

# A várkeszői bentonittípus technológiai tulajdonságai

A laboratóriumi vizsgálatok szerint a Várkesző Vkt—1 fúrás által felszínre hozott anyag — különösen a felsőbb szintet képviselő 1. sz. minta anyaga — értékes ipari nyersanyag, bentonit. Fő agyagásványa beidellit, az alsóbb szinteken beidellit és montmorillonit, tartalmaz továbbá illitet is. Sok adszorbeált szerves anyagot tartalmaz.

Indokolt — az anyag kitermelése esetén — a nagyobb készletek bányánál való *homogenizálása* és a termelés rendszeres *minőségellenőrzése*.

Különösen az „1. minta” által képviselt nyersanyag esetében, az előfordulás anyagának ipari felhasználására a következő területeken lehet számítani:

1. Mélyfúrású bentonitként — nedves aktiválás után.
2. Öntődei bentonitként száraz előkészítés után, esetleg adalékok bekeverésével. Nedves és száraz formázáshoz egyaránt szóba jöhet.
3. Derítőföld gyártásra.

A Magyar Állami Földtani Intézet által 1975—76-ban dr. Jámbor Áron irányításával folytatott várkeszői kutatások során a Vkt—1. sz. fúrás jelentős készletet ígérő, bentonitos megjelenésű kőzetet érintett.

E réteg szemmel láthatólag homogén bentonit, melynek jelentős ipari értéke, valamint a telep nem nagy mélysége indokolta, hogy — bár a kutatás célja nem bentonitelőfordulás keresése volt — a felszínre került agyag részletesebb technológiai vizsgálatra kerüljön.

A vizsgálatok célja elsősorban a bentonittípusnak, illetve az esetleg elkülöníthető típusoknak a megállapítása és jellemzése, valamint az előkészítési és felhasználási technológia lehetőségeinek feltárása volt, a perspektivikus földtani kutatások során szokásos vizsgálati módszerekkel és részletességgel.

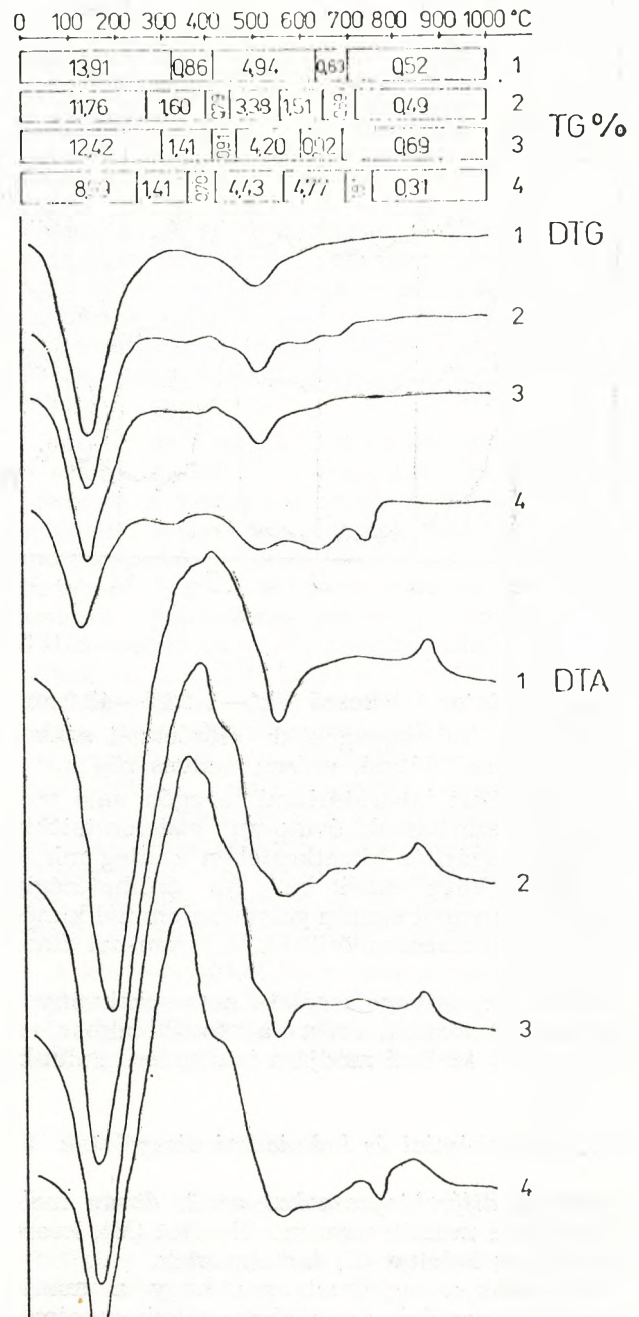
A vizsgálatok során egy új, Magyarországon eddig nem termelt (és ismert) bentonittípust ismertünk meg, a megszokottól eltérő kolloidkémiai és technológiai tulajdonságokkal.

Speciális minősége miatt az ilyen bentonit ipari felhasználására még sor kerülhet.

## 1. Mintaanyag, mintaelőkészítés

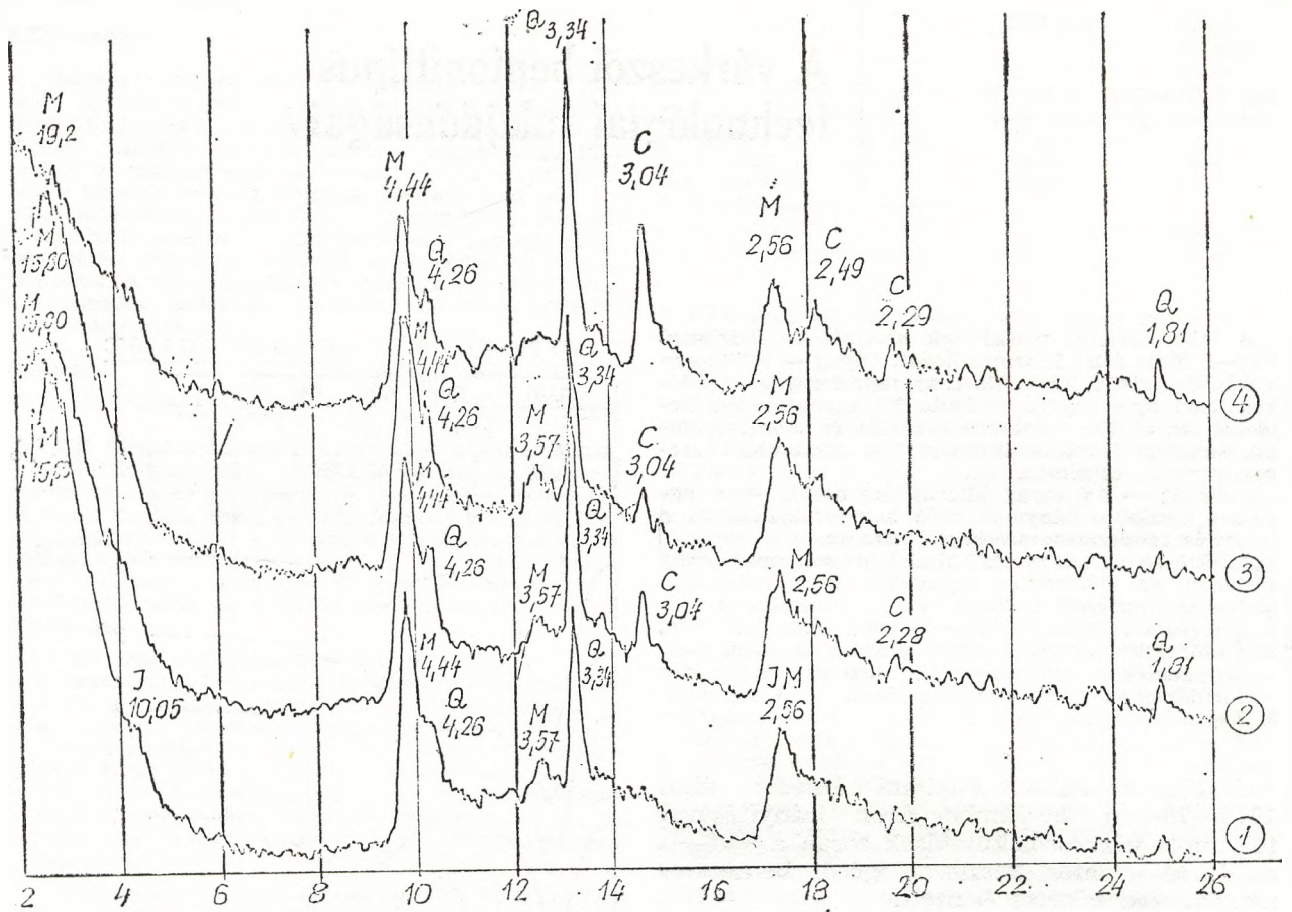
A MÁFI-tól kapott, néhány kg tömegű minták jelzései:

1. sz. minta: Várkesző Vkt—1 1,5—11,0 m  
Zöldes szürke színű, erősen nedves, agyagos, képlékeny rögök.
2. sz. minta: Várkesző Vkt—1 11,0—13,0 m  
Előbbinél szürkébb, felületileg grafitiszürke színeződésű, képlékeny rögök.



1. ábra

3. sz. minta: Várkesző Vkt—1 13,0—24,0 m  
Grafitiszürke, kevésbé képlékeny, mésszel szennyezett rögök.



2. ábra

4. sz. minta: Várkesző Vkt—1 28,5—43,0 m

Zöldes színű, agyagos, de előzőeknél sokkal soványabbnak látszó, erősen nedves rögök.

A mintákat laboratóriumi levegőn való természetes szárítással, óvatosan víztelenítettük, nehogy a szárítás következtében esetleg minőségromlás következzen be. Az örölhetőségig szárított anyagot ezután golyósmalommal kiméletesen, szakaszosan öröltük, 0,1 mm-nél finomabbra.

Mivel az anyagvizsgálat nem szabványos módszerrel történt, ezért a továbbiakban a vizsgálatok kiviteli módjára is röviden utalunk.

## 2. Szilikátkémiai és kolloidikai vizsgálatok

2.a) A diffraktogramokat az 2. ábrán melékeljük; a minták montmorillonitot (M), kvarcot (Q), és kalcitot (C) tartalmaztak.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a montmorillonit vonalai (a görbék maximumainak alakja) némileg eltérő a különböző mintákban, egyes esetekben — főleg a 2. és 3. anyagban — kétféle montmorillonit szerkezet is valószínűsíthető. A 4. sz. mintában illit vonalak (I) is megjelentek.

2.b) A bentonit minták derivatogramjai az 1.

sz. ábrán láthatók. A felvételek alapján montmorillonoid ásványokon kívül karbonátok és szerves anyag jelenléte állapítható meg. A DTA-görbék első nagy endoterm „zsákja” Ca-bentonitokra jellemző, az éles maximum pedig szerves-anyag jelenlétét indikálja.

2.c) A kationcsera, vízgőzadszorpciós fajlagos felület, az oxigénfogyás és a szervesanyag-tartalom vizsgálatok eredményeit az I. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgálatokhoz az alábbi megjegyzéseket fűzzük:

Főleg az 1. sz. mintánál nagyfokú telítetlenséget találtunk (a T-érték sokkal nagyobb, mint a lecserélt kationok összege). Nem sikerült megállapítani, hogy ez a telítetlenség valószínűleg-e, vagy pedig onnan adódik, hogy a csereképes pozíciók egy részét esetleg hidrogén, vagy más, általunk nem vizsgált kation tölti-e be. Technológiai szempontból ennek a kérdésnek nincs túl nagy jelentősége.

A fajlagos felületet a vízgőzadszorpciós izotermákra alkalmazott BET-egyenlet segítségével állapítottuk meg. Mivel tapasztalatunk szerint a montmorillonitok „BET-felülete” a valóditól eltér (kisebb, azért, mert nem tud teljes adszorpciós monomolekuláris réteg kialakulni a hármastegek között), ezért az adszorpciós telítettségéből kiszámítottuk a — valódinál min-

A minták felületi tulajdonságainak jellemzői

	Minták			
	1.	2.	3.	4.
Kationcsere kapacitás				
T-érték (me/100g)	72	67	66	49
Cserélhető Ca <sup>2+</sup> „	25	51	44	42
„ Na+ „	13	7	5	2
„ K+ „	12	5	4	3
„ Mg <sup>2+</sup> „	—	—	—	—
„BET”-fajl. felület (m <sup>2</sup> /g)	258	152	242	156
„Teljes felület” (m <sup>2</sup> /g)	362	240	354	262
Oxigénfogyás %	0,6	1,5	1,2	1,2
Szerves anyag % (TG-ből)	0,3	0,8	0,9	0,7
Kolloidfrakció %				
A kolloidfrakció kémiai összetétele	73	51	55	46
SiO <sub>2</sub>	42,56	43,51	44,36	42,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,31	16,48	17,17	16,32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,39	9,49	10,06	10,06
CaO	4,76	3,77	2,97	3,54
MgO	1,10	1,88	2,13	2,55
TiO <sub>2</sub>	1,99	2,12	2,46	1,87
K <sub>2</sub> O	0,54	0,60	0,38	nem mértük
Na <sub>2</sub> O	0,44	0,45	0,31	„
nedvesség oldható Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,27	1,31	1,47	2,10
A kolloidfrakcióra számított T-érték me/100g	0,98	1,31	1,20	1,06
Rel. permittivitás (1kHz frekvencián)	3,7	3,9	3,7	4,0

den bizonyosan kissé nagyobb — „teljes felület” is. A minták egymás közötti különbsége elsősorban a különböző agyagásvány-tartalmakkal hozható összefüggésbe.

2.d) A titrálással mért *oxigénfogyás* és a TG-görbékéből megállapítható *szervesanyag-tartalom* a hazai termelt bentonitok között kimagaslóan nagy.

2.e) A *kolloid frakciót* szódával melegen pepitizált bentonitokból centrifugával végzett dekantálás, majd dialízis tisztítás után állítottuk elő. A táblázatban feltüntetettük a frakció mennyiségét és kémiai összetételét.

Feltüntetettük a 0,1 n HCl-ben *oldható* Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mennyiségét is, mely elsősorban az agyagásványokkal együtt megjelenő szubmikroszkópos szemcséjű limonit mennyiségére jellemző.

Számításokat végeztünk a kolloid rész *kristálykémiai* felépítésére vonatkozólag is; abból a feltételezésből kiindulva, hogy e frakcióban csak hármas rétegű agyagásványok vannak (amit egyébként röntgenanalitikai úton is ellenőriztünk). A számítás bázisa az I. táblázatban megadott kationcsere és a kémiai összetétel volt.

Mint a II. sz. táblázatban közölt adatokból kitűnik, az 1. sz. minta szinte ideális *vas-beidellit*nek tekinthető: oktaéderes rétegében a kationpozíciók száma megközelítőleg 4, a Si: (Al+Fe) arány majdnem pontosan 3:2, a vas

Elemi cella

	Minták			
	1.	2.	3.	4.
Tetraéderes pozícióban:				
Si <sup>4+</sup>	7,05	7,15	7,05	7,12
Al <sup>3+</sup>	0,95	0,85	0,95	0,88
Oktaéderes pozícióban:				
Al <sup>3+</sup>	2,49	2,33	2,27	2,34
Fe <sup>3+</sup>	1,23	1,09	1,16	1,04
Mg <sup>2+</sup>	0,27	0,46	0,51	0,63
Cserélhető:				
Ca <sup>2+</sup>	0,13	0,25	0,21	0,22
Na+	0,01	0,07	0,04	0,02
K+	0,01	0,05	0,04	0,06
Inaktív:				
Ti <sup>4+</sup>	0,25	0,26	0,29	0,23
Si: (Al+Fe)	1,51	1,67	1,61	1,67
Oktaéderes gation	3,99	3,88	3,94	4,01

beépülése pedig igen magas. A többi mintánál már ezek az arányok némileg megváltoztak, amit annak tulajdonítunk, hogy ezekben a mintákban a kolloid frakció a beidellit mellett montmorillonitot is tartalmaz, mechanikai keverék, vagy kevert szerkezetű ásvány formájában.

Az 1. sz. minta nagyfokú telítetlensége e számításokból is kitűnt. További problémát jelentett a viszonylag nagy mennyiségű *titan* jelenléte, melyet kénytelenek voltunk a montmorillonoidok összetételéhez számítani, anélkül azonban, hogy e kationok tényleges elhelyezkedését (oktaéderes pozíció?) értelmeznénk. Táblázatunkban a Ti ionokat „Inaktív” jellel láttuk el. A kolloid frakció *T-értéke* viszonylag alacsony, és az egyes minták között ezen a téren is némi eltérés mutatkozik. A beidellitnek (és természetesen az illitnek) kisebb, a montmorillonitnak pedig nagyobb cellatöltése van, ami összefüggésben van azzal, hogy előbbiben az oktaéderes rétegbe épült Fe<sup>3+</sup>-ionok a rács töltésszámát nem emelik, míg a montmorillonitban a beépült Mg<sup>+</sup>-ionok nagyobb töltésű hármasréteg kialakulásával járnak együtt.

A kis T-értékkel függ össze a montmorillonitokhoz képest a kolloid frakciók igen alacsony relatív *permittivitása* (DK). A *szerves anyag* a kolloid frakcióban koncentráldik.

### 3. Reológiai vizsgálatok

A vizes bentonszuszpenziók viszkozitásának mérését azzal a céllal végeztük el, hogy segítségével megállapítsuk az optimális bentonit-előkészítési technológia elvi alapjait, ugyanakkor pedig felvilágosítást kapjunk a bentonit mélyfúrási és vízépítési felhasználásának lehetőségéről is.

A vizsgálatokhoz rotációs viszkozimétert használtunk, minden esetben felvettük a teljes szerkezeti viszkozitás (D—τ) görbét. A görbék

alapján kétféle jellemző értéket állapítottunk meg:

- a bentonitsuszpenziók folyási határát ( $\tau_f$ ), mely bizonyos fokig az agyag plaszticitására, illetve a részecskék közötti erőhatások nagyságára jellemző;
- a végtelen nyíróerőhöz, tehát teljes leépüléshez tartozó viszkozitást ( $\eta_\infty$ ).

A szuszpenziókat úgy készítettük, hogy a viszkozitásmérést megelőző napon az összemért szuszpenziót 1 órán át rázógépből ráztuk, majd éjszakán át pihentettük, ezután — közvetlen viszkozitásmérés előtt — ismét 1 órán át ráztuk.

A vizsgálatok eredményeit a III. táblázatban foglaltuk össze.

**Reológiai vizsgálatok**

III. táblázat

	1. minta		2. minta		3. minta		4. minta	
	$\tau_f(N)$	$\eta_\infty (Pa.s)$	$\tau_f(N)$	$\eta_\infty (Pa.s)$	$\tau_f(N)$	$\eta_\infty (Pa.s)$	$\tau_f(N)$	$\eta_\infty (Pa.s)$
Száraz aktiválás								
0 % szódával	$4,6 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-3}$	$0 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$0 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^{-3}$	$0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-3}$
2 % szódával	2,0	2,4	0	1,8	1,0	1,7	0	1,4
4 % szódával	12,5	2,9	25	2,2	5,0	2,3	0,9	1,7
5 % szódával	13,0	3,0	3,0	1,6	2,0	2,4	2,0	1,6
6 % szódával	19,0	3,0	2,5	2,6	8,0	2,7	3,0	1,9
8 % szódával	23,0	2,6	4,5	2,6	3,4	3,2	2,0	2,1
Nedves aktivál.								
5 % szódával	43	5,6	6	2,2	0	2,8	0	1,2
Kül. konc. szuszpenziók								
szóda nélkül								
2 %	0	1	—	1,00	—	1,1	—	1,0
4 %	1,7	1	—	1,00	—	1,1	—	1,0
6 %	4,5	1,6	—	1,6	—	1,3	—	1,0
8 %	1,5	1,3	—	1,6	—	1,5	—	1,1
szódával								
2 %	—	1,3	—	1,2	—	1,3	—	1,0
4 %	1,0	2,2	—	1,6	1,0	1,6	0,5	1,0
6 %	10,0	2,9	0,5	2,3	2,4	2,4	1,8	1,6
8 %	23,0	3,6	4,2	2,8	3,0	3,5	—	1,6
Különböző hőkezelése								
(szódával)								
25 °C	11	3,0	1,8	2,2	2,4	2,4	1,7	1,6
100 „	7	2,63	0,4	1,9	0,4	3,0	1,0	1,0
200 „	1	1,9	—	1,6	—	1,8	1,0	1,0
300 „	—	1,4	—	1,2	—	1,3	—	1,0
Szuszenziók hőkezelése								
(szódával)								
eredeti	13	3	3	1,6	2,0	2,4	2,0	1,6
hőkezelt	58	5,5	8	3,5	8,0	4,6	0	2,0
Szuszenziók pihentetése								
(szódával)								
eredeti	13	3	3	1,6	2,0	2,4	2,0	1,6
1 nap	—	43,3	—	—20	—	—6,6	—	—
%-os növelés:								
1 hét	—	106,6	—	—6,6	—	23,3	—	—
2 hét	—	130	—	0	—	36,6	—	—
3 hét	—	143,3	—	6,6	—	36,6	—	—
4 hét	—	163,3	—	13,3	—	50	—	—
5 hét	—	170	—	13,3	—	50	—	—
Nyíróerővel kezelt								
szuszpenzió								
eredeti	13	3	3	1,6	2,0	2,4	2,0	1,6
kezelt	15	34	0	3,2	4,0	2,5	0	1,7
—10 $\mu m$ -es szuszpenzió								
(szódával)		16		1,6		2,2		1,2

**3.a) Szódaoptimum megállapítása száraz aktivitással**

A száraz bentonitörleményekhez dörzsmozsárban különböző mennyiségű szódat kevertünk, majd 6%-os szuszpenziót készítve, mértük a viszkozitást.

A mérésadatok összesítését tartalmazó táblázatban feltüntetett adatok szerint valamennyi minta viszkozitása igen alacsony. Az 1. sz. minta szódaoptimuma 6%, az összes többi mintáé pedig 5% körüli. A vizsgálatok egyszerűsítése érdekében a továbbiakban valamennyi minta szódaoptimumát 5%-nak tekintettük. Az igen kis viszkozitás-értékek részint az elemi cella kis polaritásának, részint a szmektit ásványok-

ra adszorbeáló szerves anyagoknak tulajdoníthatók.

**3.b) Nedves aktiválás**

A mintákat 5% szódával kevertük össze, kb. tízszeres vízzel szuszpendáltuk, majd vízfürdőn 5 órán át melegítettük (az eltávozott vizet mindig pótoltuk). Ezután a vizet elpárologtattuk, az óvatosan szárított bentonitot elporítottuk, majd 6%-os vizes szuszpenzió formájában szerkezeti viszkozitását lemértük.

A nedves aktiválás valamennyi szuszpenzió reológiai tulajdonságát jelentősen megjavította. Különösen szembeötlő az 1. sz. minta minőségjavulása; a többi minta mélyfűrési célokra nedves előkészítés után sem javasolható.

3.c) A szuszpenzió töménységének növelése természetesen viszkozitás-növelést eredményez, de ez nem elegendő. Sem műszaki, sem gazdasági szempontból nem tekinthetjük járható útnak a bentonitsuszpenziók viszkozitásának ilyen módon való növelését.

### 3.d) A bentonitok hőérzékenysége

A hőérzékenység megállapítására kétféle vizsgálatsorozatot hajtottunk végre:

1. Különböző hőmérsékleten előzőleg hőkezelt bentonitokból készítettünk szuszpenziókat.

### 2. A bentonitsuszpenziókat melegítettük.

Bentonitmintáink viszkozitása a szuszpenzió melegítésekor (60–80 °C) jelentősen megnövekedett. Ugyancsak viszkozitásnövekedés volt tapasztalható akkor is, ha a szuszpenziókat szobahőmérsékleten hosszabb ideig pihentettük.

### 3.e) Nyíróerővel való aktiválás

Tekintettel a bentonit koagulált állapotára, önként adódott a gondolat, hogy a BKI-ben kidolgozott eljárást: a mechanikai energiával (nyíróerővel) való dezaggregálást mintáinkra is kiprobáljuk. A kezelést turmixgéppel végeztük.

Mint a táblázatból kitűnik, ezen a módon is el lehet érni némi eredményt. Az ilyen megoldások azonban elsősorban a felhasználás helyén beépítendő nagyfordulatú keverőkkel (vagy más, mechanikai kezelésre alkalmas, intenzív nyírást produkáló berendezéssel) valósíthatók meg.

3.f) Iszapolt bentonitot 10 μm-es választási mérettel állítottunk elő, sajnos a viszkozitást ezúton nem sikerült jelentősen megnövelnünk.

## 4. Egyéb vizsgálatok

### 4.a) Kísérletek a cementhabarcs vízzáróságának fokozására

Ismeretes, hogy a betonok vízzáróságát a cementhez kevert kismennyiségű bentonittal szokták növelni.

A minták betontechnológiai alkalmazását azonban nem tartjuk biztonságosnak, mivel a bentonit jelenléte a beton repedezési hajlamát megnöveli. Erzékenyítő hatása — esetleg szervesanyag-tartalma miatt is — nagyobb, mint a legtöbb bentonité.

### 4.b) Derítőföld-vizsgálatok

Az 1–4. sz. minták egyesítésével készített átlagminta derítőföld-gyártásra — mind az aktiválhatóságuk, mind a termék derítőképessége szempontjából — alkalmasnak bizonyult (Budapesti Vegyiművek vizsgálata). Az oldhatóság, savfelhasználás kielégítő, a termék derítőképessége a standardhoz képest 94%-os. Ezek az eredmények indokolják a részletesebb derítőföldvizsgálatok elvégzését, tekintve igen rossz derítőföld nyersanyag-ellátottságunkat. Igényes olajderítésekhez import derítőfölddel dolgoznak az olajfinomítók. Derítőföldre a fáradt olajok regenerálása, környezetvédelmi anyagok előállítás, adszorpciós és szárítási feladatok terén is nagy szükség lenne.

### 4c) Öntödei felhasználás

A bentonit öntödei célra alkalmas (IV. táblázat), kielégítő „nyers” és jó „száraz” nyomószilárdsága miatt (OÉÁ Központi Laboratóriumának mérése). Bár a vízerzékenység nagy, mégis lehetőséget látunk e bentonittal az isten-

IV. táblázat

	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta
Nedves nyomszil. (Pa) 3,2% víznél	840–1060×10 <sup>-1</sup>	860×10 <sup>-1</sup>	850×10 <sup>-1</sup>	500–800×10 <sup>-1</sup>
Nedves nyomszil. (Pa) 5,0% víznél	500–550×10 <sup>-1</sup>			
Száraz nyomszil. (Pa) 5% víznél	9900×10 <sup>-1</sup>	9600×10 <sup>-1</sup>	9500×10 <sup>-1</sup>	700– —10000×10 <sup>-1</sup>

mezei bentonit helyettesítésére, pótlására, illetve egy új típusú „univerzális” — tehát nedves és száraz formázásra egyaránt alkalmas — öntödei bentonit gyártására. További technológiai vizsgálatok azonban ezen a téren is indokoltak lennének.

## Összefoglalás

A laboratóriumi vizsgálatok szerint a Várkesző Vkt—1 fúrás által felszínre hozott agyag — különösen a felsőbb szintet képviselő 1. sz. minta anyaga — értékes ipari nyersanyag, bentonit. Fő agyagásványa beidellit, az alsóbb szinteken beidellit és montmorillonit, tartalmaz továbbá illitet is. Sok adszorbeált szerves anyagot tartalmaz.

Indokolt — az anyag kitermelése esetén — a nagyobb készletek bányánál való homogenizálása és a termelés rendszeres minőségellenőrzése.

Különösen az „1. minta” által képviselt nyersanyag esetében, az előfordulás anyagának ipari felhasználására a következő területeken lehet számítani:

1. Mélyfúrású bentonitként — nedves aktiválás után.
2. Öntödei bentonitként száraz előkészítés után, esetleg adalékok bekeverésével. Nedves és száraz formázáshoz egyaránt szóba jöhet.
3. Derítőföld-gyártásra.

Dr. Juhász, A. Zoltán:

*Technologische Eigenschaften des Bentonittyps von Várkesző*

Wir führten die silikatchemische, kolloidische, rheologische und technologische Untersuchung der Bentonitmuster, die während der in der Nähe von Várkesző—Egyházaskesző stattgefundenen geologischen Schürfungen an die Oberfläche kamen, durch. Wir stellten fest, dass ein bisher unbekannter Bentonit-typ von Ungarn in Vorkommen auftritt, in dem neben dem Montmorillonit und Illit auch Eisen-Beidellit eine grosse Rolle spielt. Die Benutzung des Rohstoffes kann giesshüttischen und tiefbohraspekten in die Rede kommen.

Dr. Juhász, A. Zoltán:

*The technological properties of the bentonite type of Várkesző*

The silicate chemical, collodical, rheological and technological examinations of bentonite samples

brought to the surface during geologic prospecting carried out in the vicinity of Várkesző—Egyházaskesző were carried out. It could be established that the occurrence contains a new type of bentonite till now unknown in Hungary, in which besides montmorillonite and illite also iron-beidellite plays a big role. The utilization of the raw material can come into question from the point of view of foundries and deep drillings.

Золтан А. Юхас

*Технологические особенности бентонитов типа Варкесё*

В процессе геологоразведочных работ, проведенных на территории вблизи Варкесё—Едьхазашкесё, были произведены силикатнохимические, коллоидные, реологические и технологические испытания извлеченных на поверхность бентонитов. Было сделано заключение, что на месторождении имеется новый до сих пор не встречающийся в Венгрии тип бентонитов, в котором наряду с иллитом и монтморилонитом большую роль играет и беидиллит железа. Полезное ископаемое может использоваться при выплавке металлов и проходке скважин.