportösszetétel meghatározása.

Kloroformban nem oldható C_{org} meghatározása.

A szervesanyag átalakulási fokának meghatározása palinológiai preparátumból, illetve a vitrinit R^o mérésével.

* Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Népstadion út 14. 1442

Az alkalmazott vizsgálati módszerek rövid, nem receptszerű leírása.

1. Soxhlet extrakció: Előzetesen kloroformmal extrahált hüvelybe bemértük a finomra porított kőzetmintát majd adott mennyiségű kloroformmal extraháltuk (kimerítő extrakció)

2. IR vizsgálat: A felvételeket Spekord IR 75 regisztráló spektrofotométeren készítettük KBr-os pasztillás technikát alkalmazva. A kiértékelést alapvetően alaponál módszerrel végeztük. A bitumoidok jellemzésére GLEBOVSZKAJA (1971) és GALAKTIONOVA, PROSZKURJAKOVA (1971) és VÜCSEV et. al. (1973) által bevezetett és elfogadott mutatókat alkalmaztuk. Ezen mutatók a következők:

$$K_k = \frac{E_{1710}}{E_{1470}} \quad \text{ill.} \quad K_k = \frac{E_{1720-40}}{E_{1470}}$$

mely hányados a megfelelő vegyülettípusban levő karbonil csoport és a metilén csoport adott hullámszámnál mért extinkcióinak hányadosa.

$$K_a = \frac{E_{220}}{E_{750}} \quad \text{és} \quad K_A = \frac{E_{1610}}{E_{1470}}$$

hányadosok az aromás tartalommal arányosak.

$$A K_e = \frac{E_{1380}}{E_{1470}}$$

a nyílt szénláncú szénhidrogének elágazottságára jellemző.

$$A K_c = \frac{E_{720}}{E_{970}}$$

a ciklikus szénhidrogének viszonya a négy metilén csoportnál többet tartalmazó alifás szénhidrogénekhez. Ezen mutatók közül jól bevált a K_k és jellemző a bitumoidok genetikai minőségét illetően (GLEBOVSZKAJA 1971). A K_A és K_c kevésbé érzékeny mutatók és erősen függenek a kiindulási szervesanyag típusától. K_a és K_c kevésbé jellemzők és értelmezésük is jóval bonyolultabb az előző hároménál.

3. Csoportösszetétel megállapítása. Az összbítumoidból nagy petroléter felesleggel leválasztottuk az aszfaltént. A visszamaradt anyagot szilikagél oszlon elució módszerrel további három csoportra választottuk szét. Alkalmazott elválószerek sorrendben: petroléter (telített szénhidrogén), benzol (aromás szénhidrogén), benzol: etilalkohol = 1 : 1 elegye (gyanta).

4. Szerves C meghatározása. A kloroformmal extrahált és a szervesetlen karbonáttartalomtól gondosan mentesített kőzetből Wösthoff készülékben égetéses módszerrel történt a meghatározás a JATE Ásványtan-Geokémiai és Kőzettani Tanszékén.

5. Fluoreszcenciás bitumoid vizsgálat. Hideg kloroformmal a bemért kőzetből kioldottuk a bitumoidot (ílymódon elsősorban a könnyebb alkotók nyerhetők ki), majd kromatográfiás papíron felfuttatva, a kapott bitumoid foltot nagysága és színe alapján analitikai UV lámpa alatt értékeltük ki, természetes etalonok segítségével.

3. A szervesanyag terület, mélység és kőzettani jellegek szerinti változásai

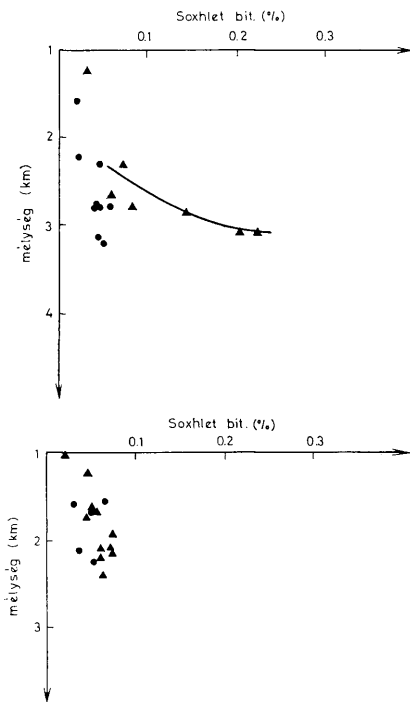
A kőzetminták földtani korukat tekintve mind neogének, az elemzésből és értékelésből a triász korú mintákat kihagytuk.

A következőkben elemezzük területenként a vizsgált paramétereknek mélység és kőzet minőségtől való függését.

3.1. Dorozsma

A bitumoid mennyisége és a mélység között összefüggés mutatkozik, mégpedig növekvő mélységgel nő a kiextrálható bitumoid mennyisége (2a ábra).

Pelitekben erősen nő a mélységgel a bitumoid mennyiség, 2800 és 3100 m között ugrásszerűen megnő, ugyanakkor a homokkövekben a növekedés jóval kisebb.

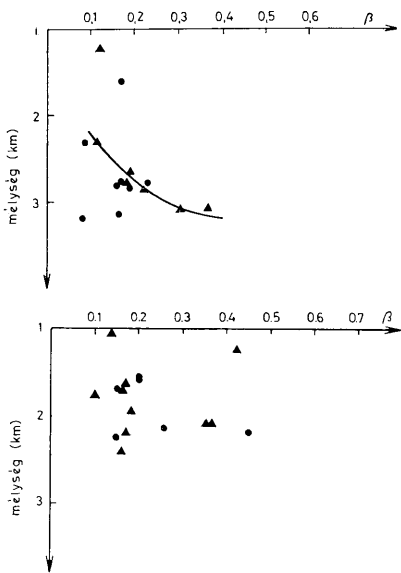


2. ábra. A Soxhlet-bitumoid mennyiségének mélység szerinti változása Dorozsmán (a) és Üllésen (b). J e l m a g y a r á z a t: 1. Homokkő, breccsa, 2. Aleurit, márga

Fig. 2. Variation of the quantity of Soxhlet bitumen with depth at Dorozsma (a) and Üllés (b). L e g e n d: 1. Sandstone, breccia, 2. Siltstone, marl

Az azonos mélységben levő peliteket és homokköveket tekintve előbbiekben a bitumoidtartalom jóval nagyobb, mint a homokkövekben.

A bitumoid koefficiens $\left(\beta = \frac{\text{bitumoid}}{C_{\text{org}} + \text{bitumoid } 0,8} \right)$ mélységgel való összefüggése tendenciáját tekintve hasonló az előbbihez (3a. ábra), pelitekben 3100 m-nél kb. 3-szorosa, mint a kb. 1200 m-nél levő kezdeti érték, míg homokkövekben a növekvő mélységgel csak kis mértékben nő és maximum értéke van 2800 m-nél. A bitumoid aszfalten tartalmát vizsgálva (4.a ábra) a homokkövekben nem találunk összefüggést a mélységgel. Pelitekben viszont növekvő mélységgel egy enyhe csökkenés látható az aszfalten tartalomban. A dorozsmai terü-



3. ábra. A Soxhlet-bitumoid C_{org} -hoz viszonyított mennyiségének (β) mélység szerinti változása Dorozsmán (a) és Úllésen (b). Jel magyarázatát lásd a 2. ábránál

Fig. 3. Variation of the quantity of Soxhlet-bitumen as referred to C_{org} (β) according to depth at Dorozsma (a) and Úllés (b). For the legend, see Fig. 2

et bitumoidjaira viszont egyaránt érvényes, hogy viszonylag nagy aszfalten-tartalmúak s ezen belül is az azonos mélységben levő homokkövekben az aszfalten több, mint a pelitekben. A kloroformban oldhatatlan szerves szén értéke 0,2% és 0,59% között változik, általában elég magas értékeket mutat.

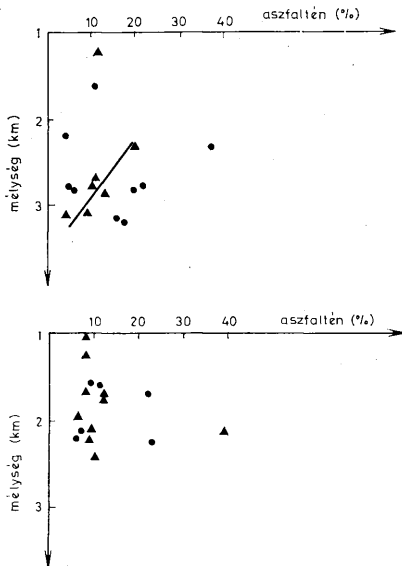
A C_{org} mélységgel való változását vizsgálva itt is szembevetendő, hogy az azonos mélységben levő pelitek és homokkövek C_{org} tartalma között jelentős különbség van a pelitek javára (5.a ábra).

A fluoreszcenciás bitumoid minőségét vizsgálva (8.a ábra) homokkövekben nem tapasztalunk mélységgel való összefüggést. A pelitekben viszont szembevetendő a tendencia, mely szerint a mélység növekedésével a bitumoid minősége gyantásból gyantásolajoson keresztül 3100 m-nél olajosba megy át. Az össz-bitumoidról készített infravörös spektrumokat vizsgálva megállapítható, hogy aromás és alifás alkotók egyaránt találhatóak bennük, de nem mondható, hogy

egyik vagy másik típus dominálna. Az extinkció arányokat tekintve $\frac{E_{1380}}{E_{1470}} = K_e$ mutató nem mutat mélység függést, viszonylag szűk határok között

Dorozsmai kőzetminták
Organic geochemical data of

Mélység- köz m	Föld- tani kor	Kőzet	Old. mar. %	Org %	Fluoreszcenciás bitumoid		Soxhlet bitumoid	β
					minőség	%		
1587-1605	Pl	aleurit márga	70		gyantás-aszfalt- énes	0,0075		
2209-2214,5	Pl ₁	homokkő			könnyű	0,07	0,023	
3095-3097	Pl ₁	márga	58	0,44	olajos	0,24	0,22	0,36
3143-3151,5	M ₂	homokkő	85	0,29	gyantás	0,035	0,045	0,16
1260-1265	Pl ₁	aleurit-márga	72	0,23	gyantás-olajos	0,11	0,031	0,12
2877-2888,5	Pl ₁	márga	57	0,51	gyantás-olajos	0,24	0,14	0,22
3120-3124	Pl ₁	márga	49	0,51	olajos	0,32	0,2	0,3
3200,5-3204,5	M ₂	homokkő	82	0,23	olajos	0,16	0,054	0,08
1615-1630,5	Pl ₁	homokkő	78	0,11	könnyű	0,015	0,022	0,17
2324-2330	Pl ₁	homokkő	78	0,49	gyantás-aszfalt- énes	0,05	0,048	0,09
2324-2330	Pl ₁	aleurit-márga	72	0,59	gyantás-olajos	0,12	0,072	0,11
2676,5-2678,5	M ₂	márga	48	0,25	gyantás-olajos	0,14	0,057	0,19
2829-2830,5	M ₂	homokkő	84	0,23	gyantás-olajos	0,14	0,041	0,16
2791-2796	Pl ₁	márga	49	0,39	olajos	0,16	0,084	0,18
2791-2796	M ₂	homokkő	87	0,23	gyantás-olajos	0,14	0,045	0,17
2839-2844	M ₂	homokkő		0,27	gyantás-olajos	0,14	0,059	0,19
2783-2801	M ₂	homokkő		0,17	gyantás-olajos	0,14	0,047	0,23



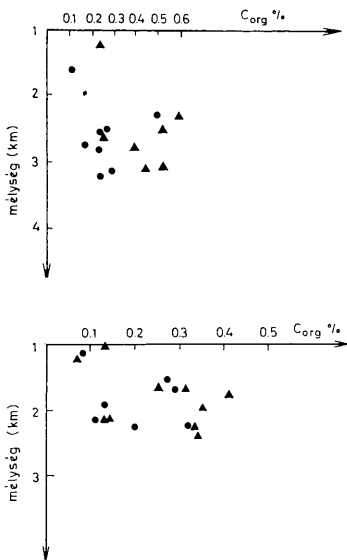
4. ábra. A Soxhlet-bitumoid aszfalténtartalmának mélység szerinti változása Dorozsma (a) és Üllés (b). Jel-
magyarazatot lásd a 2. ábránál

Fig. 4. Asphaltene content of Soxhlet-bitumen versus depth at Dorozsma (a) and Üllés (b). For the legend, see
Fig. 2

szervesgeokémiai adatok
rock samples from Dorozsma

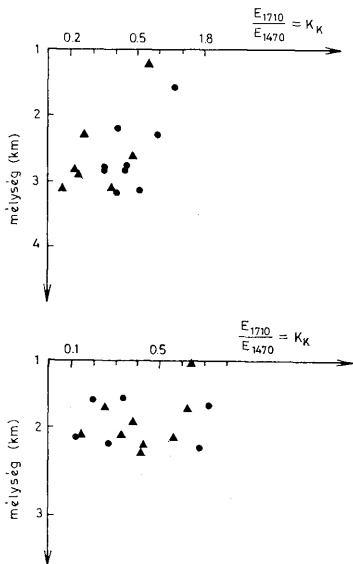
I. táblázat — Table I.

Csoport összetétel %				Extinkció arányok					
Telített OH	Aromás OH	Gyanta	Aszfaltén	$\frac{E_{720}}{E_{250}}$	$\frac{E_{720}}{E_{470}}$	$\frac{E_{1980}}{E_{1720}}$	$\frac{E_{1410}}{E_{1170}}$	$\frac{E_{1720}}{E_{1170}}$	$\frac{E_{1720-40}}{E_{1170}}$
			4	—	—	—	—	—	—
48	18	25	9	2,05	—	0,38	0,17	0,41	0,5
52	14	15	16	0,86	—	0,45	0,12	0,37	0,44
			11	1,7	—	0,35	0,41	0,51	—
			13	—	—	0,5	0,15	0,54	0,58
			4	—	—	0,41	0,17	0,23	—
60	11		18	0,97	—	0,34	0,09	0,16	—
			11	1,79	1,13	0,56	0,35	0,41	0,48
29	14	13	37	0,29	—	0,56	0,14	0,77	1,03
						0,59	0,66	0,59	—
46	10	24	20	1,4	—	0,51	0,2	0,25	—
37	17	33	11	1,03	—	0,5	0,27	0,47	—
			20	1,54	—	0,48	0,33	0,35	—
47	17	26	10	2,29	6,4	0,44	0,16	0,21	0,24
			22	0,76	—	0,53	0,47	0,45	—
			6	0,84	—	0,53	0,37	0,44	—
61	16	17	5	1,7	—	0,49	0,21	0,35	0,38



5. ábra. A C_{org} mennyiségének mélység szerinti változása Dorozsmán (a) és Üllésen (b) *Je l m a g y a r á z a t o t l á s d a 2. ábránál*

Fig. 5. Variation of C_{org} with depth at Dorozsma (a) and Üllés (b). For the legend, see Fig. 2



6. ábra. A Soxhlet-bitumoid 1710-es és 1470-es hullámszámmal mért extinkciós hányadosának mélység szerinti változása Dorozsman (a) és Üllésen (b). J e l m a g y a r á z a t o t l á s d a 2. ábránál

Fig. 6. Variation of the ratio of the extinction coefficients of Soxhlet-bitumen at wave numbers 1710 and 1470 according to depth at Dorozsma (a) and Üllés (b). For the legend, see Fig. 2

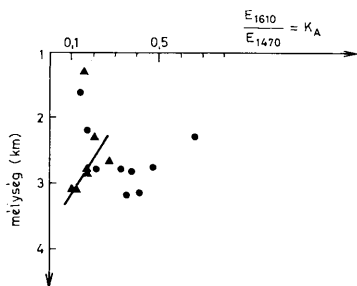
mozog az értéke 0,38–0,56-ig. A $K_K = \frac{E_{1710}}{E_{1470}}$ mutató sem mutat a mélységgel

összefüggést (6. ábra), csupán annyi jegyezhető meg, hogy az azonos mélységben levő pelitek és homokkövek közül a pelitekben levő bitumen K_K értéke nagyobb. Egyedül a $K_A = \frac{E_{1610}}{E_{1470}}$ mutató esetén tapasztalhatunk mélység füg-

gést (7.a ábra), mégpedig a pelitekben növekvő mélységekkel K_A értéke csökken míg a homokkövekben a változás ellentétes irányú. Meg kell még jegyez-

nünk, hogy kb. a bitumoid minták felénél képezhető a $K_K = \frac{E_{1720-40}}{E_{1470}}$ mutató,

ami azt jelenti, hogy ezen mintáknál van 1720–40 cm^{-1} között abszorpciós maximum az infravörös spektrumban, mely maximum az észter kötésben levő karbonil csoportnak felel meg (alifás vagy aromás attól függően, hogy a maximum 1740 cm^{-1} vagy 1720 cm^{-1} -nél jelenik-e meg és az alsó hullám-szám tartományban mely csúcsok jelennek meg mellette).

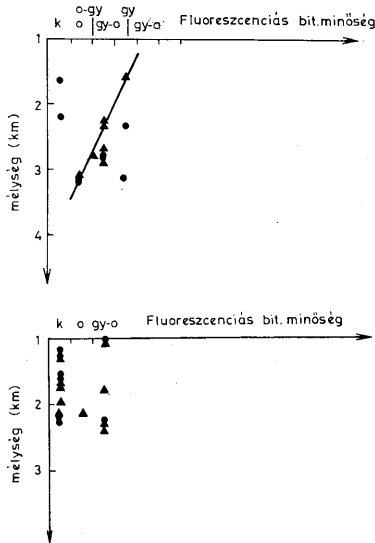


7. ábra. A Soxhlet-bitumoid 1610-es és 1470-es hullámszámnál mért extinkciói hányadosának mélység szerinti változása Dorozsmán (a) és Üllésen (b). Jelmegegyeztetés a 2. ábránál

Fig. 7. Variation of the ratio of the extinction coefficients of Soxhlet-bitumen at wave numbers 1610 and 1470 according to depth at Dorozsma (a) and Üllés (b). For the legend, see Fig. 2

3.2. Üllés

A kőzetminták szervesgeokémiai elemzése során jelentős eltérést tapasztalunk a dorozsmai területhez képest. A Soxhlet bitumoid mennyiségének változását vizsgálva a mélység függvényében (2.b ábra) még a pelitekben felfedezhető egy enyhén lejtő maximum görbe szerinti változás, melynek maximális értéke 2100 m körül van. A homokköveknél azonban semmiféle mélységfüggés nem látható. A bitumoidkoefficiens (3.b ábra) és az aszfalténtartalom (3.b ábra), valamint a mélység növekedése között nem található határozott tendenciájú összefüggés. A β értékeket vizsgálva zömük 10% és 20% közé esik, de található 30% és 45% között is. Az aszfalténtartalomról elmondható, hogy viszonylag kicsi, az összes minták 85%-ának aszfalténtartalma 6% és 12% közé esik (4.b ábra). Az oldhatatlan szerves széntartalom elég tág határok között változik, ez 0,07–0,41%-ig terjed. A C_{org} -mélység függést vizsgálva (5.b ábra) nem található határozott összefüggés. A fluoreszcenciás bitumoid-minőség köztől és mélységtől függetlenül a minták $\frac{2}{3}$ részénél könnyűnek bizonyult (8.b ábra). Az összbitumoidról készített infravörös spektrumokat nézve a minták többségénél dominálnak a 4-nél több CH_2 csoportot tartal-



8. ábra. A fluoreszcenciás bitumoid minőségének mélység szerinti változása Dorozsmán (a) és Üllésen (b). J e l m a g y a r á z a t o t lásd a 2. ábránál

Fig. 8. Fluorescence bitumen quality versus depth at Dorozsma (a) and Üllés (b). For the legend, see Fig. 2

mazó hosszú láncú paraffinok, sőt sok esetben kristályos állapotban vannak, melyet a 720 cm^{-1} -nél jelentkező abszorpciós csúcs felhasadása jelez.

Az 1156–1161 m mélységből származó homok magminta pedig természetes szilárd paraffint ún. ozokeritet tartalmazott. Természetesen megtalálhatók az aromás alkotók is, sok esetben a bonyolult policiklikus aromások. Minden bitumoidnál az 1710 cm^{-1} -nél jelentkező abszorpciós maximum mellett megjelenik egy elnyelési maximum $1720\text{--}40\text{ cm}^{-1}$ között is. Ez azt jelenti, hogy a migrációra érzékenyebb karbonil vegyületek (aldehid, keton az aromás észter $1710\text{--}20\text{ cm}^{-1}$), mellett a migrációra nem képes alifás észterek is jelen vannak (G EBOVSZKAJA, 1971).

Az extinkció hányadosokat elemezve a $K_e = \frac{E_{1380}}{E_{1470}}$ mutató értéke $0,43\text{--}0,6$

közé esik kivéve egy kisebb és egy igen kiugró, magas értéket.

A továbbiakkban a K_R és K_A hányadosok értékeit vizsgálva, azok sem a mélységgel, sem a kőzetfajtaival nem mutatnak összefüggést (6.b, 7.b ábra).

3.3. Forráskút

Előjáróban meg kell jegyeznünk, hogy erről a területről igen kevés az adat és ezen kevés adat alapján nem lehet kvalitatív képet adni a területről, csupán bizonyos hasonlóságokat lehet megemlíteni. A Soxhlet bitumoid mennyisége és a mélység növekedése között a homokkövekben enyhén csökkenő, a pelitekben enyhén növekvő tendenciájú összefüggés mutatható ki. 3369—3375 m-nél ugrásszerűen megnő a bitumoidtartalom. Erre a magmintára minden vizsgált szerves geokémiai paraméterre vonatkozóan kiugróan magas értékek adódtak. Csak a homokköveket tekintve, a mélységgel az aszfalten-tartalom kissé nő, a C_{org} kissé csökken, míg a fluoreszcenciás bitumoid minősége könnyűnek bizonyult. A pelitekben az aszfalten tartalom, a Soxhlet bitumoid mennyisége, a β érték valamint a mélység között nem található összefüggés. A pelitek bitumoid tartalma olajos-gyantás, illetve gyantás a fluoreszcenciás bitumoid vizsgálat alapján. A C_{org} értékek 0,05 és 0,36% között változnak, a pelitekben jóval nagyobbak, mint a homokkövekben. Az aszfalten-tartalom kőzetfajtától függetlenül általában kicsi, a minták 80%-ánál $< 10\%$. Az extinkcióhányadosokat vizsgálva mélységösszefüggés nem mutatható ki. A minták $\frac{1}{3}$ -ad részénél az 1710 cm^{-1} -es abszorpciós maximum mellett megtalálható az $1720-40 \text{ cm}^{-1}$ közötti területen is egy maximum.

Az IR spektrumokat nézve a mintákban hosszú láncú alifás vegyületek (kristályos állapotban), valamint aromás alkotók egyaránt találhatóak. A minták felénél $1600-$ és 1720 cm^{-1} hullámszám közötti egybe függő, rész maximummal tagolt, széles sáv jelentkezik, mely a bitumoidok kevert voltára utal.

3.4. A szervesanyag átalakulási fok, típusa

LŐRINCZ H. a szervesanyag átalakulási fokát a CORREIA (1969) módszer szerint meghatározott konzervációs indexszel jellemezte. Eredményeit a 9.a, b. ábrákon tüntettük fel.

Dorozsmán $1,3-3,2 \text{ km}$ között a konzervációs index $2,4$ -ről 3 (?) -ra, Üllésen $1,4-2,4 \text{ km}$ között $2,4$ (?) -ről $3,5$ -re nő. Az olajzóna felső határa (K. I. = $2,75$) Dorozsmán szerint kb. $2,5 \text{ km}$ -ben, Üllésen kb. 2 km -ben húzható meg, mindkét területen az alsópannóniai formáció alján. A középsómiocén már mindenütt elérte az olajzónát. Üllésen a szervesanyag átalakulása a mélységgel gyorsabban növekszik, mint Dorozsmán. Az IHAROSNÉ LACZÓ I. által meghatározott vitrint R^o értékei Dorozsmán 3096 m -ben $0,80\%$.

Üllésen 2107 m -ben $0,51\%$ jól összhangban vannak mindezzel.

LŐRINCZ H. szerint Dorozsmán a palinológiai koncentrátumok a homokkövek szervesanyagát a pelitekénél huminitesebbnek mutatják. A másik két területen ilyen különbség nem ismerhető fel.

4. Értelmezés

Az értelmezéshez röviden összefoglalhatjuk a CH-k termikus keletkezésére és migrációjára általánosan elfogadott elméletet:

Pelites kőzetben az olajzónán való áthaladás során viszonylag jelentős mennyiségű folyékony CH keletkezik. Ha ezalatt a pelitekből a szomszédos tárolókőzetbe a keletkezéskor jóval kevesebb CH vándorol át, akkor a pelit

Üllési kőzetminták
 Organic geochemical data

Mélység köz m	Föld- tani kor	Kőzet	Old. mar. %	C _{org} %	Fluoreszcenciás bitumoid		Soxhlet bitumoid	β
					minőség	%		
1952,5–1954,5	Pl ₁	aleurit-márga	73	0,35	könnyű	0,24	0,075	0,18
1249–1255	Pl ₂	homok			könnyű	0,12		
1647–1751	Pl ₁	homokkő	69		könnyű	0,16		
1574–1578	Pl ₁	homokkő	62	0,27	könnyű	0,16	0,065	0,2
1704–1708	Pl ₁	homokkő	65	0,29	könnyű	0,1	0,051	0,15
1704–1708	Pl ₁	aleurit-márga	70	0,31	könnyű	0,16	0,056	0,16
1136–1161	Pl ₂	homok	29	0,08	könnyű	0,02	1,6	1,17
2162,5–2164,5	Pl ₁	mész-márga	70		olajos	0,14	0,074	
2269–2273	M ₂	homokkő		0,32	gyantás-olajos	0,1	0,053	0,15
1018–1022	Pl ₁	homokkő	71		gyantás-olajos	0,015		
1598–1604	Pl ₁	homokkő	67	0,13	könnyű	0,12	0,032	0,2
1255–1258	Pl ₂	márga	51	0,07	könnyű	0,07	0,045	0,42
1765–1770	Pl ₁	homokkő és aleuritmárga	71	0,41	gyantás-olajos	0,12	0,044	0,1
2401–2404	M ₂	aleuritmárga	64	0,34	gyantás-olajos	0,12	0,063	0,16
1025–1031	Pl ₂	aleuritmárga	68	0,13	gyantás-olajos	0,04	0,02	0,14
1666–1670	Pl ₁	aleuritmárga	65	0,25	könnyű	0,16	0,05	0,17
2106–2108	M ₂	mész-márga	40	0,14	könnyű	0,14	0,07	0,36
2106–2108	M ₂	márga	44	0,13	könnyű	0,16	0,063	0,55
2200–2208	M ₂	homokkő		0,2	könnyű	0,16	0,14	0,45
2200–2208	M ₂	brecsa			könnyű	0,12		
2196–2202	M ₂	aleuroit	83	0,33	gyantás-olajos	0,14	0,065	0,17
2295–2297	M ₂	brecsa			olajos	0,08		
2138–2144	M ₂	homokkő	83	0,11	könnyű	0,01	0,036	0,26
2138–2144	M ₂	homokkő			könnyű	0,02		
2226–2232	M ₂	brecsa	96		könnyű	nyom		
2226–2232	T ₁	dolomit		0,042	könnyű	0,16	0,044	0,57
2267–2271	T ₂	dolomit	3	0,04	könnyű	0,08	0,018	0,33

 Forrásküti kőzetminták
 Organic geochemical data of rock

Mélység köz m	Föld- tani kor	Kőzet	Old. mar. %	C _{org} %	Fluoreszcenciás bitumoid		Soxhlet bitumoid	β
					minőség	%		
823–829	Pl ₂	homokkő		0,09	könnyű	0,07	0,05	0,58
1653–1659	Pl ₂	aleuritmárga	75		gyantás	0,01		
2387–2393	Pl ₁	márga	60		gyantás	0,0075		
3369,8–3375	M ₂	agyagósmész-kő	19	0,28	olajos	0,32	0,3	0,58
2668–2677,5	M ₂	dolomitmárga	24	0,11	gyantás-olajos	0,08	0,027	0,2
2668–2677,5	M ₂	aleuritmárga	73		gyantás	0,04	0,033	
2680–2686,5	M ₂	brecsa			könnyű	0,16		
2935–2936	T ₂	dolomit-kvarcit	49		könnyű	0,14	0,044	
1927–1933	Pl ₂	homokkő	63	0,12	olajos-gyantás	0,035	0,034	0,23
2909–2915	Pl ₁	homokkő		0,073	könnyű	0,14	0,044	0,4
2909–2915	Pl ₁	agyagmárga	78	0,36	olajos	0,1	0,045	0,44
3115–3121	M ₂	brecsa			könnyű	nyom		
3187–3191	T ₂	dolomit	2	0,05	könnyű	0,24	0,077	0,69

bitumoidja CH-ban egyre gazdagabb, gyanta és aszfalten komponensekben egyre szegényebb lesz és nő a bitumoid részaránya a szervesanyagban. Jelenlétős vándorlás esetén a tárolóközet bitumoidja CH-ban erősen feldúsul, a bitumoid részaránya a tárolóközet szervesanyagában igen erősen megnő, miközben a pelitben a bitumoid CH-dúsulása gyenge, esetleg éppen elszegényedés mutatkozik és részaránya a pelit szervesanyagában alig nő, esetleg csökken is.

Mindezek szerint a CH-keletkezés és vándorlás kérdéseit a bitumoid egyes paramétereinek mélység és kőzettani jellegek szerinti változása alapján tisztázni lehet.

Az értelmezést két módszerrel, a bitumoidgeokémiai adatok statisztikus értékelésével (NERZSÉK, 1969; TÓTH–KÓKAI 1973), illetve a földtani adatokkal együttes értékeléssel kíséreljük meg.

szervesgeokémiai adatai
of rock samples from Üllés

II. ábrázat – Table II.

Csoport összetétel %				Extinkció arányok					
Telített CH	Aromás CH	Gyanta	Aszfaltén	$\frac{E_{720}}{E_{750}}$	$\frac{E_{720}}{E_{870}}$	$\frac{E_{1380}}{E_{1470}}$	$\frac{E_{1710}}{E_{1470}}$	$\frac{E_{1710}}{E_{1470}}$	$\frac{E_{1710-10}}{E_{1470}}$
51	10	12	6	—	—	0,52	0,21	0,37	0,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	9	—	—	0,55	0,19	0,34	0,37
—	—	—	22	0,86	0,69	0,55	0,38	0,72	1,11
41	14	17	12	1,65	—	0,47	0,11	0,25	0,28
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	39	0,76	—	1,09	0,41	0,55	—
—	—	—	23	0,93	—	0,49	0,37	0,68	0,57
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	11	1,19	—	0,5	0,05	0,2	0,45
—	—	—	8	—	—	0,47	0,08	—	0,27
—	—	—	12	0,84	—	0,58	0,41	0,62	0,63
58	13	13	10	—	—	0,53	0,32	0,41	—
—	—	—	8	1,13	—	0,57	0,34	0,64	1,01
53	12	19	8	1,39	—	0,52	0,23	0,37	0,45
—	—	—	9	—	—	0,48	0,06	0,14	0,19
—	—	—	9	1,68	—	0,48	0,1	0,32	0,41
61	10	22	6	—	—	0,22	—	0,27	0,42
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	9	1,4	—	0,53	0,3	0,42	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	7	—	—	0,45	0,06	0,12	0,22
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	8	—	—	0,43	—	0,15	—
40	16	11	6	—	—	43	0,41	0,39	—

szervesgeokémiai adatai
samples from Forráskút

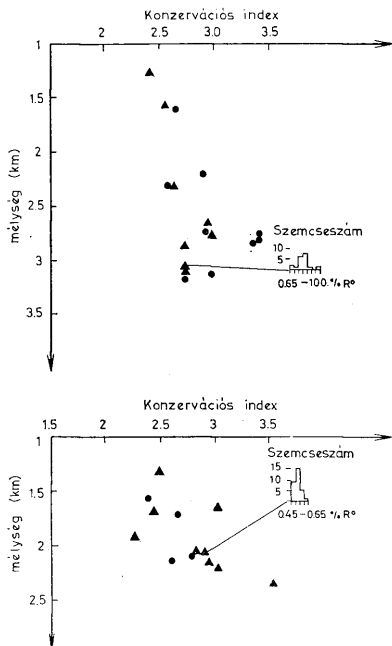
III. táblázat – Table III.

Csoport összetétel %				Extinkció arányok					
Telített CH	Aromás CH	Gyanta	Aszfaltén	$\frac{E_{720}}{E_{750}}$	$\frac{E_{720}}{E_{870}}$	$\frac{E_{1380}}{E_{1470}}$	$\frac{E_{1710}}{E_{1470}}$	$\frac{E_{1710}}{E_{1470}}$	$\frac{E_{1710-10}}{E_{1470}}$
63	10	16	3	—	—	0,4	0,1	0,19	—
—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
—	—	—	6	—	—	0,38	0,09	0,17	—
48	18	25	6	1	—	0,42	0,13	0,4	0,47
—	—	—	—	—	—	0,47	0,2	0,42	—
55	13	23	7	1,83	—	0,36	0,17	0,42	0,42
—	—	—	6	—	—	0,51	0,11	0,19	0,27
—	—	—	12	—	—	0,53	0,24	0,44	—
—	—	—	21	1,24	—	0,35	0,45	0,53	—
76	10	10	4	—	—	0,35	0,11	0,15	0,17

4.1. Statisztikus értékelés

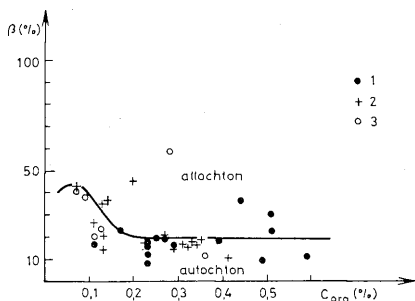
NERUCSEV (1969) és TÓTH, KÓKAI (1973) eljárását használva az általunk vizsgált bitumoid mintákat két csoportra választottuk szét. Az elválasztást a $C_{org}\text{-}\beta$, illetve C_{org} -bitumoid Soxhlet grafikonokon végeztük el (9. és 10. ábra). A kapott két csoportot az említett szerzők autochton és allochton bitumoidnak tartják. Ha ugyanezeket a mintákat egy $\beta - \frac{E_{1710}}{E_{1470}}$ koordináta rendszerben

ábrázoljuk (11. ábra), a két csoportot az $\frac{E_{1710}}{E_{1470}} = 0,4$ vonal választja szét.



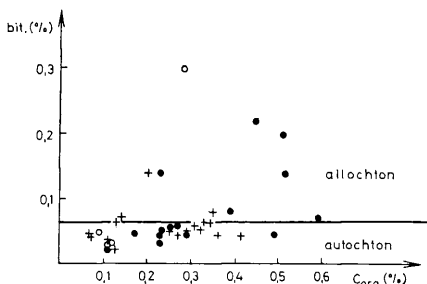
9. ábra. A konzervációs index mélység szerinti változása Dorozsmán (a) és Üllésen (b). Jelmagyarázat a totál 2. ábránál

Fig. 9. State of preservation versus depth at Dorozsma (a) and Üllés (b). For the legend, see Fig. 2



10. ábra. A C_{org} mennyisége és a β közötti kapcsolat. Jelmagyarázat: 1. Dorozsma, 2. Üllés, 3. Forráskút

Fig. 10. Relationship between C_{org} value and β . Legend: 1. Dorozsma, 2. Üllés, 3. Forráskút



11. ábra. A C_{org} és a Soxhlet-bitumoid mennyiségei közötti kapcsolatot. Jelmagyarázatot lásd a 10. ábránál

Fig. 11. Relationship between C_{org} and Soxhlet-bitumen. For the legend, see Fig. 10.

Dorozsmán a vizsgált bitumoid mintákból 7 (5 pelitből, 2 homokkőből) bizonyult allochtonnak, 9 pedig (7 homokkőből, 2 pelitből) — autochtonnak.

Üllésen a homokkőből kivont bitumoid többnyire allochton jellegű, a pelitek bitumoidjai egyenlően oszlanak meg a két csoport között.

Forráskúton a homokkővek bitumoidjainak többsége allochton, a peliteké nagyobb részt autochtonnak bizonyult.

Mindezek szerint Dorozsmán a pelitekben migráció történt, vagy történik, míg a homokkőveket ez kevésbé érintette, Üllésen homokkővekben migráció történt vagy történik, ami a peliteket is érintette. Forráskúton e migráció jellege az előbbi két terület közötti. Ez a következtetés, legalábbis Dorozsmán ellentmondásos. Véleményünk szerint a használt statisztikus módszerrel szétválasztott bitumoidcsoportok ugyan egységesek, de nem allochton, illetve autochton, hanem sok CH-ből és kevés gyantás alkotórészből, illetve kevés CH-ből és sok gyantás-aszfalténes alkotórészből álló bitumoidot tartalmaznak. Erre utal a csoportösszetétel, az IR jelleg és a fluoreszcenciás minőség egyaránt.

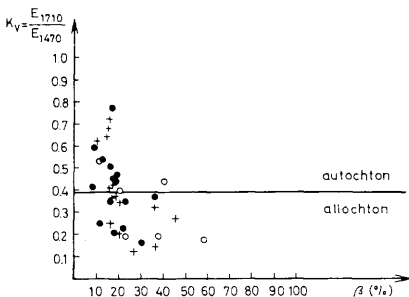
4.2. Értékelés a földtani adatokkal együtt

A bitumoidgeokémiai és a szórt szervesanyagra vonatkozó egyéb adatokat a földtani (közettani jelek, kor, mélység, közet hőmérséklet stb.) adatokkal összevetve, a vizsgált területeken jobban megvilágítható a CH-képződés és migráció.

A következőkben röviden ismertetjük a réteghőmérséklet, a folyadéknyomás, a tömörödöttség, az olaj- és gázminőségre vonatkozó, a kútkönyvekben talált adatokat.

4.2.1. A szénhidrogénföldtani adatok áttekintése: Réteghőmérséklet (11. ábra)

Dorozsmán 2 kapacitásmérésből nyert adat alapján a geotermikus gradiens $5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, 10 talphőmérséklet-adat szerint $4-5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ közötti. Ismeretes, hogy az utóbbi adatok a valóságosnál $10-15\%$ -kal általában kisebbek. Meg-



12. ábra. A β és a 1710-es illetve 1470-es hullámszámnál mért extinkciók hányadosa közötti kapcsolatot. Jellegzetes ábrát lásd a 10. ábránál

Fig. 12. Relationship between β and the ratio of the extinction coefficients at 1710 and 1470 wave numbers. For the legend, see Fig. 10

jegyezzük, hogy csak a kb. ÉNY–DK csapású nagy vetőtől ÉK-re levő területéről vannak hőmérsékleti adatok.

Forráskútról nincs adat.

Üllésen egyetlen kapacitásmérési adat szerint 1150 m-ig a geotermikus grádiens $5,4^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, a talphőmérsékletből nyert érték megfelelően kisebb, 1,8–2,3 km között sok talphőmérsékleti adatot találtunk, a legmegbízhatóbbak alapján a geotermikus grádiens $6,4^{\circ}\text{C}/100$. A várható hibát figyelembe véve erre a szakaszra $7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ -t becsülünk. 1,15–1,8 km közöttre $6,2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ -t interpolálunk.

Míndezek alapján a következő hőmérsékleti képet valószínűsítjük:

Valószínű hőmérsékletek Dorozsmán és Üllésen
IV. táblázat – Table IV.

Mélység km	Dorozsma $^{\circ}\text{C}$	Üllés $^{\circ}\text{C}$
1	60	64
1,5	85	94
2	110	127
2,5	135	162
3	160	

Folyadéknyomás (12. ábra)

Dorozsmán az alsópannóniai szakasz tetején a hidrosztatikusnál valamivel kisebb nyomást észlelték (1630 m-n 149 atm, – 9% eltérés). A középsőmiocénben (2820, illetve 3050 m – 322, illetve 358 atm) a túlnyomás, 14, illetve 17%-os.

Üllésen 1060, illetve 1800 m-től 2 hidrosztatikus nyomást mutató adat van a pannóniai összletből. Az alsópannóniai legalján, illetve a középsőmiocénben:

2000 m 310 atm

2230 m 316 atm

55, illetve 42%-os túlnyomást észlelték.

Tömörödöttség

A viszonylag nagyszámú homokkő-porozitás adatot 200 m-es mélységközönként úgy átlagoltuk, hogy ezek a mélységközök 100–100 m-es átfedésben vannak 2 szomszédjukkal. Egy-egy pont az egy fúrásból származó adatok átlagát jelenti.

Dorozsmán 1,5–1,7 km-től 2,5–3 km-ig 25–30%-ról 6–10%-ra csökken a homokkő porozitása, a csökkenés mértéke 2,3–2,5 km-ig nő, majd csökken. Forráskúton a mélységfüggés – jóval kevesebb adat alapján – a dorozsmaihoz hasonló, de azonos mélységben 3–4%-kal nagyobb porozitásértékeket találunk. Üllésen a homokkő porozitása 1–1,2 km-től 2,3–2,5 km-ig 28,5–31%-ról 4–7%-ra csökken közel lineárisan.

A pelitek tárfogatsúlyát jobb összehasonlíthatóság kedvéért csak a < 40% számított CaCO_3 tartalmú mintákból elemeztük. A mélységközönkénti átlagolás az előzőekben leírtak szerint történt. Dorozsmán 1,4–1,6 km-től 2,7–2,9 km-ig a 1,8–2,1 g/cm^3 -ről 2,45–2,58 g/cm^3 -ig nőtt a térfogatsúly egyre csökkenő mértékben. A 3,3 km körüli néhány forráskúti adat jól egyezik a Dorozsmán ilyen mélységre extrapolálhatóval.

Üllésen 0,9–1,1 km-től 1,9–2,1 km-ig a térfogatsúly 2–2,06 g/cm^3 -ről 2,41–2,54 g/cm^3 -re nő, majd 2,2–2,4 km-ig enyhén csökken.

Olajminőség

A használatos paraméterek közül az atmoszférikus lepárlással 250–275 °C között nyert frakció fajsúlya áll rendelkezésre viszonylag sok mintából.

Dorozsmán a felsőpannóniai és a középsőmiocén tárolókból nyert olajok egyaránt paraffinbázisúak, a fajsúly szűk határok – 0,81–,0819 g/cm^3 – közötti.

Üllésen a felső-, alsópannóniai és középsőmiocén tárolókból nyert olajminták túlnyomó részében a fajsúly a 0,821 g/cm^3 értékhez közeli, a szélső értékek 0,802 és 0,826. Így a paraffin és intermedier bázisú csoportra való szétválasztásnak nincs genetikai tartalma. Két, felsőpannóniai tárolóból származó minta:

836–899,5 m	0,8652 g/cm^3
1001 m	0,8765 g/cm^3

igen nehéz, genetikailag nem lehet őket a többivei egy csoportba sorolni.

Gázminőség

Dorozsmán a C_2 – C_4 homológok és a metán térfogataránya a mély, középsőmiocén tárolókban 0,11–0,48 közötti, a sekélyebb pannóniai tárolókban 0,07–0,2.

Üllésen a sekély felsőpannóniai tárolókban a C_2 – C_4 /metán arány 0,01–0,37 közötti, a mély alsópannóniai, középsőmiocén, felsőtíriász tárolókban 0,07–0,2. Az egyetlen H_2S -tartalom adat 22,5 mg/m^3 .

5. Következtetések

Dorozsmán a mélységgel a pelitek bitumoidkoefficiense, a bitumoid könnyű komponens tartalma (petroléteres frakció) nő, a $K_A = \frac{E_{1610}}{E_{1470}}$ hányados, vala-

mint a bitumoid aszfalténtartalma pedig csökken. Ez a megállapítás a 2,3 km alatti mélységtartományra vonatkozik, kisebb mélységből alig vizsgáltunk kőzetmintákat. A 2,3 km alatti minták bituminológiai képe arról tanúskodik, hogy a pelitekben a növekvő mélységgel a bitumoid- és szénhidrogénképződés sebessége annyira nőtt (illetve nő), hogy a tárolókőzetekbe történt (illetve történő) elvándorlás sebességét meghaladta (illetve meghaladja).

A konzervációs index szerint kb. 2,5 km mélységben becsülhető az olajképződés zónájának teteje. Az itt várható 135 °C nem mond ennek ellent.

Ezzel összhangban van a bitumoidkoefficiens mélységgel való gyors növekedése is.

A palinológiai vizsgálat a pelitekben a homokköveknél szaporéleesebb szervesanyagot valószínűsített.

Ha az elsődleges migráció jelentős, a tárolókőzetekben fel kell hogy dúsuljon a bitumoid, összetétele pedig a könnyű alkotók nagyobb, az aszfalténes alkotók kisebb mennyiségét kell, hogy mutassa, mint a pelitek bitumoidjáé. Dorozmán ennek ellenkezőjét látjuk, a tároló kőzetek bitumoidja nehezebb, aszfalténeesebb általában, mint az azonos mélységben levő pelitéké. Itt tehát az elsődleges migráció nem jelentős, a tárolók bitumoidjának jellegét szervesanyaguknak a pelitékénél huminitesebb, aszfalténképzésre hajlamosabb szervesanyaga határozza meg főleg.

Ezzel összhangban van a középsőmiocén tárolókban feltárt kőolaj csekély mennyisége is, amely származhat az alsópannóniai-középsőmiocén pelitekből — amelyekben a szervesanyag mennyisége és fáciése erre lehetőséget ad — de ez egyelőre nem bizonyítható és nem is tagadható.

Üllésen a pelitekben nem ismerhető fel világosan a bitumoid és CH-keletkezés sebességének növekedése a mélységgel, noha 2 km alatt már az olajképződés zónájában vannak a kőzetek.

A vizsgált minták nagyobb részének bitumoidkoefficiense, illetve a bitumoid K_A és K_k hányadosa és aszfalténtartalma sem a mélységgel, sem a litológiával nem mutat összefüggést. A felsorolt paraméterek, valamint a fluoreszcenciás és IR spektrofotometriás vizsgálatok szerint a bitumoid átlagosan könnyebb jellegű a dorozsmai mintáknál.

Mindez arra utal, hogy Üllésen az 1,2–2,4 km közötti neogénbe jelentős mennyiségű bitumoid vándorolt be, amely „elfedi” a 2 km alatt várhatóan intenzív váló bitumoidkeletkezést. Mivel 2,4 km alatt már alig van anyakőzetnek tekinthető képződmény, valószínű, hogy a nagymennyiségű bitumoid a környező neogénből (és törmelékes mezozoikumból?) vándorolt (illetve vándorol?) be. A felsőpannóniai tárolókban feltárt kőolaj is zömében ebből és nem az üllési fúrásokkal harántolt alsópannóniai és középsőmiocén pelitekből származik.

Egy üllési felsőpannóniai homokmintából extrahált 1,6%-nyi, gyakorlatilag tiszta paraffinból álló bitumoid valószínűleg olajfelhalmozódásból visszamaradt anyag, a könnyebben oldható, kisebb molekulásúlyú alkotókat az áramló rétegvíz oldhatta ki.

Az üllési terület felsőpannóniai tárolóiból nyert 2 nehéz olajminta nagy valószínűséggel a könnyebb, főleg paraffin CH-k bakteriális lebontásával származtatható. Ez a jelenség szintén áramló rétegvizekre utal.

Forráskútról kevés az adat, s ezen kevés adat alapján hitelt érdemlően jellemezni a területet nem lehet. Csupán némi összehasonlítást tehetünk a már értékelt két területtel. A vizsgált szervesgeokémiai paramétereket tekintve,

mélységgel való határozott tendenciájú összefüggés nem található, a kőzet-fajtánkénti elkülönülés szintén nem jellemző, kivéve a fluoreszcenciás bitumoid minőségét, amely a peliteknél olajos, illetve olajos-gyantás, míg a homokkövekben könnyű. Az IR spektrumot elemezve a mintákra általában jellemző, hogy alifás és aromás alkotók egyaránt találhatók bennük.

A homokkő minták bitumoidjának többsége a statisztikus módszerrel allochtonnak, a pelitek nagyobb részéé autochtonnak bizonyult. De mindkét kőzet-típus bitumoidjának IR spektrumában található kristályos állapotú, hosszú láncú paraffinra jellemző csúcs, valamint bonyolult, kondenzált aromás vegyületekre jellemző sávrendszer. Tehát ha a területet összehasonlítjuk Dorozsmával és Ülléssel, akkor ezek közötti átmenetet képvisel. Bizonyos fokú migráció valószínűsíthető a pelitekből a homokkövekbe.

A dorozsmai és üllési területek közötti különbségek elemzéséből levonható következtetésekkel, illetve feltevésekkel zárjuk dolgozatunkat.

A környező neogénből (és törmelékes mezozoikumból?) való jelentős bitumoid- és CH-bevándorlás meglétét Üllésen és hiányát Dorozsmán nem tudjuk indokolni. Feltehető, hogy a környező medencerészekben kell az okot keresni. Az a tény, hogy a jobban tömörödött Üllésen nagyobb relatív túlnyomás van, mint a kevésbé tömörödött Dorozsmán, arra utal, hogy a túlnyomás legalábbis nem csupán a tömörödés elmaradásából származik. Valószínű, hogy a szénhidrogén akkumulálódása a középsőmiocén tárolóban kisebb mélységben és hőmérsékleten történt. A lesüllyedés és felmelegedés során (esetleges krakkolódás miatt is) keletkezett a relatív túlnyomás. Üllésen a gáztelep esetében ez a feltételezett felmelegedés várhatóan nagyobb nyomásnövekedést hozott létre, mint a dorozsmai olajtelepről. (Konstans térfogat mellett a gázok felmelegedés okozta nyomásnövekedése nagyobb, mint az olajoké.) A tömörödés elmaradásának a relatív túlnyomás kialakulásában játszott csekély szerepére utal az is, hogy a túlnyomás térbelileg szorosan kapcsolódik a szénhidrogéntelepekhez (13. ábra).

Minél nagyobb a tömörödés, annál lassúbb az üledékfelhalmozódás a 3 vizsgált területen. Ebből a megfigyelésből csak annyit szabad következtetni, hogy — amennyiben a gyorsabb üledékképződés a pelit/homok arány növekedését okozza — az üledékfelhalmozódás sebessége közvetett kapcsolatban állhat a tömörödés mértékével.

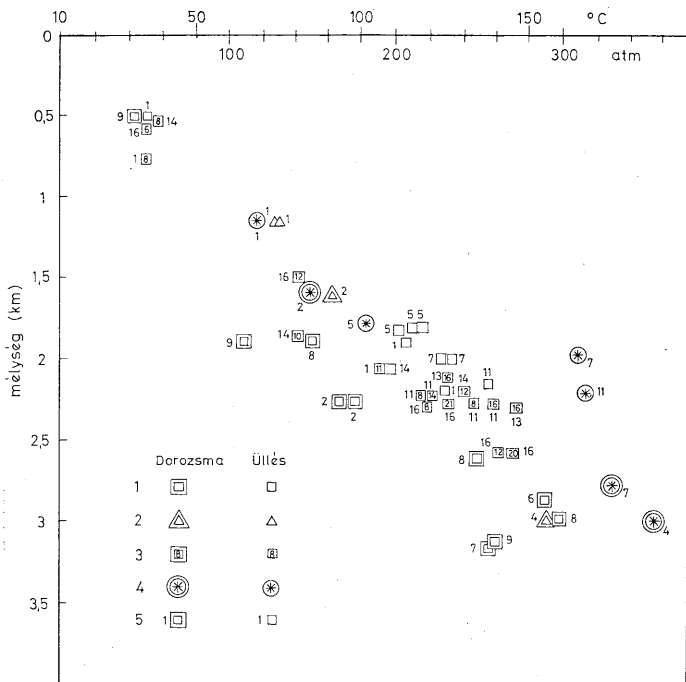
Felmerülhet a gondolat, hogy Üllésen jelentős lepusztulás ment végbe a negyedidőszak során, így a jelenlegi tömörödöttség egy hajdani nagyobb mélység tanúja.

Az üllési felsőpannóniaiban észlelt olajdegradációs, illetve vízzel való kiúgzási (water washing) jelenségek áramló rétegvizekre utalnak.

A középsőmiocén és a pannóniai képződmények között a szervesanyag átalakulási fokában, a tömörödöttségben és a vízkémiai jellegekben egyaránt fokozatos átmenetet találtunk Üllésen és Dorozsmán is. Ez természetesen nem indok az üledékképződés folyamatossága mellett, de azt bizonyítja, hogy a középsőmiocén rétegekben a katagenezist (vagy mély diagenezist) a pliocén és negyedidőszak során végbement süllyedés szabta meg, illetve szabja meg.

* * *

Köszönetünket fejezzük ki az Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztnek a szénhidrogénföldtani adatokért és azért, hogy hozzájárultak munkánk publikálásához.



13. ábra. Réteghőmérséklet és folyadéknyomás-adatok Dorozsmáról és Üllésről. Jelmagyarázat: 1. Talphőmérsékletmérés, 2. Kapacitásmérés, 3. Nyugalmi idő órában mérés előtt, 4. Nyomásadat, 5. Fúrás száma

Fig. 13. Formation temperature and fluid pressure data from Dorozsma and Üllés. Legend: 1. Bottom hole temperature, 2. Temperature measurement by well test, 3. Pause in mud circulation in hours before BHT measurement, 4. Pressure data, 5. Borehole number

Irodalom — References

- CORREIA, M. (1969): Contribution à la recherche des zones favorables à la genèse du pétrole par l'observation microscopique de la matière organique figurée. *Revue IEP* XXIV 12. 1417—1454.
- GLEBOVSKAJA, E. A. (1971): Primenenie infrakrasnoj szpektrofotometrii v neftjanoj geohimii. *Nedra*, Leningrad
- NERUCSEV, Sz. G. (1969): Neftproizvodjasiesie szvitii i migracija nefti. *Nedra*, Moszkva
- TÓTH, J.—KÓKAI, J. (1973): Hauxtaspekte der geochemischen Deutung von Kohlenwasserstoffspeichern. VII. *Geoch. Konf.* 235—249.
- VUCSEV, V. T. et al. (1973): Das Studium der Kohlenwasserstoff-Fractionen der Bituminoiden aus den nord-bulgarischen Sedimentgesteinen mit der Methode IR-Spektralanalyse VII. *Geoch. Konf.* 627—643.

Origin and migration of hydrocarbons in the southeastern Danube—Tisza Interfluve

A. Bruckner—Wein and I. Vető

The aim of the paper has been to elucidate the *spatial and time relations of hydrocarbon genesis and migration* in the Neogene complex near Dorozsma, Üllés and Forráskút, in the southern part of the Pannonian basin (Fig. 1). The authors analyzed a total of 54 samples, mainly clastic core samples from the Neogene, in order to determine the quantity of chloroform soluble Soxhlet-bitumen, the IR spectrum, the group composition, the character of fluorescence of cold chloroform soluble bitumen and the quantity of C_{org} (see Tables a, b, c). For characterization of maturity, H. LŐRINCZ's data concerning the thermal alteration of palynomorphs have been used.

In the first step the data are evaluated according to area, depth and petrographic features.

At Dorozsma, in the depth interval of 2.2 to 3.1 km, the bitumen content increases (Fig. 2.a) and it does so in a greater measure in the shales than in the sandstones. The

bitumen content, as referred to C_{org} , ($\beta = \frac{\text{bitumen}}{C_{org} + \text{bitumen}} \cdot 0,8 \cdot 100\%$), shows the same

picture (Fig. 3.a). The asphaltene content of bitumen in the shales decreases with depth (Fig. 4.a.). In sandstones such a relationship cannot be observed, but they contain more asphaltene. The quantity of C_{org} varies between 0.2 and 0.6%. As suggested by the colour of bitumen fluorescence, the ratio of hydrocarbons in the shales increases with depth, while the sandstones do not show a relationship of this kind (Fig. 8.a). The extinction coefficient ratio referring to the ratio of aromatic rings to the methylen groups decreases in the shales and increases in the sandstones with a depth (Fig. 7a).

At Üllés a very different picture is observed in the interval of 1 to 2.3 km. The bitumen content in the shales increases more slowly with depth and is much lower than at Dorozsma (Fig. 2.b).

The bitumen content referred to C_{org} does not show any correlation either with depth or the petrographic features, being in average greater than the bitumen content at greater depth at Dorozsma (Fig. 3.b). The asphaltene content of bitumen, again, does not show any correlation with depth, nor with the petrographic features, being in average lower than at Dorozsma (Fig. 4.b). The value of C_{org} is lower than at Dorozsma (Fig. 5.b). Judging by its fluorescence colour, the bitumen contains a great quantity of HC, its quality does not show any definite correlation either with depth or the petrographic features (Fig. 8.b).

The data available for the Forráskút area are too meagre to enable to study correlations of this kind.

On the basis of alteration of palynomorphs due to thermal effects *the maturity of organic matter* at Dorozsma and Üllés increases with depth (Fig. 9.a b). The upper boundary of the oil zone (state of preservation = 2.75) can be drawn at the base of the Lower Pannonian formation at 2.5 km at Dorozsma and about 2 km at Üllés. Rock temperature at these depths is about 135 °C and 127 °C, respectively, which correlates completely with the upper boundary of the oil zone in such young formations.

The two R^o data for vitrinite are also in full agreement with this.

(Dorozsma	3096 m	0.80%
Üllés	2107 m	0.51%

Two different ways have been used for clarification of the *migration* conditions. In a statistic approach (NERUCHEV 1969, TÓTH and KÓKAI 1973) the samples have been evaluated,

by using the C_{org} versus bitumen and $C_{org} - \frac{\text{bitumen}}{C_{org} + \text{bit.}} \cdot 0,8$ coordinate systems (Figs. 10, 11). The populations distinguished are considered to represent autochthonous and allochthonous bitumens. A similar distinction is enabled by graphic representation of the samples in the $\frac{\text{bitumen}}{C_{org}} - \frac{E_{1710}}{E_{1470}}$ coordinate system (Fig. 12).

Bitumen thus qualified allochthonous at Dorozsma is contained mainly in shaly rocks, while autochthonous bitumen is contained in sandstones. At Üllés the bitumen of sand-

stones belongs, for the most part, to the allochthonous population, that of the shales is shared uniformly by the two populations. This picture is still rather improbable, at least it is at Dorozsma so. According to the authors, one can distinguish this way between HC-rich and HC-poor bitumens, but a different approach is needed for clarification of the migration pattern. A basis for a *geological approach* is provided by comparing the bitumen contained in shales and sandstones at the same depth. At *Dorozsma*, the absolute and relative bitumen content of shales are increasing with depth, the decreasing asphaltene content of bitumen and its increasing HC content prove, in harmony with the maturity of the kerogen, an intense oil genesis. At the same time, the lower absolute and relative bitumen content of sandstones, and the heavier, asphaltene-rich nature of their bitumen are suggestive of a poor primary migration. Not contradictory to this suggestion is the small oil reservoir discovered beneath 3 km depth. At *Üllés*, however, the absolute and relative bitumen content in the 1 to 2.4 km depth range is largely independent of the depth and the lithological features, though the maturity of the kerogen beneath 2 km already indicates the start of oil genesis. At the same time the bitumen over the whole depth range studied is light, HC-rich. All this suggests that the largescale migration that affected the examined rock mass from the outside has concealed the local oil genesis. This is enhanced by the relatively low C_{org} content and maybe the unfavourable type of the kerogen as well. The large-scale migration from the outside is evidenced also by the considerable wet gas pool discovered in pre-Neogene reservoir rocks.