

# **MAGYARORSZÁG MÉRNÖKGEOLOGIAI ÁTTEKINTÉSE**

**DR. FODOR TAMÁSNÉ–DR. KLEB BÉLA**

**BUDAPEST, 1986**

Lektorálta

DR. JÁMBOR ÁRON  
a földtudomány kandidátusa  
és

DR. MEISEL JÁNOS  
a földtudomány kandidátusa

Szerkesztette

SZABÓNÉ DRUBINA MAGDA

ISBN 963 10 7138 3

Kiadja a Magyar Állami Földtani Intézet  
Felelős kiadó: DR. HÁMOR GÉZA igazgató  
Szedte a Nyomdaipari Fényszedő Üzem (867211/08)

86 296 DATORG Nyomda – Budapest  
Felelős vezető: Harkai József

Megjelent a Műszaki Könyvkiadó gondozásában, Budapest 1986

Műszaki vezető: KÓRIZS KÁROLY

Műszaki szerkesztő: METZKER SÁNDOR

A könyv formátuma: B5. Terjedelme 17,5 + mell. (A5) iv. Példányszáma 630  
Papír minősége: 120 g matt műnyomó. Betűcsalád és -méret: Times, 10/11 p  
Azonossági szám: 01606. Ábrák száma: 138 + 1; 2 db melléklet



## TARTALOM

Bevezetés	5
Természeti földrajzi viszonyok	8
A földtani felépítés vázlata	16
A főbb közettípusok, képződményegyüttesek mérnökgeológiai jellemzése	25
Szilárd kőzetek	29
Prekambriumi és ókori képződmények	29
Csillámpala, fillit, gneisz	29
Gránit és telérkőzetei	30
Mészkö, kristályos mészkö	32
Homokkő, konglomerátum, agyagpala	33
Triász, jura, kréta képződmények	34
Tömött mészkö, dolomit, márga	34
Agyagpala, kovapala, homokkő	39
Diabáz, gabbró	40
Eocén, oligocén képződmények	42
Főnummulinás mészkö	42
Kvarchomokkő	43
Miocén, pliocén képződmények	44
Andezit, dácit, riolit	44
Pliocén, pleisztocén képződmények	48
Bazalt	48
Édesvízi mészkö	52
Közepes szilárdságú kőzetek	53
Eocén, oligocén képződmények	53
Foraminiferás márga	53
Miocén, pliocén képződmények	57
Andezit- és riolittufa	57
Lajta- és durva mészkö	62
Bazalttufa	64
Kis szilárdságú kőzetek (laza üledékes kőzetek)	65
Eocén, oligocén képződmények	65
Agyag, agyagmárga	65
Miocén, pliocén képződmények	70
Agyagos kavics	70
Agyag, agyagmárga, homok	72
Pleisztocén, holocén képződmények	78
Mésziszap, édesvízi mészkö	78
Folyóvízi kavics, terasz kavics	80
Lejtőagyag, nyirok, barnaagyag	84
Folyóvízi homok	87
Löss, lejtőlöss	90
Ártéri infúziós lösz	94

Futóhomok .....	97
Mocsári, tavi agyag, iszap .....	100
Ártéri homok, iszap, agyag .....	101
Tőzeg, tőzegrész, szerves iszap .....	105
Mesterséges feltöltés .....	110
A képződmények áttekintése, alapozási tapasztalatok .....	112
Vízföldtani adottságok .....	120
Felszíni vizek .....	120
Állóvizek .....	120
Folyóvizek .....	124
Források .....	126
Felszín alatti vizek .....	127
Talajvíz .....	127
Rétegvíz .....	130
Karsztvíz .....	131
Hasadékvíz .....	133
Vízgazdálkodás, vízvédelem .....	134
Az építmények állékonyságát befolyásoló földtani folyamatok .....	142
Földrengés-veszélyeztetettség .....	142
A földkéreg lassú szekuláris mozgása .....	145
Felszínmozgások .....	147
Felszínlepusztulás .....	159
Az emberi tevékenységgel kiváltott másodlagos folyamatok .....	162
Építő- és építőanyagipari ásványi nyersanyagok áttekintése .....	171
Mérnökgeológiai térképek .....	177
Az Alföld és Kisalföld komplex földtani térképezése .....	177
Városok és a balatoni üdülőkörzet mérnökgeológiai térképezése .....	180
A területrendezési tervek földtani megalapozása .....	191
Irodalom .....	192

## BEVEZETÉS

A nemzetközi földtani együttműködés keretében, a hetvenes évek közepén vetődött fel az ország egész területét bemutató, áttekintő mérnökgeológiai térkép szerkesztésének igénye. A térkép, a Kárpát–Balkán Földtani Asszociáció által kidolgozott egységes jelkulcs alapján, egymilliós méretarányban 1974-ben elkészült. Ezt követően a hazai földtani viszonyoknak megfelelő ábrázolással Magyarország 1:500 000 méretarányú mérnökgeológiai térképének szerkesztésével a Központi Földtani Hivatal a Magyar Állami Földtani Intézetet és a Budapesti Műszaki Egyetemet bízta meg. A két – különböző felfogásban és ábrázolásban szerkesztett – térkép és magyarázókötet 1976-ban készült el.

Az általános áttekintés biztosítása érdekében e térkép szerkesztésénél és magyarázó kötetének összeállításánál az alábbi szempontokat kívántuk érvényesíteni.

A térkép *szerkesztése* 1:500 000 méretarányú víz- és településrajzú térképi alapra történt, melyet a Honvéd Térképészeti Intézet bocsátott rendelkezésünkre. A szerkesztésnél célunk az volt, hogy a tematikus anyagot egyetlen változatra dolgozzuk fel úgy, hogy az az értelmezésnél ne legyen zavaró. A földtani képződmények ábrázolásánál abból a hazai adottságból indultunk ki, hogy a földtani képződmények felszíni elterjedésében meghatározó jelentőségűek a fiatal, laza üledékek. Magyarország 1:300 000 ma. földtani térképe alapján ezek területi eloszlási aránya a következő:

Holocén–pleisztocén	folyóvízi üledékek	43,8%
	eolikus üledékek	42,0%
Neogén és paleogén	tengeri agyag, homok, kavics	7,1%
Újkori–középkori–ókori	tengeri mészkő, dolomit,	4,4%
	magmás kőzetek	2,3%
Ókori és prekambriumi	metamorf kőzetek	0,4%

A térképen a földtani képződményekből általában a felszínt borító, 2 m-nél vastagabb kifejlődéseket ábrázoltuk. (Ez alól kivétel az építésföldtanilag kedvezőtlen tulajdonságú tőzeg, szerves iszap, agyag, szikes iszap, agyag, lösz, mésziszap.) Részletesebb bontást csak a fiatal – holocén, pleisztocén – laza üledékeknél alkalmaztunk, mert elsősorban ezek képezik az építőmérnöki tevé-

kenység közeget és a problémák is itt halmozódnak. Az idősebb képződményeket részben az egységesebb és általánosságban kedvezőbb kőzetfizikai tulajdonságok, részben az ábrázolás problémái miatt néhol összevontuk.

A jelmagyarázat hagyományos. A színkulccsal a kőzetek szilárdsági, alapozási és mélyépítési tulajdonságait jeleztük a nemzetközileg elterjedt ZERMOS-féle ábrázolással: kedvező (zöld), közepesen kedvező (sárga), kedvezőtlen (piros). A laza üledékes kőzeteknél, amelyeknek fizikai tulajdonsága a víztartalommal szorosan összefügg, külön színbontással adtuk meg a talajvíz alatti szilárdsági, határfeszültségi alapérték jellemzőjét; ez foltszerűen a térképi ábrázolásban természetesen nem szerepel.

Egyre súlyosabb problémát jelent a növekvő mennyiségű hulladék, szennyező anyag elhelyezése, ezért a jelkulcsban a kőzeteknél feltüntettük a felszíni szennyeződéserzékenységet is, amely foltszerűen ábrázolhatatlan. Az endogén folyamatok hatásai a műszaki megítélés szerinti megbízhatósággal e méretarányban nem ábrázolhatók. Így a részletektől eltekintettünk, csupán néhány fontosabb törésvonalat, valamint a regionális szeizmicitásról tájékoztató, erősebb ( $> 6^\circ$  MSK-64) földrendései epicentrumokat tüntettük fel.

A jelenkori dinamikai folyamatokban nagy figyelmet érdemelnek a felszínmozgások. Mivel a több intézmény (Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapesti Műszaki Egyetem, MÁFI területi földtani szolgálatai, Dorogi Szénbányák tervező irodái) részvételével folyó országos kataszterezés befejeződött, megbízható áttekintés állt rendelkezésünkre és így a méretarány lehetősége szerint, a fontosabb mozgási területeket ábrázoltuk.

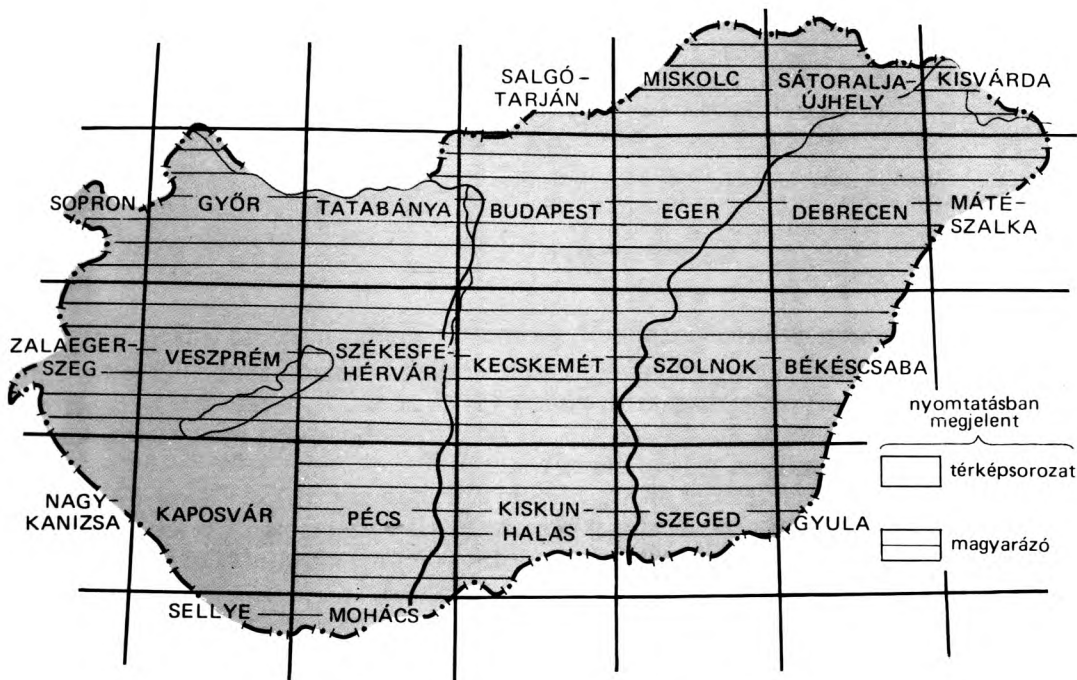
A földtani adottságok ábrázolásához a Magyar Állami Földtani Intézet által 1984-ben kiadott Magyarország 1:500 000 méretarányú földtani térképe képezte az alapot.

A vízrajzi-vízföldtani adottságok esetében elsősorban olyan jellemzők bemutatására törekedtünk, amelyek a mérnöki tevékenységet megszabják, illetve befolyásolják: a folyók szakaszjellege, az árvízi elöntések területe, az árvízvédelmi rendszer kiépültsége, a talajvíz várható maximális helyzete. Másrészt a területrendezési-fejlesztési koncepció kidolgozásánál figyelmet érdemlő adottságokra – mint az ásvány- és gyógyvíz, termásvíz előfordulás – hívtuk fel a figyelmet. Ehhez az Országos Vízügyi Hivatal, a Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont és a Magyar Állami Földtani Intézet adatait használtuk fel.

Az egyéb – tematikus – értékeléshez a gazdasági és tervezési körzetekre vonatkozó atlaszok jelentettek kiindulást, melyek számos ponton kiegészítésre szorultak. E témakörben hasznos áttekintést nyújtott az MTA Földrajztudományi Kutató Intézete által készített 1:500 000 ma. geomorfológiai térkép.

A hasznosítható anyagok közül az építőanyagipari ásványi nyersanyagok lelőhelyeinek, bányáinak, üzemeinek feltüntetését tartottuk fontosnak. Közülük a KGST-normatívák alapján a nagy készlettel rendelkezők kerültek bemutatásra.

A térkép *magyarázó kötete* rövid áttekintést nyújt az ország földtani felépítéséről, fejlődéstörténetéről, természeti földrajzi adottságairól, vízföldtani viszonyairól. Ezen áttekintéshez elsősorban a Magyar Állami Földtani Intézet által



1. ábra. Magyarország 1:200 000-es földtani térképeinek áttekintő lapja

kiadott 1:200 000 ma. földtani térképsorozat igen részletes magyarázó kötetei szolgálták alapul (1. ábra).

Részletesebb bemutatásra kerültek a fontosabb kőzetek kőzetfizikai jellemzői. Mivel valamennyi fő kőzettípusra nem készült országos áttekintő vizsgálat, óhatatlanul mutatkoznak bizonyos aránytalanságok. A szilárd kőzetekre vonatkozó kőzetfizikai adatsorok a Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén, a Szilikátipari Központi Kutató Intézetben és a Magyar Állami Földtani Intézet Pécs-vasasi laboratóriumában készült vizsgálatokból származnak. A laza kőzetekre vonatkozó kőzetfizikai („talajmechanikai”) adatgyűjtés elsősorban a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, illetve az Országos Talajmechanikai és Hidrológiai Nyilvántartás, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnikai Tanszéke és a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem adatbankjaira, végül a Magyar Állami Földtani Intézet Adattárára terjedt ki.

A kőzetfizikai jellemzés mellett rövid áttekintést adtunk a létesítményeket veszélyeztető folyamatokról is. Ezen belül részletesebben szólnunk a magyarországi felszínmozgásokról és az emberi tevékenység által kiváltott, másodlagos folyamatokról, az antropogén hatásokról.

Az építőipari ásványi nyersanyagokról részletes elemzés készül, ezért velük csak érintőlegesen foglalkozunk.

## TERMÉSZETI FÖLDRAJZI VISZONYOK

Az ország területe 93 030 km<sup>2</sup>, geomorfológiailag medence jellegű, túlnyomóan sík terület, gyenge függőleges tagoltsággal. Legalacsonyabb (79 m tsz. f., Szeged mellett) és legmagasabb pontja (1015 m tsz. f., Kékes-tető) között a magasságkülönbség mindössze 936 m. A reliefenergia több mint 60 000 km<sup>2</sup> területen nem haladja meg a 200 m-t.

Az ország területének 68,8%-a alföld jellegű síkság, 15%-a alacsony halomvidék és 14%-a 200–400 m magas dombság. Alig több mint 2%-a emelkedik a tsz. f. 400 m-nél magasabbra, úgy, hogy az 500 m-nél magasabb középhegységi részek csak kicsiny, izolált foltok (0,7%) (2. ábra).

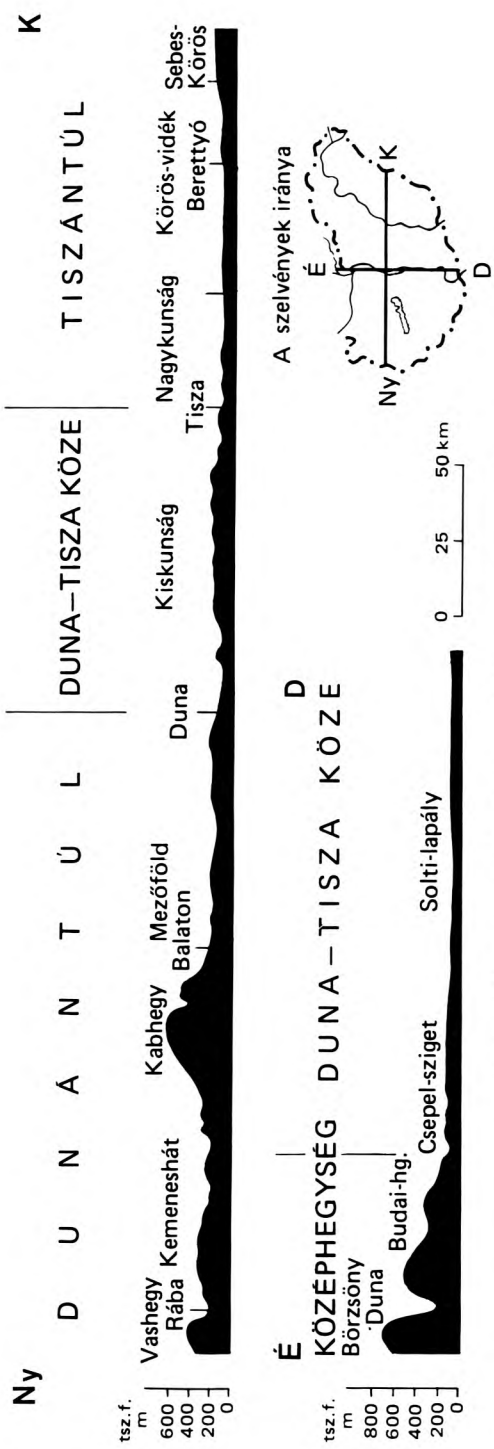
Az abszolút magassági viszonyok és a relatív szintkülönbségek alapján az ország területe három térszíni lépcsőre bontható:

1. *Síkság*: a tenger szintjénél 200 m-nél magasabbra nem emelkedik, reliefenergiája nagy területen 25 m alatti. Nagy része folyóvízi feltöltéssel kialakított alföldi síkság: Alföld, Kisalföld, Győri-medence (3. ábra). Kisebb részben letarolással keletkezett síkság (Marcal-medence). Idetartoznak az adott tengerszint feletti magasságig a futóhomokkal vagy lösszel borított területek és a teraszos hordalékkúp-síkságok is (Mezőföld, Nyírség, Észak-Alföld).

2. *Dombság*: abszolút magassága 200–500 m, általában 200–350 m reliefenergiával. Részben a Soproni- és Kőszegi-hegység felé emelkedő dombok és a Zalai-dombság, részben a Mecsek és a Dunántúli-középhegység közötti dombvidék, a középhegységek peremterületei, valamint az Északi-középhegység medencéinek erózióval árkolt felszíne és a hozzájuk csatlakozó hegységi előtér tartozik ide (4. ábra).

3. *Hegység*: a legmagasabb térszíni lépcső 500–1000 m abszolút magassággal, 400–850 m reliefenergiával, ami az alacsony középhegységi kategóriának felel meg. Részben a kristályos röghegységek, részben a karsztos rög- és tönkhegységek, valamint a vulkánosság által kialakított, de már pusztuló felszínű hegységek tartoznak ide (5. ábra). A legalacsonyabb felszín ma is a folyóvízi akkumuláció területe, a két magasabb lépcsőn az erózió és lejtőpusztulás jellemző, kivéve a mészkő felépítésű középhegységeket, ahol a karsztos lepusztulás is nagymértékben formálja a térszint (6. ábra).

Magyarország az északi mérsékelt éghajlati övben fekszik, *éghajlata* mérsékeltlen szárazföldi. Három nagy éghajlati típus hatásai és jelenségei váltakoznak területén, s ezeket a medencejelleg is befolyásolja. A kelet-európai szárazföldi



2. ábra. Magyarország domborzatának hosszanti és keresztiszelvénye





3. ábra. Tiszántúli síksági táj nagyüzemi mezőgazdasággal (MTI fotó)

(kontinentális), a nyugat-európai óceáni és a földközi-tengeri mediterrán éghajlati tartomány érintkezik itt egymással. Ezért az ország éghajlata átmeneti jellegű, változatos és szeszélyes, de sohasem elviselhetetlenül szélsőséges.

Az ország kis területe ellenére sem mondható egységes éghajlatúnak, az egyes térségek eltérő régiókra bonthatók (7. ábra). Az évi középhőmérséklet  $+9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a januári  $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a júliusi pedig  $+20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A nyári közepes hőmérséklet viszonylag nagy értéke a kontinentális és mediterrán hatás együttes következménye. Az évi közepes hőmérséklet-ingadozás az Alföldön a legnagyobb, mivel a kontinentális éghajlati jelleg itt uralkodóbb, mint máshol az országban.

Az évi átlagos csapadék  $580\text{ mm}$ , az ország Ny-i felében  $600\text{--}800\text{ mm}$ , K-en  $500\text{--}600\text{ mm}$ . Legkevesebb a csapadék az Alföldön, legtöbb a Dunántúl DNy-i részén, ahol az atlanti és mediterrán hatás találkozik. Több évtizedes átlag szerint – az óceáni hatás következményeként – minden hónapban van többkevesebb csapadék. Jellegzetes a tavaszvégi-nyáreleji fő csapadékmaximum ( $60\text{--}110\text{ mm}$ ) és az őszi (októberi) második csapadékmaximum ( $50\text{--}80\text{ mm}$ ).





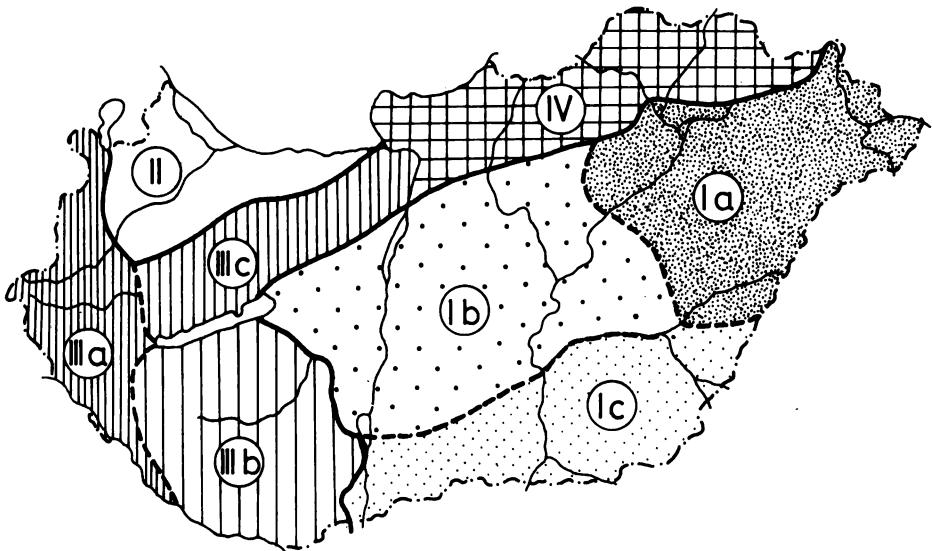
4. ábra. Dombvidéki táj (MTI fotó)



5. ábra. Andezitből és tufából felépülő, teraszokkal kísért hegyvidéki táj (Dunakanyar) (MTI fotó)



6. ábra. Mészköből felépülő hegyvidéki táj (Bükk hegység) (MTI fotó)



7. ábra. Magyarország fő éghajlati körzetei (BACSÓ N. 1966)

I a, b, c: Nagyalföld és Mezőföld, II. Kisalföld, III a, b, c: dunántúli hegy- és dombvidék, IV. északi hegy- és dombvidék

A csapadék járása szélsőséges. Csapadékhullásra a legtöbb esetben a gyakori időjárási frontok (80%-a hideg, 20%-a melegfront) érkezésekor kerül sor. A nagy intenzitású, heves záporokból származó erózióveszély mértéke elsősorban a dunántúli területeken jelentős, ahol az atlanti-óceáni légtömegek hatása elsődlegesen érvényesül.

A havas napok száma átlag 15–30, november és március között. A hóval való elborítás időtartama nagyon rendszertelen; 25–30 nap a síksági és dombvidéken, 50–100 nap a középhegységben, de előfordul, hogy egész télen nincs hótakaró.

A napsütéses órák száma átlagos esztendőben 1700–2100. Maximuma a Duna–Tisza közén van: 2000–2100 óra/év. Legkevesebb napsütést az ország nyugati része kap.

A medence-jelleg következtében a szelek a hegyek felől fújnak az ország belseje felé. Leggyakoribb és legerősebb a nyugatias és északias szél. A szélsébség átlagos évi középértékének felső határa 3,5 m/sec (=közepes szél erősség). Szélsőséges értékek is vannak; a 15 m/sec (= 50 km/óra) szélsébséget meghaladó viharos napok száma évente átlagosan 60–70.

A helyi éghajlatot (mezo- és mikroklimát) meghatározza a domborzat, módosítja a talaj, illetve az alapkőzet minősége, a természetes növénytakaró és a mezőgazdasági termelés. Befolyásolja, módosíthatja az emberi, társadalmi létesítmények és tevékenység (fásítás, öntözés stb.), valamint a légszennyezés is.

A földrajzi helyzetből, a gyenge morfológiai tagoltságból sok kedvező és kedvezőtlen természeti és gazdasági adottság következik. Így a medenceszerkezet és az alacsony térszín következménye, hogy az ország területe nagyesésű

folyókban szegény, viszont gazdag talaj- és rétegvízben. A domborzati viszonyok és az éghajlati tényezők a folyók és tavak vízjárására és vízgazdálkodására, a lefolyási viszonyok alakulására, valamint a növénytakaró táji szerepére is hatnak (I. és II. melléklet, l. a könyv végén). E tényezők következménye az ország erdőkben való szegénysége (1 600 000 ha), a fenyő-öv hiánya, a természetes termékenységű mezőgazdasági talajok uralkodó szerepe és a viszonylag nagy területet elfoglaló szikések kifejlődése is. A domb- és hegyvidékek erdősége a csapadék visszatartásával évente 8 millió m<sup>3</sup> talaj lemosását akadályozza meg. A defláció elsősorban a homok és lösz borította Duna–Tisza közti, nyírségi és a Ny-somogyi térségeket pusztítja.

## A FÖLDTANI FELÉPÍTÉS VÁZLATA

Földtani felépítés és szerkezet szempontjából Magyarország területe része a Kárpátok, Alpok és a Dinaridák hegységvonulatai által körülvelt Kárpát-medencének. A térséget felépítő kőzetek (kőzettestek) a földtörténet különböző időszakaiban keletkeztek. Az egymásra következő kőzettestek kor szerinti osztályozását, időrétegtani tagolását, a nemzetközileg is elfogadott nagyobb egységneveket, az emeletek régi és új elnevezéseit a radiometrikus kor feltüntetésével az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A kifejlődésben rendkívül változatos kőzettesteket anyagi tulajdonságuk, jellegük alapján kialakított kőzetrétegtani egységekbe sorolják. E modern osztályozás hivatalos alapegysége a formáció (FÜLÖP J. et al. 1975)\*. A formáció általában olyan térképezhető és szelvényben ábrázolható kőzettest, mely már a terepen felismerhető és jól megkülönböztethető. Bizonyos értelemben homogén – lehetőleg egy domináns kőzetfajta jellemzi, de lehet változatos is. Mérete – függőleges és vízszintes kiterjedése – igen eltérő. A korszerű rétegtani ismertetés megkívánná a formációk szerinti tárgyalást. Ennek hazai kiművelése azonban még folyamatban van; a „Magyarország lithosztatográfiai formációi” c. összesítő lap az elmúlt években több változatban jelent meg. Így érthető, hogy a vázlatos tárgyalásban nem követhetjük részleteiben a kőzetrétegtani nevezéktan. A fontosabb formációneveket – külön jellemzés nélkül – anyagunkban szerepeltetjük, de a képződmények besorolásánál a Magyar Állami Földtani Intézetben szerkesztett, 1984-ben közreadott Magyarország földtani térképe (1:500 000 ma.) rendszerét követjük.

A legidősebb – *prekambriumi* – képződmények felszínén kis elterjedésben jelentkeznek; a Soproni-hegység ortogneisze, csillámpalája, a Mecsek hegységi, erdősmecskei migmatitos gránit, fillit, Észak-Magyarországon kis foltban (Felsőregmec, Vilyvitány) csillámpala. Anyaguk – a gránit kivételével – erősen tört, aprózódott.

Az *ópaleozoikum* képződményei kvarcfillit (Balatonfőkajár), agyagpala, kovapala (Velencei-hegység), foltszerű előfordulásuk folytán mérnökgeológiai jelentőséggel nem rendelkeznek. A devon időszakot a Balatonrendes-révfülöpi agyagpala vonulat, a polgárdi kristályos mészkő, a Szendrői- és Upponyi-hegy-

---

\* FÜLÖP J.–CSÁSZÁR G.–HAAS J.–J. EDELÉNYI E.: A rétegtani osztályozás, nevezéktan és gyakorlati alkalmazásuk irányelvei. – M. Áll. Földtani Intézet, 1975. 32 p.

Földtörténeti korbeosztás

1. táblázat

Idő	Időszak	Kor	Korszak	Radio- metrikus kor (millió év)	Tektoni- kai ciklus			
Fanerozoikum	Kainozoikum Újkor	Negyedidőszak	Holocén	0,01	Alpi			
			Pleisztocén	Würm		0,67 0,9 2		
				Riss				
				Mindel Günz				
		Harmad- időszak	Neogén	Pliocén		Pannóniai felső	10	
				Miocén		alsó		
						Szarmata		
						Tortónai		Badeni
						Helvétai		Kárpáti Ottngangi
			Burdigálai	Eggenburgi		25		
			Oligocén	Katti			Egri	
				Rupéli		Kiscelli		
				Lattorfi				
	Eocén		Priabonai	37				
		Lutéciai						
		Cuisi						
		Sparnacumi						
	Mezozoikum Középkor	Kréta	67					
		Jura						
		Triász						
	Paleozoikum Ókor	Perm	230					
		Karbon						
		Devon						
Szilur								
Ordovicium								
285								
350								
405								
440								
500								
Kambrium	570							
Archeozoikum (Prekambrium)				3600	Kaledóniai Variszkuszi			

ség lemezes mészköve, agyagpalája, végül az upponyi kristályos mészkő képviseli.

Az *újpaleozoikum* képződményei, a korábbiaktól eltérően, már nagyobb területen található a felszínen. A karbon időszaki képződmények jellemző képviselője a nagy tömegű, poszttektonikus gránit, mely a Velencei-hegységet építi fel. Durvatörmelékés üledékes kőzetkifejlődés, konglomerátum és homokkő ismeretes Füle, Felsőregmec térségéből; általánosabb elterjedésű a szürke agyagpala az Északi-Bükkben, az Upponyi-hegységben, Rakaca környékén, ez utóbbi területen a kristályos mészkő is nagyobb tömegben fejlődött ki.

A földtörténeti ókort záró perm időszakban keletkezett kőzetek a felszínen is jelentős elterjedésűek. Uralkodó kőzetkifejlődés a vörös homokkő és konglomerátum a Balatonfelvidéken (Kővágóörs, Balatonalmádi térsége) 200–700 m (Balatonfelvidéki Homokkő Formáció), a Mecsek hegység környékén (Nyugati-Mecsek) mintegy 2700 m (Cserdi Konglomerátum F., Kővágószőlősi Homokkő F.), fedetten a Villányi-hegység É-i előterében 600 m, a Tokaji-hegység környékén pedig 400 m vastagságban ismert. A ciklikus felépítésű összletben az aleurolit mennyisége is jelentős (Bodai Aleurolit F.), helyenként kvarcporfir tufa (Gyűrűfüi Kvarcporfir F.) betelepülés található. A Bükk hegységben fekete mészkő (Nagyviznyói Mészkő F.), dolomit és tarka homokkő (Szentléleki Homokkő F.), agyagpala képviseli az időszakot.

A prekambriumi és ókori képződmények jelkulcsi száma a térképen: **28, 29, 30, 31.**

A *középkor* (mezozoikum) kezdetén Magyarország területének jelentős része a kréta időszakig fennállott ősi tenger, a Tethys része lett.

A triász időszak tengeréből nagytömegű, több ezer méter vastagságú kőzetösszlet rakódott le. Így az uralkodó mészkőből (Feketehegyi Mészkő F., Fehérkői Mészkő F., Dachsteini Mészkő F.) és dolomitból (Megyehegyi Dolomit F., Budaörsi Dolomit F., Hámori Dolomit F., Fődolomit F.), alárendelten márgából (Arácsi Márga F., Csopaki Márga F., Veszprémi Márga F.), agyagpalából, homokkőből (Jakabhegyi Homokkő F., Werfeni Formáció, Mészhegyi Homokkő F.), az északi hegyvidéken még kvarcporfirból és tufából álló (Szentistvánhegyi Porfir F.) sorozat a Bakonyban és Mecsekben eléri az 1500–1800 m-t, a Bükk hegység térségében pedig a 3000–3500 m vastagságot is.

A karsztosodott és törésekkel szabdaltságot kapott mészkő és dolomit hazánk legjelentősebb karsztvíz tározója. A szerkezetileg nyitott helyeken – Budapest, Tata, Hévíz – régóta ismert és hasznosított hévforrásokban jut a víz a felszínre.

A jura időszakban a Dunántúli-középhegységben a tengeri üledékképződés uralkodóan mészkőképződéssel folytatódott (Pisznicei Mészkő F., Tölgyhát Mészkő F.), a Bakonyban 350 m, a Gerecsében 150 m vastag összlet rakódott le. A Mecsekben mintegy 2500 m vastagságú üledéksor – homokkő (Mecseknádasdi Homokkő F.), aleurolit (Óbányai Aleurolit F.), márga (Vasasi Márga F., Komlói Mész márga F.), mészkő (Óbányai Mészkő F., Várkonyi Mészkő F.) – keletkezett, a bázisképződményekben kőszéntelepes (Mecseki Kőszén F.) kifejlődéssel.



Az utóbbi évek földtani vizsgálata a Bükk hegység DNy-i részén a Kisgyöri Agyagpala Formációt, a Kőszegi-hegység, Vashegy kristályos paláit (Kőszegi Kvarcfillit F., Velemi Mészfillit F.) jura, ill. alsó-kréta (Felsőcsatári Zöldpala F.) korinak minősíti.

A földtörténeti középkor utolsó időszakában, a krétában a földkéregmozgások erősödtek, a tengerrel borítottság mértéke jelentősen csökkent. A Dunántúli-középhegységben mészkő (Tatai Mészkő F., Zirci Mészkő F., Ugodi Mészkő F.), márga (Sümei Márga F., Berseki Márga F., Jákói Márga F., Polányi Márga F.), homokkő (Lábatlani Homokkő F.), tarkaagyag és kőszéntelep (Ajka Kőszén F.) rétegek, a bükki és upponyi területen konglomerátum (Nekézsenyi Konglomerátum F.), homokkő és az erős tektonikus tevékenység hatására bázitok és ultrabázitok keletkeztek. A Mecsek és Villányi-hegységben agyagmárga (Vékényi Márga F.), mészkő (Nagyharsányi Mészkő F.) és vulkanitok (Mecsekjános Diabáz F.) jellemzők.

A felszínre került és karsztosodott bakonyi, vértesi dolomit és mészkő területeken nagy jelentőségű bauxitfelhalmozódás (Halimbai Bauxit F.) történt.

A középkor képződményeinek jelkulcsi száma a térképen: **23, 24, 25, 26, 27.**

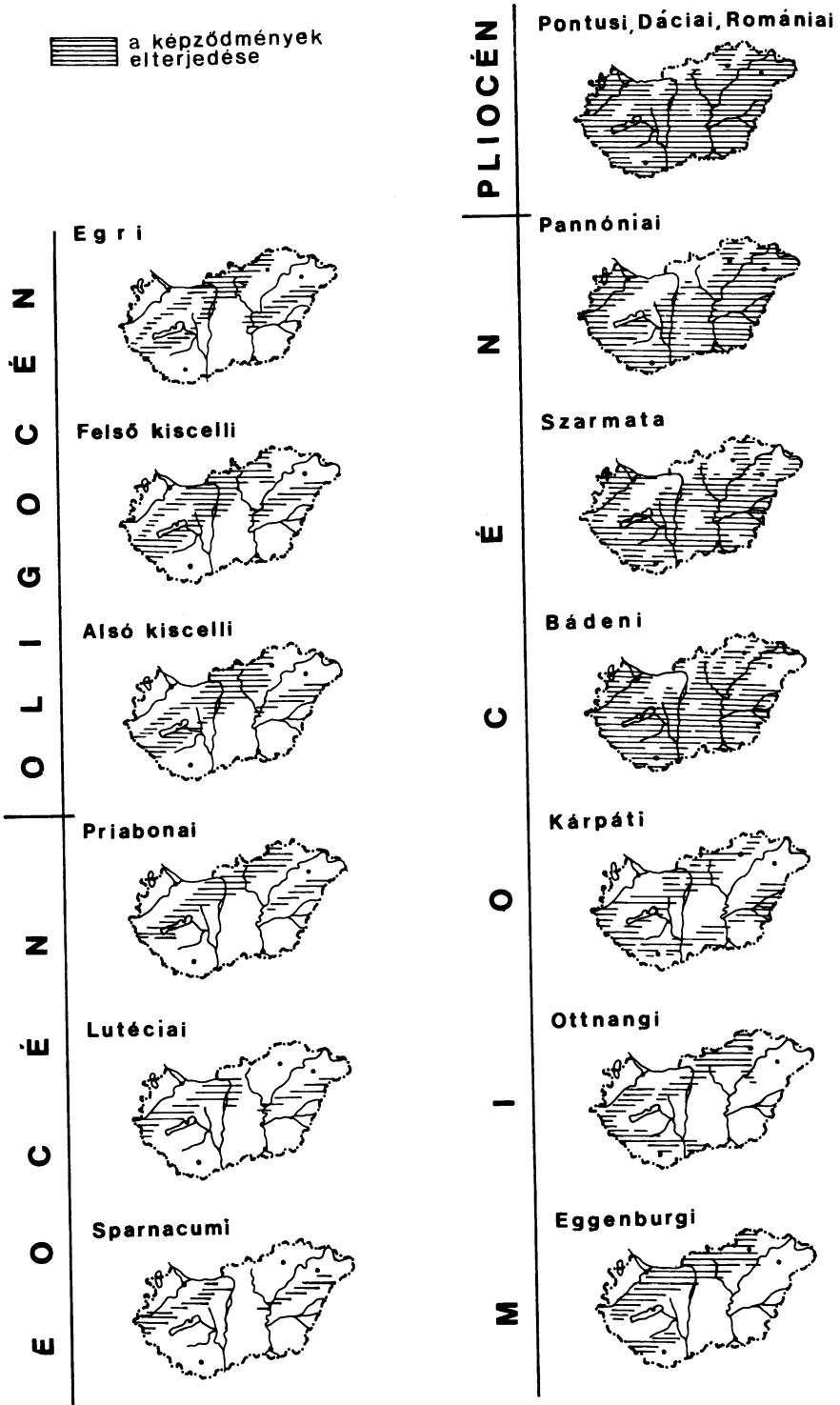
A földtörténeti középkort és újkort (kainozóikum) elválasztó jelentős kéregmozgások hatására nagy terület vált szárazulattá. Ennek következménye a *harmadidőszak* kezdeti szakaszába tartozó képződmények hiánya.

Az eocén szárazföldi és édesvízi rétegekkel indul, mindig diszkordánsan települve az idősebb képződményekre. Az eocén képződmények elterjedése hazánkban mintegy 20 000 km<sup>2</sup>, ebből JÁMBORNÉ KNESS M. (1981) szerint 7000 km<sup>2</sup> a felszínen, zömében a Dunántúli-középhegységben található. Magyarország jó minőségű barnakőszén-vagyónának nagy része – Dorog, Tatabánya, Puszta-vám, Balinka térségében – ekkor keletkezett. A mocsári lerakódásokat tengeri agyag, agyagmárga (Tatabányai F., Darvastói F., Dorogi Agyagmárga F.), homokos márga, homokkő és a jellegzetes nummuliteszes mészkő (Szóci Mészkő F.) követi. A Budai-hegység 100 m vastagságot elérő „budai márga” néven ismert (Budai Márga F.) képződménye is ekkor keletkezett.

A Bükk hegységben mintegy 200–250 m vastagságú konglomerátum, homokkő, tarkaagyag összet (Nagysápi F.), vékony kőszénzinóros és kőszénpalás agyag közbetelepüléssel, továbbá fehér biogén mészkő kifejlődés ismert. A középhegységi előtérben – a DNy-i határtól Recskig – andezit és andezit piroklasztikum (Zalai Andezit F., Nadapi Andezit F., Recski Andezit F.) képződött.

Az oligocén üledékek két, ÉK–DNy-i csapású szerkezeti-faciális egységben képződtek (8. ábra). A dunántúli kontinentális-terrigén összet vastagsága 0–500 m között változik. Jellegzetes peremi kifejlődése a „hárshegyi” homokkő (Csatka Kavics F., Hárshegyi Homokkő F.). Heteropikus fáciése a sötét színű, szervesanyag, tartalmú „tardi” agyag (Tardi Agyag F.) és a nagy vastagságú, kékesszürke, vízerzékeny „kiscelli” agyag (Kiscelli Agyag F.).

Az ÉK-i pásztában a képződmények vastagsága 0–1200 m közötti, a Nógárdi-medencében a 2000 m-t is eléri. Uralkodóan tengeri homokkő kifejlődésű, továbbá glaukonitos homok, agyagmárga, slír (Szécsényi Slír F., Egri F.) képv-



8. ábra. Harmadidőszaki ősföldrajzi vázlatok (SZENTES F. (1953) HÁMOR G. (1981) és JÁMBOR Á. (1981) adatainak felhasználásával)

seli az összletet. (Szórt vulkáni anyag csak az üledékfolytonos, epikontinentális molassz területeken követhető.)

A harmadidőszak idősebb – paleogén – szakaszában folytatódott az Alpok és Kárpátok hegységgé formálódása, a Kárpát-medence besüllyedése, jelentős mértékben változott az ösföldrajzi környezet.

Az eocén és oligocén képződmények jelkulcsi száma a térképen: **13, 17, 21, 22.**

A harmadidőszak fiatalabb – neogén – szakaszának elején ismét növekszik a tengerrel borított területek aránya. A miocén képződmények mintegy kétharmada fiatalabb üledékekkel fedett, medencebeli helyzetű, egyharmada pedig a szigethegységekben, illetve azok közvetlen környezetében található. Rendszerint üledékhézaggal, diszkordánsan települnek a lényegesen idősebb képződményekre. A miocén képződmények vastagsága néhány métertől – a vulkáni és vulkanoszediment komplexumokat is ide számítva – 3000 m-t meghaladó is lehet (HÁMOR G. 1981). A legteljesebb miocén sorozat Észak-Magyarországon fejlődött ki. Képződményei vertikálisan és horizontálisan igen változatosak: kavics, konglomerátum (Ligeterdei Kavics F., Csatkai F.), homok, homokkő (Budafoki Homokkő F.), slír (Garábi Slír F.), tarkaagyag, agyagmárga, márga, agyag (Bádeni Agyag F.), mészkő (Rákosi Mészkő F.), barnaköszén.

A miocén képződményeken belül – tömegét, rétegtani és szerkezetföldtani jelentőségét tekintve – nagy fontosságúak a több fázisban keletkezett neovulkáni képződmények: riolit, riolittufa (Gyulakeszi Riolittufa F.), dácit, dácittufa (Tari Dácittufa F.), tufitok, biotit-, amfibol-, piroxénandezit és piroklasztikumai (Mátrai Andezit F., Tokaji Vulkanit F.), valamint a posztvulkáni hidrokvarcit. Hegyvidéki területeken és környékükön ezek felszíni elterjedése is jelentős.

A felső-miocén regresszió a litorális fáciesek térnyerésében nyilvánul meg, a szarmata üledékek vastagsága a süllyedő medencében (DK-Alföld, Kisalföld) meghaladja a 300 m-t, a hegységperemi részeken durvamészkő, kavics és agyag halmozódott fel (Szilágyi Agyagmárga F., Kozárdi F., Tinnyei F.).

A miocén végén a Kárpátok kiemelkedése következtében a Kárpát-medence elzáródott: a pannóniai „beltenger”, vagy „beltó” megkezdte önálló életét. Vízének sótartalma fokozatosan csökken a pliocén végi teljes kiédesedésig. Az üledékképződésre egyre inkább a feltöltődés jellemző. Jelentős anyagmennyiség származik a kiemelkedő hegységperemokről: ez a medence mélyebb része 4000 m-t is meghaladó vastagságú lerakódást hozott létre. Medenceszegélyen, a hegységperem különböző részein az üledékképződéssel egy időben fellépő, különböző intenzitású és jellegű mozgások változatos üledékvastagság kialakulását eredményezték.

Pannóniai képződmények néven ismertette a szarmata és pleisztocén közötti üledékeket JÁMBOR Á. (1980). A pannóniai alsó része a miocén végéhez tartozik az új nevezéktan szerint; felső része (a pontusi, a dáciai és a romániai emelet) a pliocén korba sorolandó. E képződményegyüttes a Kárpát-medence legnagyobb tömegű és elterjedésű, jellegzetes kifejlődésű összletét alkotja. Az ország területén e fiatal üledéksorok felszíni vagy felszínközeli elterjedése sokkal nagyobb – a

pleisztocént kivéve –, mint bármelyik képződményünké. Az ország egyik legjelentősebb szénhidrogén és rétegvíz tároló összelete.

Az idősebb – alsópannóniai – képződmények uralkodó közettípusa a szürke agyagmárga (Nagy lengyeli Agyagmárga F., Száki Agyagmárga F., Lenti Márga F., Zsámbéki Márga F.), melynek rétegei között a medence belsejében homokkő és aleurit (Tófeji Homokkő F.), a peremeken pedig kvarchomok és kavics (Kisbéri Kavics F.) közbetelepülések vannak. A Tokaji-hegységben vulkanitok és vulkanoszediment sorozatok tarkítják a rétegsort. Az alsópannóniai képződmények a hegységek peremén több helyen felszínen is megtalálhatók: Bükk, Szendrői-, Tokaji-, Budai-, Gerecse, Soproni- és Mecsek hegység, Vértes ÉNy-i előtere. A pliocén medencebelseji ritmikus felépítésű üledékösszletre az alulról felfelé finomodó szemcseösszetételű szakaszok jellemzők. A medenceszegélyi-hegységperemi üledékek viszonylag kisebb vastagságúak és közztanilag nagyon változatosak. Legelterjedtebbek a szürke agyagmárga rétegek (Taliándörögdi Márga F.), de ezek sűrűn váltakoznak homok, kőzetliszt (Újfalu Homokkő F.), agyag, szenes agyag, lignit rétegekkel (Bükkaljai Lignit F., Toronyi Lignit F.). Helyenként az édesvízi mészkőrétegek (Nagyvázsonyi Mészke F.) is megjelennek. A Dunántúlon és Salgótarján környékén bazalttufa és bazaltképződmények (Tapolcai Bazalt F.) keletkeztek, több önálló kitörési központtal. Egyéb, jelentéktelenebb közettípusok: dolomit, mészszip, dácittufa, limonitos homokkő.

A miocén (pannóniai) és a pliocén képződmények jelkulcsi száma a térképen: **11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20.**

Magyarország területének közel 80%-át negyedidőszaki képződmények borítják, a fennmaradó részt pedig a felszín formáló folyamatok alakították ki.

A pleisztocént már teljesen a szárazföldi körülmények közötti üledékképződés jellemzi. A Kárpát-medencét körülvevő hegységvonulatok egyenetlenül 300–400 m-t emelkedtek, a medencerészek pedig süllyedtek: az Alföld egyes részein 600–700 m, a Kisalföld területén 300–400 m mély süllyedések keletkeztek (RÓNAI A. 1980). A kialakult folyóhálózat hatalmas hordalékképző munkája ezekben a süllyedésekben nagy vastagságú üledéktömeget eredményezett. A folyóvízi üledékek különböző vastagságúak és szemcseösszetételűek: kavics, homok váltakozik kőzetliszttel, agyaggal, néha szabályos ciklusban, máskor rendszeretlenül.

A pleisztocén eleji folyóvízi kavics, homok üledék (Vasvári Homok F., Ostffyasszonyfai Kavics F.) a Kisalföld medencéjében eléri a 300 m-t, a Duna–Tisza közén Budapest alatt a 20–25 m-t, Kecskemétnél (Kecskeméti Kavics F.) a 200–250 m-t, Csongrádnál (Csongrádi Homok F.) az 500–600 m vastagságot. A Sajó durvaszemű hordalékkúpja mintegy 200 m vastagságú.

Ez a durvatörmelékes összlet képviseli az ország legfontosabb hidegvíz tárolóját. Egy részét felszínen, vagy felszínközelen találjuk: Kemeneshát, Bakony előtere, Budapest környéke. A hegységperemi kisebb hordalékkúpok is több helyen megtalálhatók, néhány m-től 20 m-ig terjedő vastagságban. Az Alföld belseje felé a szemmagyság csökken: a Zagyva torkolatánál 100 m, a Körös-medencében 400–500 m, Csongrádnál 500–600 m vastag a finomszemű folyóvízi üledék, mely finomhomok, iszap, agyag váltakozásából áll.

A folyóvölgyek egyik, vagy mindkét oldalát – a folyó esésvonalát nagyjából követő – kavicsteraszkok kísérik. Általában néhány méter vastagságúak, anyaguk kavics, vagy kavicsos homok –, a völgyoldalon felfelé időszedő korúak. Az idősebbek rendszerint csak foszlányokban maradtak meg. Folyóvízi terasz kavicsok ismeretesek a Duna mentén, jelentősebbek még a Hernád, a Sajó és a Rába teraszai.

A pleisztocén kavicsmezőkkel egy időben keletkeztek a hegyvidék peremén – de alföldi fúrásokból is ismert – vörösbányák (Tengelic Vörösbánya F.). Főleg finom közetlisztből állnak, mésztelenek, vastagságuk 20 m-ig terjedhet. Fő előfordulási területeik a Dunántúl déli része, az Északi-középhegység pereméi és a Hajdúság. Ekkor keletkezhetek az Alföld medencéjében az ún. tarkaagyagok (Vésztfői Tarkaagyag F.), vagy ennek a közetváltozatnak negyedidőszakba sorolható részei (RÓNAI A. 1980).

Jellegzetes pleisztocén kori képződmény a lösz. Eolikus eredetű üledékek a medenceperemeken, a kevésbé süllyedő alföldi részeken és a hordalékkúpok magasabban maradt részein változó (10–60 m) vastagságban fejlődtek ki. A típusos lösz fő előfordulási területe a Dunántúli-dombvidék, a Mezőföld, a Duna jobb oldali magaspartja Budapesttől Mohácsig (Paksi Lösz F.) és a Monori-domság.

Az uralkodóan durva közetlisztből álló löszsorozatot közbetelepült homok- és vályogzónák tagolják. A Nagyalföldön iszaposabb, tömöttebb, vékony kifejlődésű változata mocsári lösz, vízi lösz, infúziós lösz néven ismert (Alföldi Lösz F., Orosházi Lösz F.). Tipikus előfordulása a Nagykunság és Békés.

Több negyedidőszaki képződmény keletkezése a pleisztocénban kezdődött, de képződésük folytatódott a holocénben is.

Melegvízi források mentén rakódott le a lyukacsos édesvízi mészkő (Dunaalmási Édesvízi mészkő F., Tatai Édesvízi mészkő F.), – folyóvízi teraszokhoz kapcsolódva több szintben is ismertek (Budai-, Gerecse hegység). Jelenlegi képződésük korlátozott.

A Duna–Tisza közti hátságon, a Nyírségben és kisebb területeken a Dunántúlon az eredetileg folyóvízi homok átalakult futóhomokká (Ágasegyházi Futóhomok F., Nyírbátori Futóhomok F.). Ha növényzet nem köti, a szelek ma is mozgatják.

A hegységek lejtőit borító, általában lemosott, áthalmazott, különböző genetikájú rétegek keveredéséből álló lejtőagyag, barnaföld, nyirok (Szerencsi Nyirok F.) a pleisztocénben keletkezett. Mind az Északi-Középhegységben, mind a Dunántúlon megtalálható. A holocénben is folytatódik a lejtőtörmelék, lejtőagyag, lejtőlösz kialakulása. Napjainkban antropogén hatások is segítik az áthalmazódást.

A homokterületek vízfolyásainak laposain a meszes homokdombokról összemossott és párolgással kicsapódó mésziszap (Fülöpházi Mésziszap F.) és a konkréciós típusú réti mészkő (jelentéktelen vastagságban) a holocénben képződött. A Duna–Tisza közti hátságra és a dunántúli Sárrétre jellemző képződmény.

A mocsaras, lápos mélyedésekben több helyen a növényi részek felhalmozódásából szerves képződmények – tőzeg, tőzegrész, szerves iszap (Mexikópusztai Tőzeg F., Nagybereki Tőzeg F.), agyag – keletkeztek, néhány decimétertől 8 m-ig terjedő vastagságban. Előfordulási területük a Balaton melletti Nagybe-

rek, a Kisbalaton, a Tapolcai-medence, a Fertő-tó vidéke, a Hanság, a Duna-völgy K-i széle, a Tiszántúl közepén a Sárrét és az Ecsedi láp.

Nagyon fiatal képződésűek az alföldi szikesek, ezek az intenzív öntözés, a víztározás következtében antropogén hatásra is terjednek.

A folyóvölgyekben – medrekben és ártereken – főként iszap, agyag és finomhomok rakódik le, egyedül a Duna szállít jelentősebb mennyiségben kavicsot is.

A pleisztocén, holocén képződmények jelkulcsi száma a térképen: **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.**

Az ország *földtani nagyszerkezetére* – jelenlegi ismereteink szerint – az ÉK–DNy-i csapású hosszanti főtörésrendszer jellemző. E főirányra merőleges. ÉNy–DK-i csapású haránttörések is létrejöttek, melyek tovább szabdalják az egyes földtani tömböket. A haránttörésrendszer regionálisan nem olyan szembevető, de morfológiai és mérnökgeológiai szempontból külön figyelmet érdemel, mivel általában e törési zónák dilatációsak, nyitottak; ezek választják el egymástól a középhegység egyes tagjait. A haránttörések mentén fakadnak a középhegységi karsztforrások, ezek mentén következik be a mélybányászat karsztvízbetöréseinek többsége. E törésrendszerek által fellazított kőzetekben alakult ki folyóhálózatunk jelentős része is.

## A FŐBB KÖZETTÍPUSOK, KÉPZŐDMÉNYEGYÜTTESEK MÉRNÖKGEOLÓGIAI JELLEMZÉSE

Magyarország területének földtani felépítésében részt vevő valamennyi képződmény ismertetésére nem térhetünk ki, – csupán az 1:500 000 méretarányú mérnökgeológiai térképen ábrázolt – ott is több esetben összevont – kőzetváltozatok rövid jellemzését adjuk.

A fontosabb kőzettípusok, képződményegyüttesek tárgyalásánál a hazai kőzetfizikai és mélyépítési gyakorlatban, mérnökgeológiai térképezésben alkalmazott osztályozást, részben a Nemzetközi Mérnökgeológiai Egyesület (IAEG) munkabizottsága – MATULA, M.–DEARMAN, W. R. et al. 1979 – által a mérnökgeológiai térképezéshez kidolgozott nevezéktant igyekeztünk követni.

A hazai szabványelőírások (MSZ 15004–64) kissé önkényes módon az alábbi csoportosítást alkalmazzák, melytől mi eltekintettünk:

	nyomószilárdság MPa	határfeszültség MPa
nagy szilárdságú	$\geq 25$	4–6
közepes szilárdságú	5–25	0,8–4
kis szilárdságú	$\leq 5$	$\leq 0,8$

### 1. Szilárd kőzetek ( $\sigma_{co} > 50$ MPa)

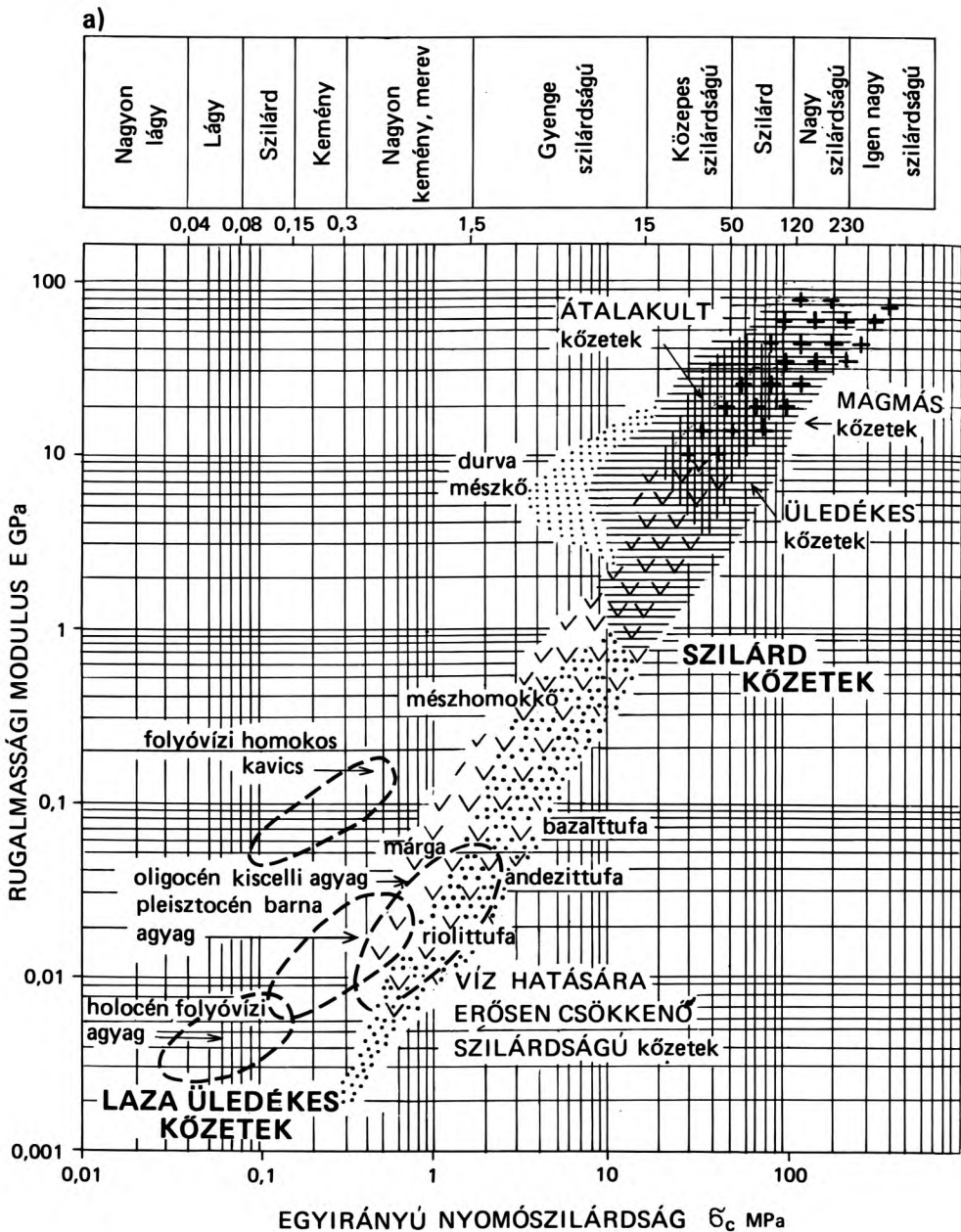
Tömör szövetű, nagy szilárdságú, a geotechnikai gyakorlatban „szikla talajok” elnevezéssel jelzett magmás, részben üledékes, átalakult kőzetek tartoznak ide az IAEG csoportosítása szerint.

### 2. Közepes szilárdságú, „átmeneti” kőzetek ( $\sigma_{co} = 1,5–50$ MPa)

Víz hatására szilárdsági és időállósági tulajdonságaikat nagymértékben megváltoztató, részben képlékeny – így a laza üledékes kőzetekhez átvezető – állapotba kerülő kőzetek (9. ábra a, b). A nagy porozitású vulkáni tufák, durva mészkő, márga, meszes kötőanyagú homokkő a típusos képviselője. Megnevezésük, geotechnikai minősítésük nem egységes.

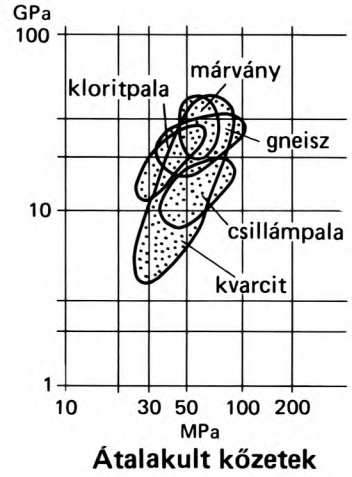
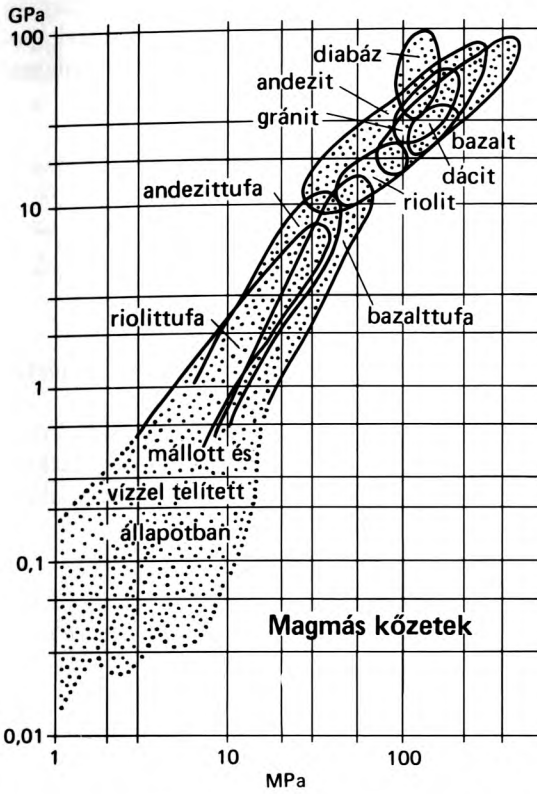
### 3. Kis szilárdságú kőzetek ( $\sigma_a < 1,5$ MPa)

Laza üledékes kőzetek, melyek a geotechnikai gyakorlatban „talaj” elnevezéssel szerepelnek: kavics, homok, lösz, iszap, agyag, tőzeg stb.

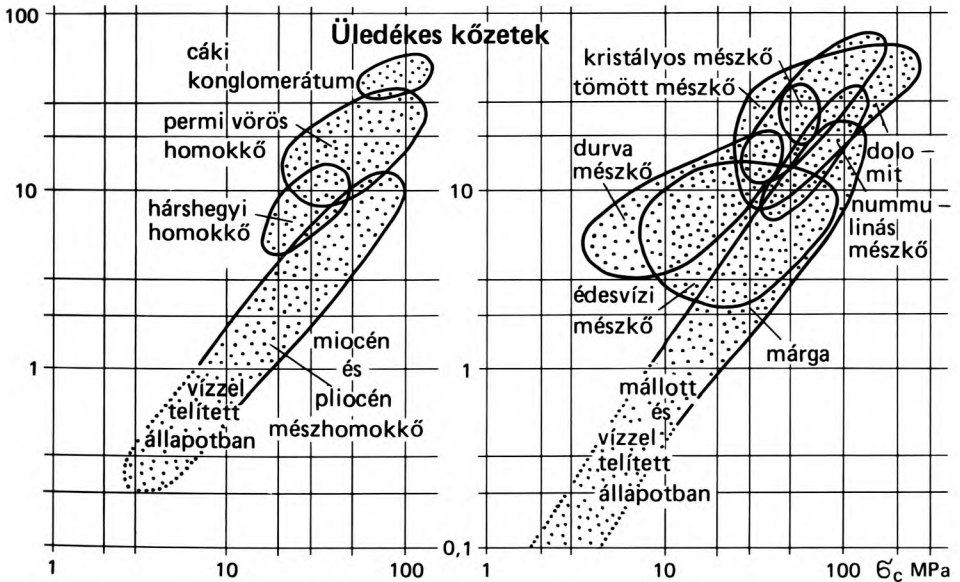


9. ábra (a, b). A kőzetek szilárdság szerinti osztályozása az IAEG (1981) nyomán





b)



Alapozási, mélyépítési munkáknál határfeszültségi alapértékek alapján csoportosítják őket, külön besorolás nélkül. A hazai mérnökgeológiai térképezési gyakorlatban (pl. Miskolc, Eger, Balaton környék) az alábbi besorolással szerepelnek:

	határfeszültségi alapérték
	kPa
igen jó teherbírású	> 500
jó teherbírású	300–500
közepes teherbírású	200–300
kis teherbírású	100–200
kedvezőtlen (alapozásra alkalmatlan) teherbírású	< 100

Ezen értékek nagy mértékben a kőzet víztartalmának függvényei, így térképi ábrázolásnál, minősítésnél erre is figyelemmel kell lenni.

Az 1:500 000-es méretarány adta lehetőségek mellett a laza üledékes közetknél a szilárdsági minősítésben összevonást alkalmaztunk, egyben térképi jelkulcsban jeleztük a talajvíz alatti helyzetben jelentkező minőségi leromlást, kategória-változást.

A mérnökgeológiai jellemzésnél alkalmazott jelzések magyarázata:

<i>betűjel</i>	<i>megnevezés</i>	<i>mértékegység</i>
c	kohézió	kPa
d	szemcseátmérő	mm
e	hézagtényező	–
E	rugalmassági modulus	GPa
$\epsilon$	erőirányú alakváltozás	%
$\varphi$	súrlódási szög	fok
$\gamma_d$	száraz térfogatsúly	kN/m <sup>3</sup>
h	szemcsehosszúság	mm
$I_c$	konzisztencia index	–
$i_m$	fajlagos roskadási tényező	–
$I_{om}$	szervesanyag-tartalom	tömeg%
$I_o$	szeizmikus intenzitás MSK–64	fok
$I_p$	plasztikus index	tömeg%
k	áteresztőképességi együttható	cm/s
l	levegő-tartalom (fázisösszetétel)	térfogat%
M	összenyomódási modulus	MPa
Md	közepes szemcseátmérő	mm
n	hézagtérfogat	térfogat%
O	osztályozottság	–
q	anyagsűrűség	g/cm <sup>3</sup>
S	telítettség	–
s	szemcse szélesség	mm
	szilárd (fázis-összetétel)	térfogat%

$\sigma_c$	egyirányú nyomószilárdság	kPa, MPa
$\sigma_{co}$	egyirányú nyomószilárdság légszáraz állapotban	MPa
U	egyenlőtlenségi mutató	–
v	szemcsevastagság	mm
	víztartalom (fázisösszetétel)	térfogat%
w	természetes víztartalom	tömeg%
$W_L$	folyási határ	tömeg%
$W_p$	plasztikus (sodrési) határ	tömeg%
$Zs_1$	lineáris zsugorodás	%

## SZILÁRD KÖZETEK

### PREKAMBRIUMI ÉS ÓKORI KÉPZŐDMÉNYEK

#### Csillámpala, fillit, gneisz (31)\*

Magyarország területén a legidősebb földtani képződmények. Felszíni elterjedésük a Keleti-Alpok nyúlványában, a Soproni-hegységben a legjelentősebb. Felépítésükben több kőzetfajta – gneisz, csillámpala, fillit, szericitpala, kvarcitpala – vesz részt. (A közeli Kőszegi-hegységi mészcillámpala, mészfilit és „cáki” konglomerátum-összlet az újabb vizsgálatok szerint jura, ill. alsókréta időszaki.)

A kristályos palák többi – foltszerű – felszíni kibúvása a Balaton-felvidéken – Badacsonytomaj, Alsóörs, Balatonfőkajár, majd a Szárhegy és a Somló vonulaton át a Velencei-hegység gránittömegének szegélyéig követhető; fillit, agyagpala, kvarcitpala kifejlődésben. A Mecsek hegységben Ofalu és Pécs határában fillit, agyagpala, míg ÉK-en a Zempléni-hegységben Vilyvitány és Felsőregmec környékén szericites kvarcitpala, csillámpala kifejlődésben jelenik meg.

A kristályos palák metamorf (átalakult) kőzetek. Minőségi tulajdonságuk a metamorfózist szenvedő kőzet összetételétől és a metamorfózis mértékétől függ. A rétegösszlet általában erősen gyűrt, pikkelyes szerkezetű tömegeket alkot. A sok csillám lerontja a kőzetek állékonyságát, de az oszlopos kifejlődésű amfibolok, piroxének növelik szilárdságát, szívósságát és időállóságát. Jellemző az 1%-nál kisebb hézagterfogat és a nagy sűrűség. Vízfelvevő képességük igen csekély.

\* A kőzetnév mögött szereplő szám a képződmény mérnökgeológiai térképi jelkulcsának száma.

A kristályos palákból aránylag kevés kőzetfizikai vizsgálat készült (2. táblázat). Több adat származik a mélyfúrások mintáinak vizsgálatából, azonban a nagy mélység miatt ezek mérnökgeológiai szempontból érdektelenek.

2. táblázat

A felszínen előforduló kristályos palák kőzetfizikai jellemzői

Kőzet, lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízrel telített MPa
gneisz (biotitos), Sopron	2,64	0,48	73,0	57,4
gneisz (muszkovitos), Sopron	2,66	0,87	44,2	37,1
kloritpala, Felsőcsatár	2,95	1,59	58,3	34,5
zöldpala, Felsőcsatár	2,78	0,59	108,2	118,8
mészfillit, Cák	2,81	1,05	92,6	63,7
mészcsillámpala, Cák	2,76	1,05	92,6	
kvarcitpala, Kőszeg	2,57	2,43	49,0	22,0

A kristályos palák elvileg nagy szilárdságú kőzetek, így alapozásra kiválóan alkalmasak lennének, de tektonikailag nagyon igénybe vettek, s ez szilárdsági tulajdonságaikat erősen lerontja.

Felhasználásuk elsősorban az építőiparban történik, főleg helyi jelleggel. Legfontosabb a gneisz, amelyet útépités, támfal és épületalap céljára ma is termelnek. Jóval kedvezőtlenebb a csillámpala, fejtését be is szüntették. A fillit vékony lemezessége miatt hasznosításra alig kerül, esetenként asztal- és szigetelőlap, lépcsőfok készül belőle. A soproni leukofillit durvább őrleményét újabban a tetőfedésre gyártott kátrányos hengerelt áruk beszórására is felhasználják. De érdeklődés mutatkozik festékipari (egyes festékek telítőanyaga), mezőgazdasági (növényvédő szerek vivőanyaga) és finomkerámiai hasznosítására is. A „cáki” konglomerátumot esztétikus külleme miatt díszítőkönek és útépitésre használják. A mészfillit és mészcsillámpala üde és tömött változatai kedvelt lábazati és falazókövek.

A kristályos palák víztározás szempontjából elsősorban csak a medencealjzatban jöhetnek számításba, ahol az egykor felszínen lévő mállott, felaprózódott zónájukra transzgressziós alapkonglomerátum települt, amellyel egységes hidrodinamikai rendszert alkotva, vizet szolgáltatnak. Erre példa a Dunántúlon Babócsa, Szombathely, Szigetvár, Balatonhídvég, az Alföldön Biharnagybajom, Túrkeve, Battonya.

### Gránit és telérközetek (30)

A gránit (és a telérközetek) összefüggő felszíni kifejlődésben a Velencei-hegység főtömegét alkotják. Uralkodóan biotitgránit, melyet nagy, ÉÉK–

DDNy-i csapásirányú hasadékokba nyomult gránitporfir, mikrogránit, apilit, pegmatit és kvarctelések szelnek át.

Másik felszíni előfordulása a Mecsek hegység DK-i előterében elhelyezkedő ún. Baranyai-sziget (Mórág, Véménd, Erdősmecske, Fazekasboda) területe. Itteni kifejlődése ortoklász-biotitgránit, porfirós szövettel, nagy rózsaszínű földpátokkal. Gyakoriak az apilit telések, alárendelten granodiorit és szienit (Geresd) is előfordul. Az uralkodó elegyrészek szerint a gránit színe különböző lehet: általában világosszürke, rózsaszínű, vörös, vagy zöldesfehér.

A gránit kristályos szemcsés, tömeges kőzet, így szilárdsága minden irányban lényegileg azonos. Az aprószemű gránitok – főleg ha kevés csillámot tartalmaznak – igen nagy szilárdságúak, a durvaszemcséjű változatok szilárdsága kisebb. Kedvezőtlen az egyenlőtlen hőkiterjedés miatti szétrepedezése és a szemcsék kihullása. Ha a kőzetben sok a kvarc, akkor a földpát kihullása nem annyira káros, mert a kvarckristályok összefüggő hálózata még mindig elég nagy szilárdságot biztosít. Az amfibol és augit jelenléte növeli a gránit szilárdságát (3. táblázat). Többnyire pados elválású, gyakran a padok igen vastagok, így nagy tömbökben fejthető. Ha az elválás a padokra merőleges síkban történik, akkor kockaszerű tömbökre hasad szét.

3. táblázat

A gránit kőzetfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Velence	2,61	0,4–0,7	78–163	59–131
Sukoró	2,63	0,9–1,6	98–130	80–125
Székesfehérvár*	2,53	0,5–1,3	105–165	95–110
Erdősmecske	2,69	0,2–0,8	76–195	69–105
Mórág	2,66	0,5–1,1	75–103	58–93

\*apilit

Az éghajlati tényezők hatására a gránit lassan mállik. Először a biotit bomlik, fakul. Az erős mállás során *gránitmurva* keletkezik. A szálban álló gránit mállását nagyban elősegítik az elválási hasadékok, amelyek mentén a víz (jég), a levegő könnyen és mélyen behatol a kőzetbe.

A *szienit* a gránittól alig különbözik. Előfordulása, tulajdonságai és felhasználása a gránitéhoz hasonló, de jóval ritkább kőzet (Mecsek hegységben Fazekasboda).

A szálban álló, üde gránit nagy szilárdságú kőzet. Hazai gránitjaink nem a legjobb minőségűek, mert repedezettek és mállottak, ezért jelentős műszaki beavatkozás esetén előzetes feltárásuk, vizsgálatuk szükséges.

A jó minőségű gránitot nagy szilárdsága, színe és tartóssága folytán, továbbá, hogy sok helyen tömbökben fejthető, a legkülönbözőbb építészeti célokra

használják (díszítőkő, szoboralapzat, lábazatkő, lépcsőfok, járdaszegély). A mecseki gránit nagy rózsaszínű földpátjai miatt esztétikus, kedvelt díszítőkő. A Velencei-hegység gránitjának földpátja kaolinosodott. Székesfehérváron az ellenálló gránitplitot termelik. A gránitmurvát utak felszórására és vasúti peronok felhíntésére használják.

Tömörsege miatt a gránit nem tároz vizet. Vízföldtani jelentősége abban az esetben lehet számottevő, ha felszínét nagyobb vastagságban málladéka, a gránitmurva borítja. E törmelék szivacszerű, jó víztartó képződmény, a Mórág környéki községek vízellátását ez biztosítja. Medencealjzatban is jelentős vízáradó lehet (Szigetvár).

### Mészkö, kristályos mészkö (29)

Nagyobb felszíni előfordulása a Bükk hegységtől É-ra, az Upponyi- és Szendrői-hegység területén jellemző. A mészkö erősen tört szerkezetű, pados kifejlődésű, fehér és szürke színű, kristályos szövetű. A Bükk hegységben kisebb vastagságban bitumenes, sötétszürke kifejlődésben jelenik meg. A Dunántúlon, a Szárhegyen száz métert meghaladó vastagságú a fehéresszürke, kristályos szövetű mészkö. (Kisebb foltokban – részben konglomerátumban feldolgozva – a Kőszegi-hegység területén is felszínre kerül.)

Félig, vagy egészen kristályos szövetű mészköveink általában vastagpados kifejlődésűek, durvaszemcséjűek, erősen tört szerkezetűek. Szemcséik csaknem hézag nélkül kapcsolódnak egymáshoz, ezért pórusterfogatuk kicsi (4. táblázat).

4. táblázat

**A kristályos mészkövek kőzetfizikai jellemzői**

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Rakaca	2,65	0,8–2,9	65–68	59–65
Polgárdi Szárhegy	2,67	0,2–0,7	50–84	30–55

Építésföldtanilag – kis felszíni elterjedésük miatt – nem jelentősek. Litoklázisokkal sűrűn átjárt szerkezetük miatt építőipari hasznosításuk is korlátozott. A kisebb tömbökben fejthető szürke-sávós rakacai márványt díszítőként fejtették, ma termelése megszűnőben van. Paleozoos mészköveinknek elsősorban kohászati adalékanyagként van jelentőségük.

A kristályos mészkö tömörsege folytán nem víztározó. Erősen tört, nagyobb elterjedésű medencealjzati kifejlődése helyenként lehet vízáradó is (pl. Bük: gyógy- és strandfürdő).

## Homokkő, konglomerátum, agyagpala (28)

Az előzőknél jelentősebb, helyenként igen nagy vastagságú kifejlődésben ismert képződményegyüttes.

Fő előfordulása a Nyugati-Mecsek, melynek főtömegét alkotja, 1500 m-t meghaladó összvastagságban. Alján helyi anyagok áthalmozásából eredő durva konglomerátum van, mely laza kötésű vörös és szürke homokkőbe megy át. Keresztrétegzett, gyenge koptatottságú anyaga helyi, illetve közeli eredetű, gyakori a nagy földpáttartalmú, arkózás kifejlődése.

Másik fő előfordulása a Balatonfelvidék. Szintén helyi anyagok feldolgozásából eredő, durva kifejlődésű rétegekkel indul, mely közép- és finomszemű szárazföldi sorozatba megy át. A kőzetösszetétel Kővágóörs vidékén 300–350 m, Balatonalmádi területén 100–150 m vastagságú, dolomitos, kovasavas, limonitos kötőanyagú, pados kifejlődésű. Homokkőpadjai közé laza, agyagos, csillámos, kőzetlisztes rétegek települnek, ezek a rétegsor állékonyságát megbontott rézsűkben nagymértékben lazítják, már több mozgást idéztek elő (Balatonalmádi). Az Északi-középhegység területén, a Bükkben 50–100 m vastagságú vörös, zöldesszürke homokkő, palás homokkő és homokos agyagpala kifejlődése ismert. A Szendrői- és Upponyi-szigethegységben ugyancsak palás homokkő formában fejlődött ki, itt elterjedése foltszerű.

A homokkő színe általában a kötőanyag színétől függ. A kovasav, kalcit, dolomit, vagy a kaolinit kötőanyagú homokkő fehér. Limonitot, hematitot tartalmazó kötőanyag a homokkövet vörös, sárga, barna színűre festi. Bitumenes anyagok szürkés, feketés színt kölcsönöznek. A színek sokszor rétegenként, vagy rétegcsoportonként változnak. A kötőanyag és a szemcsék egymáshoz viszonyított helyzete alapján sok szövetfajta különböztethető meg. A kőzet szilárdsága, keménysége, ellenállóképesége főként a kötőanyag minőségétől, mennyiségétől és eloszlásától függ. A legnagyobb szilárdságú és legellenállóbb a kovasavas kötésű homokkő (5. táblázat).

5. táblázat

**A homokkő kőzetfizikai jellemzői**

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Alsóörs	2,48	1,8–3,6	71–101	58–69
Balatonalmádi	2,46	0,8–2,7	62–91	57–69
Balatonrendes	2,49	1,1–3,4	46–71	34–65
Cserkút-Jakabhegy	2,61	0,8–1,3	78–130	61–99

Ugyanazon homokkő nagyobb tömegében sokszor igen nagy különbségek lehetnek a kőzet rétegei között, sőt ugyanazon rétegen belül is. Építésföldtani szempontból fontos a szemcse nagyság, az esetleges betelepülések, a helyenkénti

konglomerátumos vagy breccsás kifejlődés, az alapanyag, az elválás és a repedettség ismerete.

A homokkő jól megmunkálható, faragható, esztétikus, így támfal, épület-és kerítéslábazat készítéséhez gyakran felhasználják.

A homokkő gyakorlatilag vízzáró, de erősen töredezett padjai, illetve a közbetelepült laza közetlisztes rétegek vizet tárolhatnak. A Nyugati-Mecsek területén a K–Ny-i tengelyű antiklinálisba gyűrt homokkőösszlet hasadékvizet tárol, mely a déli előtér rétegvizeit táplálja (Pécs: Pellérdi, Tortogyói vízmű).

### TRIÁSZ, JURA, KRÉTA KÉPZŐDMÉNYEK

#### Tömött mészkő, dolomit, márga (27, 26, 25)

Középhegységeink területén – Bakony, Vértes, Gerecse, Budai-, Pilis, Mecsek, Villányi- és Bükk hegység – nagy elterjedésű összlet; a Bakony, Mecsek és Bükk hegységben több ezer méter vastagságban fejlődött ki. A tömör mészkő, dolomit és márga időben (földtani középkor: triász-jura-kréta) és térben azonos helyzetű, így átnézetes térképi ábrázolásban elkülönítésük körülményes.

A *mészkő* tiszta állapotban fehér (dachsteini mészkő – Budai-, Pilis hegység), de gyakran szennyeződés következtében színes –, sárga, rózsaszín és vörös (Villányi-, Gerecse hegység), vagy szürke, fekete színű (Mecsek, Bükk hegység).

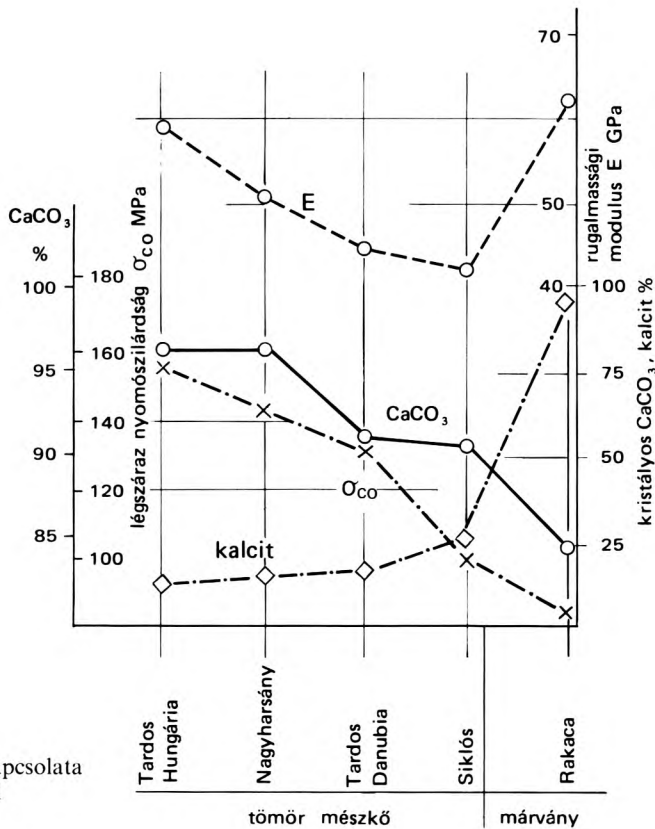
A kőzet szövete tömör, felülete sima, kagylós törésű. Általában pados, réteges kifejlődésű. Néhol kalciterek járják át, vagy ősmaradvány vázak rajzolata, metszete növeli a kőzet esztétikai értékét (10., 11. ábra). Szilárdsági, időállósági tulajdonságai kedvezőek (6. táblázat). A víztartalom azonban kis mennyiségben is – akár 1% alatt is – mintegy 20%-kal csökkentheti a kőzet szilárdságát.

A *dolomit* tömeges megjelenésű kőzet. Hasonlít a tömör mészkőhöz, azonban ridegsége miatt erősen tört, éles-sarkos a felszíne és tompa fényű (matt). Apró törmeléke a dolomitmurva, de lehet porló, lisztes szerkezetű is.

Szilárdsági szempontból általában kedvezőbbnek kell tekinteni a dolomitot, mint a mészkövet (7., 8. táblázat), de a kalcitnál lényegesen merevebb dolomitásvány kristályrácsa töréses-rideg kifejlődést eredményez (12. ábra). Szilárdsági értékei szerkezetének megfelelően elég eltérőek.

A földtani középkor – főleg a triász időszak – tömör mészköveire és dolomitjaira jellemző az elsődleges, vagy mátrix-porozitás hiánya. A hézagokat – a víztároló hézagterefogatot – a kőzetösszlet tektonikus töredezettsége és az oldódási, karsztosodási folyamatok alakították ki. E másodlagos hézagosság a tapasztalatok szerint 0,01–7% között változik, legerősebb az összlet felső néhány száz méteres karsztosodott zónájában.





10. ábra.  
A szilárdság és alakváltozás kapcsolata  
a CaCO<sub>3</sub> és kalcit tartalommal  
(GÁLOS M. et al. 1968)



11. ábra. A gerecsei vörös mészkőből készült visegrádi Mátyás-kút

A tömör mészkő kőzetfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízrel telített MPa
Piszke	2,44	0,7–2,5	35–164	36–99
Tardos	2,46	0,1–0,3	127–163	58–105
Szomód	2,60	1,3–1,9	108–187	136–155
Tatabánya	2,68	0,8–1,6	105–167	76–138
Tinnye	2,74	0,1–0,8	114–162	103–179
Budapest	2,64	1,2–2,8	78–144	87–103
Budaörs	2,52	0,2–2,2	89–178	67–132
Mór	2,84	0,9–1,8	135–187	49–104
Zirc	2,65	0,2–0,7	69–124	53–108
Eplény	2,78	0,1–0,8	53–148	81–180
Csesznek	2,71	0,8–1,2	73–171	68–110
Szentgál	2,68	0,3–1,0	158–196	96–132
Bükkösd	2,69	0,1–0,3	54–156	49–71
Pécs	2,56	0,8–1,2	78–96	67–80
Abaliget	2,71	0,0–0,8	68–81	67–76
Gorica	2,74	0,1–0,6	71–83	76–98
Máriagyűd	2,75	0,1–0,3	62–145	82–121
Siklós	2,75	0,1–0,8	61–177	60–115
Nagyharsány	2,71	0,1–0,4	91–142	67–153
Villány	2,71	0,1–0,4	86–176	86–135
Felnémet	2,72	0,1–0,5	101–150	82–115
Felsőtárkány	2,71	0,3–0,8	92–144	82–115
Nagyvisnyó	2,69	1,6–2,5	75–110	68–102
Szalonna	2,82	0,1–0,2	109–148	81–88
Tornanádaska	2,80	0,1–0,2	63–147	60–113

A karsztosodás mértéke a klimatikus tényezők, a tektonizáltság és a földtani idő mellett nagymértékben függ a kőzet szövetétől is. A tömör kőzet karsztosodása nehezebben indul, de az összetétel átszelő kőzetrések mentén a folyamat felgyorsul. Az erősen rétegzett, lemezes kőzet esetében a réteglapok menti vízmozgás lép előtérbe, itt viszont gyakori az agyagos szennyeződés, ezért bennük általában csak szűk, hasadék jellegű járatok alakulnak ki.

A tömör mészkő és a dolomit építésföldtanilag azért jelentős, mert sok építményt alapoztak rá (Budai-hegység, Veszprém nagy része). Alapozás szempontjából aránylag kevés problémát okoznak. Egy időben a mállott dolomitot kedvezőtlennek tartották, tapasztalat szerint azonban alapozásra a jó teherbíró kavicssal egyenértékű (SZILVÁGYI I. 1965).

A tömör mészkő felhasználása széles körű, a kőzet jól megmunkálható, fűrészelhető, faragható, csiszolható, fényezhető; ezért a kőfaragó iparban (szobrászat, díszítőkéőipar) „márványként” is – piszkei, tardosi, siklósi – forgalomba kerül. Az építőiparban teherviselő elem, lábazati kő, padló-, lépcső-, és falburkoló lap. Felhasználják a mész- és cementgyártás nyersanyagaként, szennyvíz-

tisztításra, talajjavításra és hasznosítja a kohászat is. Középhegységeinkben számos kőbányában termelik.

A dolomit felhasználása korántsem olyan széles körű, mint a mészkőé. Főleg útépitési zútottkőként, valamint betonadalékanyagként hasznosítják. Ez utóbbi területen előnye, hogy a dolomit a cementtel kémiai kötésbe is kerül. Apró törmelékét – a dolomitmurvát – elterjedten használják parkok, kerti utak felszórására.

A törésekkel szabdalt és karsztosodott mészkő–dolomit összlet hazánk legjelentősebb hideg- és melegkarsztvíz tározója. Több forrás, illetve fúrás olyan

7. táblázat

A dolomitok köztétfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfel- vétel v%	Nyomószilárdság		
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa	
Balatonfüzfő	2,26	6,1–9,6	62– 83	76– 80	
Iszkaosztgyörgy	2,81	1,3–3,2	103–138	98–129	
Piliscsaba	2,49	3,9–4,1	82–103	71–102	
Budapest	2,53	1,8–3,4	26–116	25– 92	
Kövesd	2,83	0,3–0,5	120–196	158–175	
Bükkösd	2,68	0,9–2,7	127–181	119–175	
Hetvehely	2,56	2,8–7,2	68–129	39– 98	
Keszthelyi-hegység,	{	átl.	2,75	1,3	88
Balatonfelvidék,		min.	2,60	0,3	25
Bakony hegység		max.	2,84	3,5	224
Vértes hegység,	{	átl.	2,76	1,8	85
Gerecse hegység		min.	2,49	0,6	38
		max.	2,86	5,7	152
Pilis hegység,	{	átl.	2,63	2,2	103
Budai-hegység,		min.	2,29	0,5	26
Váci rögök		max.	2,70	5,6	176
Bükk hegység	{	átl.	2,79	1,0	151
		min.	2,74	0,5	72
		max.	2,84	2,1	229
Észak-borsodi karszt	{	átl.	2,74	1,3	110
		min.	2,61	0,5	20
		max.	2,80	3,9	221
Mecsek hegység	{	átl.	2,76	1,1	99
		min.	2,63	0,4	–
		max.	2,85	1,6	–
Villányi-hegység	{	átl.	2,71	1,9	181
		min.	2,55	1,0	124
		max.	2,82	2,9	221

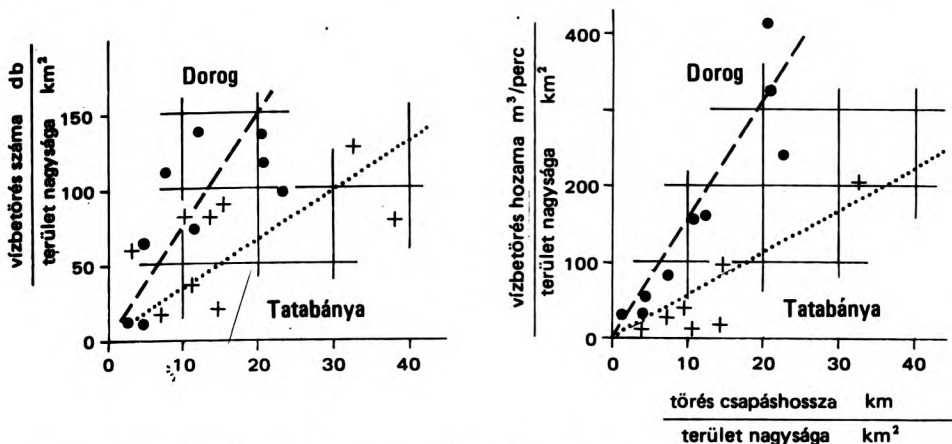
VITÁLIS GY. – PUSKÁSNÉ HÖGYES I. (1981) adatai

Típus	Lelőhely		Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfel- vétel v%	Nyomószilárdság		Húzószilárdság	
					légszáraz MPa	vízrel telített MPa	légszáraz MPa	vízrel telített MPa
tömör	Abaliget	átl.	2,71	1,97	129	126	7,3	5,0
		min.	2,66	1,60	111	102	3,3	2,6
		max.	2,74	2,70	148	146	12,6	6,7
	Bükkösd	átl.	2,68	1,41	159	142	7,2	8,3
		min.	2,63	0,90	127	119	2,6	4,3
		max.	2,71	2,70	181	175	9,7	13,0
kissé töredezett	Abaliget	átl.	2,67	2,14	100	91	5,8	7,3
		min.	2,64	1,82	48	55	4,1	6,3
		max.	2,71	2,44	143	135	6,7	8,5
töredezett	Bükkösd	átl.	2,58	3,29	58	38	3,8	2,9
		min.	2,48	1,77	54	33	2,9	2,2
		max.	2,69	4,79	71	76	4,9	3,5
	Hetvehely	átl.	2,56	4,19	81	73	3,1	2,8
		min.	2,43	2,80	42	37	1,0	1,0
		max.	2,66	7,20	135	98	5,1	4,9



12. ábra. Törésekkel, köztérsekkel szabdaltnak a Budai-hegységben

jelentős vízhozamú, hogy nagyobb város, ipartelep vízellátásában számottevő, vagy egyedüli szerepet tölt be (Várpalota, Inota, Veszprém, Eger, Miskolc). Hévízfeltárás szempontjából is jelentősek: egyrészt bőséges vízhozammal tűnnek ki, másrészt a hazai legmelegebb, 90 °C-ot is meghaladó hőmérsékletű termálvizeket nyerjük belőle (Zalakaros, Tura, Sajóhidvég). Ugyanakkor utalnunk kell arra, hogy a Dunántúli-középhegység területén folytatott bauxit és barnaszén mélybányászat komoly vízbetörési gondokkal küzd (13. ábra).



13. ábra. A mészkövek töredezettsége és a bányavízbetörések kapcsolata (WILLEMS T. 1973)

### Agyapala, kovapala, homokkő (24)

Kevésbé általános elterjedésű kőzetösszlet. A triász időszi agyapala és homokkő a Balaton-felvidéken és a Déli-Bakonyban ÉK–DNy-i vonulatot képez. Meszes, lemezes elválású homokkő, vékony tarka agyapala, konglomerátum és márgapalás kifejlődés jellemzi. A Mecsek hegységben Pécestől K-re keskeny vonulatban fejlődött ki a homokkő- és agyapalaösszlet. Aránylag nagyobb elterjedésű a Nyugati-Bükkben, jellemző felszíni kifejlődése a lemezes elválású, selymes fényű agyapala, zöldesszürke homokkő közbetelepülésekkel. A pala erősen tört, felaprózódott, gyakran levelesen elváló, felszínen erősen málló (14. ábra). A DNy-i Bükk agyapalája – az újabb földtani vizsgálatok szerint – jura korú.

A jura időszi agyapala és homokkő a Keleti-Mecsekben több mint 2000 m vastagságú összlet, mely elsősorban a feketeköszén mélybányászatát érinti. Az összlet palás homokkő, agyapala, bitumenes, csillámos pala, lilásvörös lemezes homokkő, agyagmárga, márgapala változásából áll.

Építésföldtani szempontból a kőzetösszlet helyi jelentőségű, mivel felszíni előfordulása korlátozott. A pala a legtöbb helyen a felszínen erősen felaprózó-



14. ábra. Erősen tört, levelesen elváló agyagpala a szarvaskői útbevágásban

dott, mállásnak indult; víz hozzájutásával felszínmozgások kiváltója lehet (Mónosbél, Szarvaskő, Felsőtárkány). A palás agyag általában tömör ( $e=0,38-0,48$ ), de szilárdsági vizsgálatra alkalmatlan, mintát nem lehet belőle kialakítani. Felszíni részén agyagosan mállott, fellazult, víztartalma  $7-13\text{ v}\%$ , de elérheti a  $18-26\text{ v}\%$ -ot is, ilyen esetben gyenge képlékenységgű ( $I_p=6-83\%$ ).

Építőipari hasznosítása nem jelentős, a meszes, csillámos homokkővet helyi jellegű építőanyagként termelik, az agyagpala kitermelése a Bükk D-i peremén, Kisgyőrön folyik.

Vízárózás szempontjából nincs jelentősége, általában vízzáró képződményegyüttes. A Bükk hegység DNy-i részén, az Eger- és Tárkányi-patak vízgyűjtőterületén jelentős elterjedésű, itt a lefolyást növeli, így helyi árvízi elöntések okozója lehet.

### Diabáz, gabbró (23)

A nagy kéregszerkezeti mozgásokhoz kapcsolódó vulkáni tevékenység termékei. Jellemző területük a Bükk hegység DNy-i része, a Szarvaskő–Bátor–Egerbakta ÉK–DNy-i csapású vonulata (15. ábra). Többnyire szubvulkáni kifejlődésűek.

A gabbró általában sötét színű kőzet. Legfontosabb ásványa a szürke színű plagioklász. Színes ásványai leginkább piroxének, olivinek, esetleg zöldesfekete



amfibol és biotit. A gabbrótömegben – sávos elrendezésben – különböző kőzet-típusok jelennek meg. Ezek közül az ultrabázisos wehrlit jelentős vas-, titán- és vanádium-tartalmával érdemel különös figyelmet. A gabbró könnyen mállik, a színes elegyrészek kloritosodnak, kaolinosodnak, vagy szerpentinesednek. Műszaki szempontból kevésbé értékes a sok, erősen bázisos plagioklász, sok olivint vagy másodlagosan képződött kloritot tartalmazó és zúzódott gabbróváltozat. Az apróbb szemcséjű gabbró szilárdsága nagy (némelyiké 350 MPa), a nagy szemcséjűé kisebb (mintegy 100 MPa).



15. ábra. A szarvaskői bázitokban alakult ki az Eger-patak szurdokvölgye

Kisebbségi diabáz–diabáztufa előfordulások a Bükk és a Rudabányai-hegységben, valamint a Bakonyban és Mecsekben ismeretesek. A Mecsek-hegységben aránylag nagyobb tömegben trachidolerit és tufa változata is megtalálható. Színe szürkésfekete, zöldesfekete. Alapanyagában beágyazásként plagioklász, amfibol, piroxén, ritkán biotit és olivin figyelhető meg. A kőzet elválása többnyire vékonypados vagy gömbös. Nagy szilárdságú kőzet: 180–260 MPa. A gabbró és diabáz tömeges megjelenésű, szívós, nehezen megmunkálható, de kedvező a szilárdsága és időállósága (9. táblázat).

Építésföldtani problémát hazai viszonylatban nem jelentenek.

Felhasználásuk főleg az útépítésben történik: elsősorban zúzottként útkavicsolásra, vasúti ágyazatba, de útburkolásra kockák alakjában is igen jók.

A magmatitok kőzetfizikai jellemzői

Kőzet, lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
gabbró, Szarvaskő	2,78	1,2–3,0	200–350	184–290
diabáz, Tardosbánya	2,69	0,3–1,2	140–148	105–113
Egerbakta	2,71	0,5–1,2	165–210	138–170
Kárász	2,56	0,8–1,1	102–110	94–101

Épületlábazat és támfal építésére is kedvelt anyag. Mivel jól csiszolható, fényezhető, díszítőkönek mindkét kőzet alkalmas, de ritkán hasznosítják, mert nehéz megmunkálni.

Tömör, vizet nem tároló kőzetkifejlődés, helyenként kis vízhozamú források (Szarvaskő) fakadnak belőlük.

## EOCÉN, OLIGOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK

**Főnummulinás mészkő (22)**

A Dunántúlon a Bakony, Vértes- és Budai-hegységben, az északi ország-részben a Bükk hegység D-i oldalán (Eger) és Miskolc térségében jellemző.

A mészkő színe fehér vagy világosszürke, a felszínen sárgásszürke. Anyagának túlnyomó része ősmaradványok ép vagy összetört vázából áll. A vázelemeket kevés (néhány %-nyi) vegyi kiválású meszes kötőanyag cementezi össze. A mészkő tömör, kemény, vastagpados vagy tömeges megjelenésű. Gyakori a más anyagú – mészmárga, márga, agyag – rétegek közbetelepülése. Ezek a rétegek és gyakori mészmárgás, márgás kifejlődése szilárdságát és időállóságát kedvezőtlenül befolyásolja (10. táblázat).

A nummulinás mészkő kőzetfizikai jellemzői

Leelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Dudar	2,58	1,8–2,2	94–144	85–120
Csesznek	2,59	1,2–2,7	69–143	60–105
Budapest, Mátyáshegy	2,58	1,8–2,2	123–133	98–112
Pálvölgy	2,39	1,9–2,7	64–145	61–102
Eger	2,38	1,2–5,5	39–124	34–110

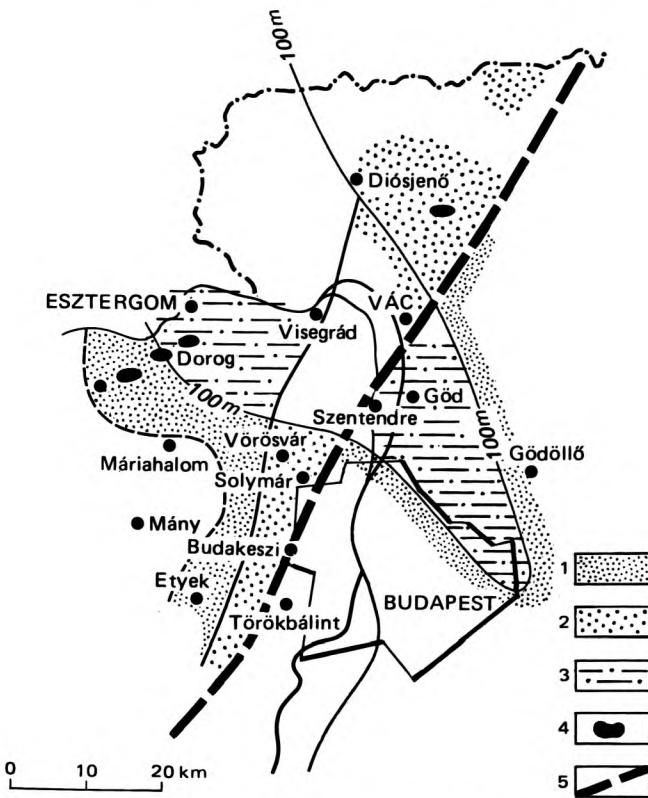


Regionális felszíni elterjedés hiányában építésföldtani szempontból helyi jelentőségű, de különben sem okoz alapozási problémát.

Felhasználása is helyi jellegű, építőanyagként épület-, kerítéslábazat készítésére fejtik. Szilárd, kemény padjai jó építőkövek – helyenként a gazdag ősmaradványtartalom miatt – csiszolva, fényezve rendkívül esztétikus díszítőkövek (pl. a Magyar Tudományos Akadémia lépcsőháza). Az eocén nummulinás mészkő gyakran a triász időszi mészkő- és dolomitösszlethez kapcsolódva fordul elő. Így esetenként azzal lényegében közös vízháztartású, ezért vízszolgáltató is lehet (Bakony, Budapest: Római-fürdő, Eger, Noszvaj).

### Kvarchomokkő (21)

Az oligocén korú összleten belül a Budai- és Pilis hegységben – Tokod, Dorog, Esztergom, Pilisszántó, Csobánka, Pilisborosjenő, Pesthidegkút, Budakeszi –, valamint a Börzsöny hegységben Vác és Diósjenő térségében jellemző kifejlődés.



16. ábra. A hárshégyi homokkő fáciesjeinek elterjedése (BÁLDI T. et al. 1976)

1. alig kovás, meszes, kaolinos homokkő, 2. erősen kovás homokkő, 3. alig kovás, vastag (>100 m), finomszemű homokkő, sok agyagos aleuritbetelepüléssel, 4. barnakőszéntelep vagy indikáció, 5. „budai vonal”

A típusos hárshegyi homokkő általában fehér vagy vörösesbarna színű, egy része erősen kovásodott, igen kemény kőzet. Gyakran durvaszemcsés, kavicsos, konglomerátumos. Kavicsanyaga – a mészkő és dolomit környezet ellenére – főtömegében kvarc és kvarcit, s részben folyóvízi, részben parti hullámverés hatására erősen görgetett. Pados vagy rétegzett, csillámszegény, gyakorlatilag mészmentes.

A homokkő kovásodásának mértéke részben földtanilag lehatárolt. Ugyanakkor a kovásodás mértéke típuson belül is elég változékony, erősen függ a tektonikai hatástól, a szemcsék méretétől és osztályozottságától. BÁLDI T. et al. (1976) vizsgálata szerint a durvább szemű homokkő anyaga jól osztályozott s nagyobb permeabilitása miatt jobban is kovásodott (16. ábra).

A nem típusos hárshegyi homokkő-kifejlődésnek csak egyes rétegei kovásodtak, sőt a kovásodás teljesen elmaradhat – ilyen helyen nagyobb az aleurit- és agyagtartalom. Ezzel a földtani adottsággal függ össze a homokkő kőzetfizikai jellemzőinek változékonyága is (11. táblázat).

11. táblázat

A hárshegyi homokkő kőzetfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízrel telített MPa
Budapest, Ezüst-hegy	2,26	3,9–5,9	51–96	38–51
Budakeszi	2,19	4,5–8,2	14–127	12–16
Úröm	2,31	2,9–5,4	104–128	87–98
Csobánka	2,18	4,7–6,0	38–78	65–82
Pilisszántó	2,23	2,6–4,4	94–149	84–128
Esztergom	2,22	3,3–6,5	13–91	13–55
Bánk	2,60	0,5–1,0	199–252	181–220
Felsőpetény	2,38	4,1–8,9	21–25	19–23
Romhány	2,21	2,1–2,8	20–32	19–21

Általában építésföldtani, alapozási szempontból megfelelő kőzet, területi elterjedése korlátozott, de Budapesten és a Dunakanyarban elterjedt épület- és kerítéslábazat, támfalanyag.

Az összlet kovásodott része gyakorlatilag vízzáró – vízföldtani (tározó) jelentősége nincs.

### MIOCÉN, PLIOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK

#### Andezit, dácit, riolit (20)

Az andezit a legnagyobb elterjedtségű magmás kőzetünk; a Dunazug hegységben, a Börzsönyben, a Cserhátban, a Mátrában és a Tokaji-hegységben tufaival együtt hegysegalkotó, de megtalálható a Mecsekben, Komlón is.

A miocén vulkánosság terméke. Változatos kifejlődésű: színe szürke, fekete, vörösbarna. Egyes változatait a színes elegyrészek szerint nevezik el, pl. biotit-andezit, amfibolandezit, piroxénandezit, stb. Porfiros szövetű kőzet, alapanyaga tömör, sokszor üveges. Jellegzetes lemezes vagy táblás, néha gömbhéjas elválású.

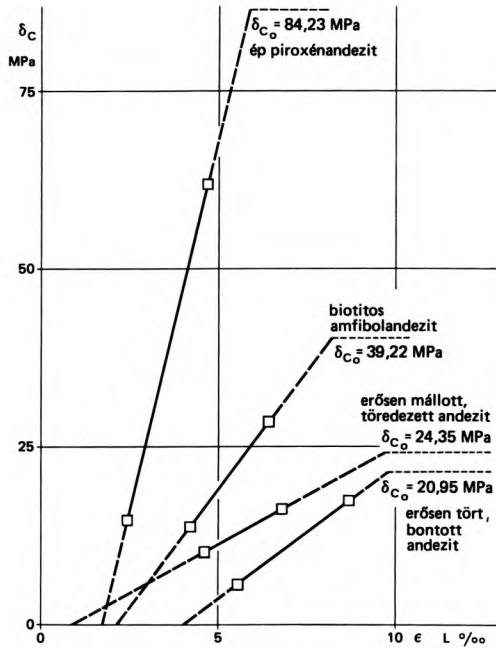
12. táblázat

Az andezit közetfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Dunabogdány, alsó	2,34	0,8 – 5,2	123 – 152	56 – 88
felső	2,42	0,7 – 4,2	112 – 148	73 – 112
Visegrád, Mátyáshegy				
alsó	2,61	0,6 – 1,9	109 – 167	87 – 190
felső	2,59	0,8 – 2,1	126 – 172	84 – 137
Esztergom	2,38	2,5 – 3,3	71 – 101	46 – 59
Szentendre	2,45	3,9 – 6,1	25 – 296	27 – 253
Dömös	2,57	1,1 – 7,0	224 – 266	74 – 276
Szob, Malomvölgy	2,49	1,8 – 2,7	190 – 286	138 – 222
	2,46	1,5 – 4,2	101 – 181	60 – 112
Szokolya	2,37	7,0 – 9,3	93 – 124	38 – 76
Márianosztra	2,59	2,7 – 2,8	65 – 101	89 – 94
Nagymaros	2,63	1,0 – 3,2	209 – 257	105 – 165
Nagyoroszi	2,62	0,8 – 1,4	186 – 220	165 – 183
Kóspallag	2,63	0,9 – 2,1	192 – 235	169 – 190
Nógrád	2,59	0,8 – 4,3	89 – 125	76 – 98
Nógrádkövesd	2,77	0,3 – 1,0	223 – 357	176 – 210
Cserháthaláp	2,84	0,4 – 3,1	95 – 146	89 – 103
Püspökhatvan	2,65	0,6 – 4,2	77 – 106	64 – 118
Karancseszti	2,63	0,7 – 3,6	103 – 121	86 – 98
Apc	2,60	0,6 – 4,2	98 – 216	89 – 215
Gyöngyös	2,78	0,3 – 1,0	169 – 297	161 – 182
Gyöngyösoroszi	2,70	0,8 – 1,2	95 – 188	69 – 140
Gyöngyössolymos	2,29	2,9 – 6,4	61 – 192	12 – 188
Nagybátony	2,78	0,3 – 0,5	267 – 312	259 – 331
Recsk	2,68	0,5 – 2,1	135 – 169	89 – 154
Tarnaszentmária	2,79	0,7 – 1,5	57 – 296	57 – 269
Verpelét	2,40	0,9 – 3,1	49 – 98	66 – 76
Erdőbénye	2,54	0,7 – 1,2	286 – 332	216 – 291
Tokaj	2,59	0,3 – 2,5	96 – 252	96 – 217
Tarcal	2,51	0,2 – 0,7	108 – 235	106 – 169
Tállya	2,77	0,2 – 1,0	298 – 380	267 – 324
Sátoraljaújhely	2,54	0,3 – 4,6	45 – 146	46 – 119
Komló	2,69	0,5 – 1,9	236 – 315	198 – 240
Nadap*	2,68	0,4 – 2,5	112 – 334	98 – 135

\* Eocén korú képződmény, de helyi jellege miatt elkülönítése nem indokolt

A kőzet általában kedvező szilárdságú és időállóságú (12. táblázat). A színes elegyrészek közül a biotit csekély mértékben csökkenti szilárdságát. Üveg-tartalmú alapanyag esetén mállásra hajlamos, helyenként az utólagos elváltozások is ronthatják minőségét (17. ábra.)



17. ábra. A nagymarosi andezit-változatok feszültség-alakváltozási diagramja (GÁLOS M. 1982)

Felhasználása széles körű – útépítési, hasított-, faragott-, és zúzottkő, vasúti ágyazati kő, vízepítési kő, betonadalékanyag. Számos nagy méretű, gépesített kőbányában fejtik anyagát.

Vízben szegény, általában a hasadékok, valamint a tufa közbetelepülések mentén fakadó nagyszámú, de kis hozamú forrás szolgáltat jelentéktelen vízmennyiséget (Dunakanyar).

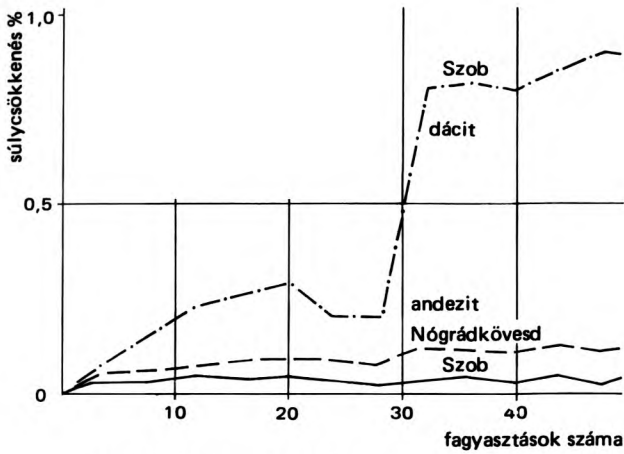
A *dácit* az andezittel együtt jelenik meg, de elterjedése korlátozottabb, jellemző előfordulása a Börzsönyben a szobi Csákhegy, a nógrádi Várhegy, de megtalálható a Mátrában és a Tokaji-hegységben is.

Tömör szövetű, szürke, zöldesszürke kőzet, de alapanyaga lehet sárga, fehér vagy rózsaszínű is. A *dácit* általában jó szilárdságú, bár kevésbé széles körben felhasználható, mint az andezit (13. táblázat).

A *dácit* jól hasad, jól megmunkálható, általában kockakő, járda-, ajtó- és ablakszegélykő készítésére használják. Zúzottkőnek nem minden fajtája alkalmas (18. ábra).

A dácit közetfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v <sup>o</sup> %	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Szob, Csákhegy	2,54	1,8 – 3,6	67 – 151	60 – 140
	2,56	1,9 – 2,1	174 – 242	176 – 276
Tállya	2,58	0,8 – 1,8	235 – 324	176 – 230



18. ábra. Andezit és dácit fagyasztási görbéje

A riolit ugyancsak kisebb elterjedésű kőzet. Fő előfordulási területe a Zempléni-hegység déli része, de kisebb foltokban megtalálható a Bükk déli részén, a Mátra déli és délnyugati részén is.

Szöveve porfiros. Alapanyaga lehet mikroholokristályos, vitroporfiros vagy üveges. Színe fehér vagy vöröseslila, esetleg sárgás vagy barna. A mállott riolit felülete érdes, színe matt. Különböző változatai az obszidián, szurokkő, perlit, horzsakő.

A riolit jó szilárdságú kőzet (14. táblázat), a hozzá kapcsolódó riolittufák állékonysága változó, helyenként igen jó.

A riolit felhasználhatósága nagyrészt alapanyagától függ, a tömör kristályosodott alapanyagú kőzet szilárd, szívós jó építőkö, míg az üveges alapanyagú rideg és igen könnyen mállik. A jó minőségű riolit kedvelt szegélykő és támfal-építőkö, keményebb, kovás padjait a Tokaji-hegységben malomkő készítésére is felhasználják. A riolit változatai közül a perlitet és a horzsakövet említjük meg. (Térképi elkülönítésük ebben a méretarányban nem lehetséges.)

A 2–3 mm-es, gyöngyszemekre emlékeztető gömböcskékből álló, üveges szerkezetű riolitváltozat a perlit. Színe szürke, törése éles, hevítve 2–6% víztartalmát elveszíti és egyenletesen felfúvódó, duzzadó, fehér színű, porózus könnyű termék – duzzasztott perlit – keletkezik. Ez szigetelő idomok, akusztikai berendezések, vakolóhabarcs, könnyűbeton készítésére alkalmas. Fő előfordulási területe a Tokaji-hegység: Pálháza, Gönc, Hollóháza, Telkibánya. A Mátrában Gyöngyössolymos vidékén ugyancsak megtalálható.

14. táblázat

A riolit közetfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Sirok	2,25	3,7–5,8	101–136	64–116
Lőrinci	2,15	3,2–6,9	51–100	80–94
Gyöngyössolymos	2,28	1,6–2,8	96–125	76–103

A horzsakő a riolittufa, illetve a riolit erősen felfújt, könnyű, lukacsos, porózus, üveges vagy szális szerkezetű változata. Nagy porozitása miatt sűrűsége igen kicsi, jóval 1 alatti. A leggyakrabban felhasznált horzsakő és horzsaköves tufa kis térfogatsúlyú. Minél nagyobb az összes porozitása a közlekedő porozitáshoz képest, annál jobb minőségű az anyag. A szemcseméret csökkenésével általában nő az anyagsűrűség. Elsősorban könnyűbeton adalékanyagként használják, de fontos felhasználási területe a csiszolóipar és a talajjavítás is.

Az andezithez hasonlóan a dácit és riolit sem víztároló összetétel. A riolit gyakori üveges, lazább változatai már több vizet képesek tárolni, de hasznosításuk körülményes.

### PLIOCÉN, PLEISZTOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK

#### Bazalt (19)

A harmadidőszak-végi vulkánosság termékeként jött létre. Fő előfordulási helye a Tapolcai-medence, de a Balaton és Rábavölgy között is mintegy 60 kitörési centrum azonosítható. Kisebb területen a Nógrádi-medencében, Salgótarján vidékén is található bazaltkúpok.

A kőzet sötétszürke, fekete színű, többnyire igen finomszemű és tömör szövet jellemzi, ritkán hólyagos vagy salakos kifejlődésű. Alapanyaga rendsze-

rint holokristályos, rácsszerűen elhelyezkedő földpátlécekkal, amely igen nagy szilárdságot ad a kőzetnek (15. táblázat). Ugyanakkor a gyakori olivincsomók és esetleges földpátpótlók jelenléte az időállóságot rontja. Az ilyen kőzet, valamint a forró vulkáni gőzökkel átjárt változat felülete hamar legömbölyödik, mállásnak indul – ragyás, majd „kukoricaköves” bazalt alakul ki, amely végül apró darabokra esik szét.

15. táblázat

A bazalt kőzetzfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Badacsony	2,90	0,6 – 1,9	173 – 335	90 – 231
Diszel	2,78	0,1 – 0,3	80 – 338	92 – 197
Mencshely	2,89	0,2 – 0,8	91 – 328	87 – 210
Zalahaláp	2,86	0,4 – 0,9	158 – 334	171 – 318
Nemesgulács	2,86	0,2 – 0,4	168 – 291	156 – 215
Sümeg	2,90	0,1 – 1,6	72 – 395	179 – 382
Somlyóhegy	2,81	0,3 – 0,6	215 – 255	197 – 210
Somlószőllős	2,83	0,4 – 1,2	232 – 276	190 – 235
Kissomlyó	2,90	0,3 – 0,8	288 – 432	195 – 240
Alsóság	2,88	0,3 – 0,4	220 – 251	210 – 230
Celldömölk, Sághegy	2,85	0,4 – 0,9	223 – 340	194 – 251
Somoskőújfalu	2,85	0,2 – 0,7	205 – 345	189 – 335
Bárna	2,90	0,6 – 1,4	186 – 242	167 – 210
Korlát	2,88	0,2 – 0,6	302 – 344	215 – 260

A bazalt általában lávatakaró alakjában jelenik meg. A takarók mérete igen változó (pl. a Kovácsi-hegy 3,5 km<sup>2</sup>, a Kab-hegy közel 30 km<sup>2</sup>). A nagyobb lávatakarós kifejlődés általában pados, míg a kisebb kúpokban az oszlopos elválás a gyakori (19., 20. ábra). A kőzet fizikai tulajdonságainak eltérése a kőzetszerkezet és szövet különbségeivel függ össze (16., 17. táblázat, 21. ábra).

Alapozás, mélyépítés szempontjából kedvező tulajdonságú kőzet. A jó minőségű bazalt nehezen megmunkálható, nagy szilárdságú. Nagy tömegben használják út- és vasútépítési zúzott- és hasítottkőként. Gyakori oszlopos és pados elválása bányászatát megkönnyíti, de korlátozza felhasználhatóságát (a fejthető tömbök méretét). Jelentősebb bazaltbányák: Sümeg, Zalahaláp, Uzsa, Vidornyaszőlős, Somoskőújfalu.

Tömör kifejlődése folytán nem víztározó, kis felszíni elterjedése miatt sem bír önálló vízföldtani jelentőséggel.



19. ábra. Pados elválású bazalt a Badacsonyon

**A bazalt szöveti-szerkezeti jellegének hatása a sűrűsége\***

16. táblázat

Típus, lelőhely	Testsűrűség g/cm <sup>3</sup>	Anyagsűrűség g/cm <sup>3</sup>
pados elválású		
Sümeprága	2,74	2,81
Szebike	2,73	2,87
oszlopos elválású		
Sümeprága	2,78	2,86
Szebike	2,77	2,89
tömör		
Zalahaláp	2,78	2,85
kokkolitos		
Zalahaláp	2,38	2,76
salakos		
Zalahaláp	1,49	2,48

\* JUGOVICS L. adatai alapján



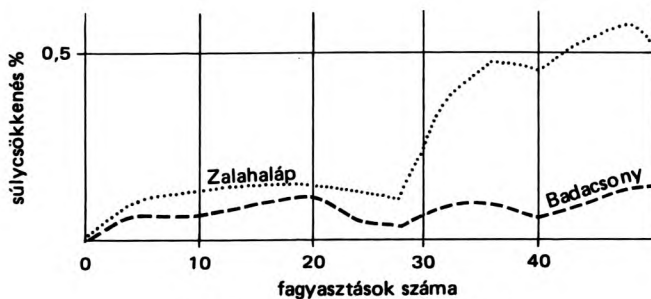


20. ábra. Oszlopos elválású bazalt; Somoskő

A különböző típusú bazaltok közetfizikai jellemzői (Diszel)

17. táblázat

Típus	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Víz-felvétel v%	Nyomószilárdság			Húzószilárdság			
			légszáraz MPa	vizzel telített MPa	25 × fagyasz- tás után MPa	légszáraz MPa	vizzel telített MPa	25 × fagyasz- tás után MPa	
tömör	átl.	2,81	0,09	283	216	223	11	12	13
	min.	2,79	0,03	219	167	151	9	9	9
	max.	2,81	0,20	328	234	278	13	13	15
kissé repedezett	átl.	2,76	0,40	193	207	175	9	10	7
	min.	2,72	0,18	99	141	159	7	8	6
	max.	2,79	0,77	308	271	195	10	12	7
mállott, repedezett, salakos	átl.	2,61		224			6		
	min.	2,24		43			5		
	max.	2,76		314			7		



21. ábra. Bazalt fagyasztási görbéje

### Édesvízi mészkő (18)

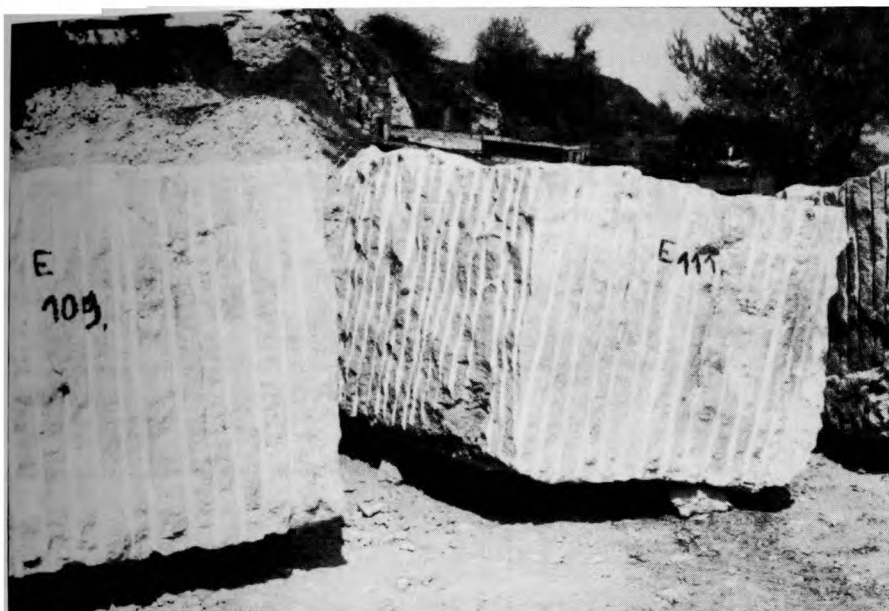
Az édesvízi mészkő (forrásmészkő, travertino, mésztufa) képződése már a pliocénben megkezdődött. Fő elterjedési területe a Bakonyban Nagyvázsony és Várpalota térsége, a Budai-hegységben a Szabadság- és Széchenyi-hegy. Lera-kódása számos területen a pleisztocénben is folytatódott, így a Gerecse, Pilis, és Budai-hegységi előfordulásai jelentősek, de megtalálható a Bükkben és Mecsekben is. Az édesvízi mészkő sárgásfehér, sárgásbarna, az egykori növényzet helyén lyukacsos, sejtes szövetű, másutt tömör karbonátanyagú. Az üregek falát kristályos kalcit bélelheti. E kőzet hézagterfогata igen változó, ennek megfelelően szilárdsági jellemzői is eltérőek (18. táblázat).

18. táblázat

Az édesvízi mészkő közzetfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Dunaalmás	2,56	0,9–1,4	105–178	77–165
Süttő	2,45	0,6–3,7	101–124	80–113
Budakalász	2,45	0,3–3,8	38–125	32–116
Békásmegyér	2,48	1,1–3,0	49–120	55–82
Üröm	2,52	1,3–1,9	71–96	71–76
Eger	2,13	0,7–5,6	14–18	7–12

A pliocén és pleisztocén édesvízi mészköveket általában jó szilárdság és időállóság jellemzi. A kőzet jól faragható, fűrészelhető, a tömörebbek csiszolhatók és fényezhetők is. Általában nagy tömbökben fejthető, így kedvelt építő- és díszítőkö (22. ábra). Felhasználása széles körű: szobor, siremlék, padló- és falburkolólap, épületlábazati kő, szegélykő, falazókő. A római kortól kezdve



22. ábra. Nagy tömbökben fejtett édesvízi mészkő Budakalászon

napjainkig fejtik a főváros tágabb környezetében (Budakalász, Süttő, Dunaalmás). Elterjedése korlátozott, így építésföldtani vonatkozásban helyi jellegű. Ahol felszínhez közel hévizes karsztjáratok (budai Várhegy), vagy pincék (budai Várhegy, Eger, Tetenvár) bontják meg, egyedi mérnökgeológiai vizsgálata szükséges. Vízföldtani jelentősége elsősorban a hévforrástevékenység nyomozása szempontjából érdemel figyelmet, mert előfordulási helyei közelében több helyen ma is langyos vagy meleg vizű források fakadnak.

#### KÖZEPES SZILÁRDSÁGÚ KÖZETEK

#### *EOCÉN, OLIGOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK*

#### **Foraminiferás márga (17)**

Az eocén korú agyagmárga, márga és mészmárga képződményegyüttes helyenként több száz méter vastagságú rétegsora nem homogén, hanem változékony kifejlődésű. Jelenléte a Dunántúlon főként a nagy kőszénmedencékre – Mór, Pusztavám, Oroszlány, Tatabánya – jellemző, de megtalálható a Bakony

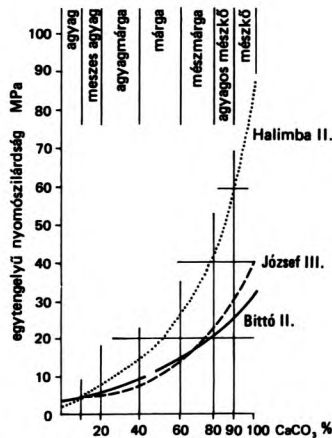
hegységben a bauxitösszlet fedőjében és a Budai-hegység területén is, ahol az ún. budai márga kifejlődés ismert. Az északi országrészen, a Bükk hegység déli előterében 200–300 m vastagságú képződmény.

Általában „földes” megjelenésű, többnyire szürke, a felszínen (oxidáltan) sárgás színű. Vékonypados elválású, málláskor lemezesen-levelesen széteső, majd laza agyaggá bomlik. Helyenként – pl. a főváros környezetében – kovasavval átítatott, ilyenkor keményebb, ellenálló (19. táblázat).

19. táblázat

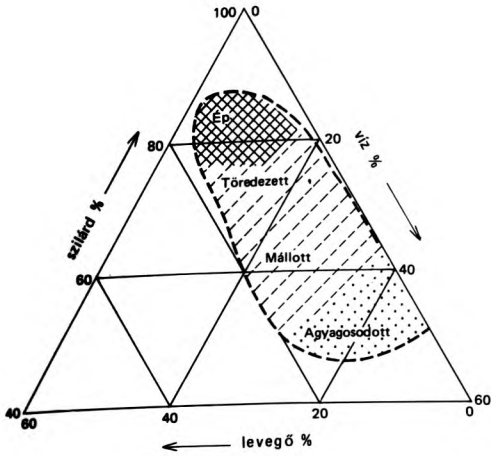
Az eocén márgák közt fizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vizfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Budapest				
Várhegy	2,52	0,9–7,2	25–98	9–27
Martinovics-hegy	2,48	5,2–7,8	31–42	6–11
Szemlőhegy	2,38	3,3–3,6	16–68	27–35
Úröm	2,54	2,1–4,2	104–128	38–41
Dorog	2,41	3,5–8,2	10–24	8–13

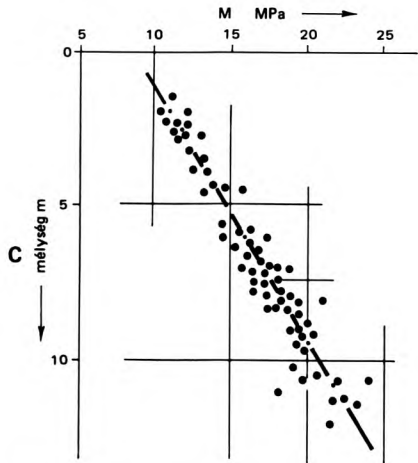
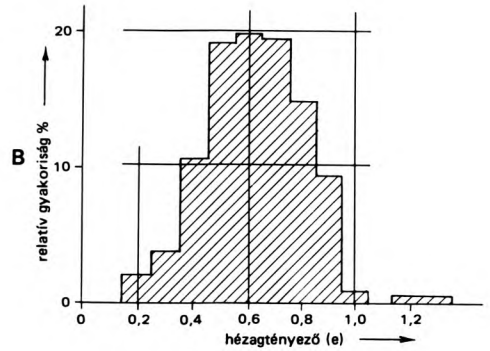
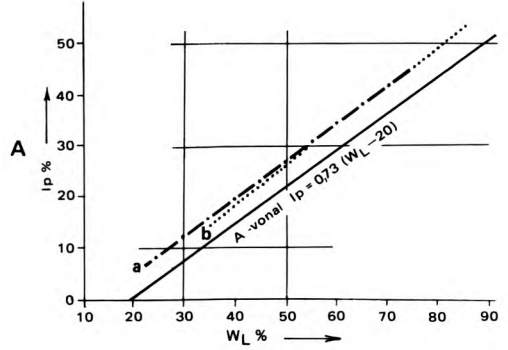


23. ábra. Szilárdság és mésztartalom összefüggése a bakonyi bauxitösszlet fedőjében (STAUDINGER J. 1968)

A bakonyi bauxitösszlet fedőjének részletes vizsgálata is kimutatta, hogy a mésztartalom csökkenésével a márgák közt fizikai tulajdonságaiban jelentős változás következik be (23. ábra). A márgát jórészt a nagy mésztartalom okozta „közetszerű” megjelenése miatt a talajmechanika a szilárd kőzetek kategóriájába sorolja. Fizikai jellemzői ezt alátámasztják. Pados elválású mészmárgás



24. ábra.  
Az eocén budai márga fázisösszetétele a mállási folyamat különböző fokán



25. ábra.  
A mállott budai márga közetfizikai jellemzői  
A = képlékenységi diagram. Szálban álló márga (a)  $I_p : 0,72$  ( $W_L - 13,4$ ); másodlagos réteg (b)  $I_p : 0,77$  ( $W_L - 15,7$ ). B = a hézag-tényező értékek (e) eloszlása. C = az összenyomódási modulus (M MPa) változása a mélységgel

változatát jelenleg is bányásszák Ürömön. A „laposkő” néven ismert kőzetet parkok, kerti utak szegélykövének, épületlábazatnak, kerítéskőnek egyaránt felhasználják. A márgaösszlet felszínközeli része azonban a gyakori törések, kőzetrések mellett bomlásnak indul, fellazul, oxidálódik és átázik, vízfelvétellel képlékennyé változik, s így mint „átmeneti kőzet”, már a laza üledékes kőzetekhez vezet át (24., 25. ábra, 20. táblázat).

A mállott budai márga kőzetfizikai jellemzői\*

	W <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	e	M MPa
átlag	57,8	31,3	1,24	0,63	13,30
minium	33,0	13,0	0,75	0,15	4,50
maximum	97,0	67,0	1,85	1,35	43,30
szórás	10,5	8,1	0,17	0,18	7,70

Folyási egyenes:  $I_p = 0,72 (W_L - 13,4)$

\* PAÁL T. 1976 adatai alapján

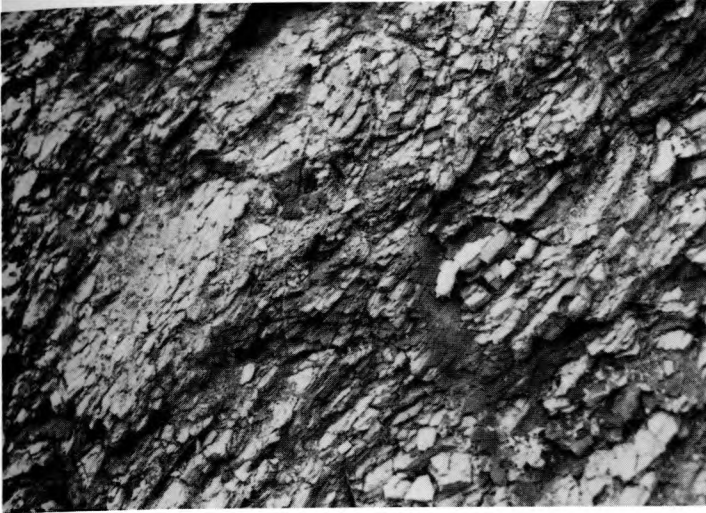


26. ábra. Alsó-oligocén leveles, kovás márga a Bükk hegységben. Kiseged, D-i oldal

A budai márga víztárolóként nem számottevő. Felszínközeli, mállott részei szivargó vizeket vezetnek, így elsősorban a lejtőmozgások kialakulása szempontjából érdemelnek figyelmet.

Az oligocén alsó tagozata mészben gazdagabb, így több helyen márga kifejlődés jellemzi. Felszínen a Bükk hegység DNy-i részén jelentkezik a kovás, leveles márga kifejlődés. Fellazult, tört állapota miatt a felszínen erősen mállott, és így lejtőmozgások előidézőjeként játszik szerepet (26., 27. ábra).

Az oligocén felső részébe tartozó ún. „kiscelli agyag” összet számos területen agyagmárgás kifejlődésű, megjelenésű, viselkedése hasonló az eocén agyagmárgákéhoz.



27. ábra. A leveles márga felszíne fagy hatására fellazul, mállik, agyagosodik

#### MIOCÉN, PLIOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK

### Andezit- és riolittufa (16)

A neogén ismétlődő vulkanizmusa tekintélyes mennyiségű piroklasztikum képződéssel járt. A tufaösszlet vulkáni hegységeink gyakori képződménye, de jelentős elterjedésű az észak-alföldi medenceösszletben is.

Az andezittufa elterjedésének fő területe a Dunazug, a Börzsöny és a Mátra hegység. A kőzet színe szürke, szürkésbarna vagy sötétbarna, felülete érdes, porózus. Néhol finom portufa jellegű és rétegzett, gyakran durva, agglomerátumos kifejlődésű (28. ábra, 21. táblázat).

A riolittufa nagy területen és nagy vastagságban képződött, gyakran nem különül el a dácittufától (riodácittufa). A felszínen leggyakoribb lelőhelye a Tokaji-hegység és a Bükkalja, de a Mátra hegység keleti és északi előterének is jellemző képződménye. Színe világos fehéressárga, sárga, ritkán lilás; általában aprószemű, nagy porozitású és jelentős horzsakő-tartalmú kőzet. Nagy vízfelvevő képessége miatt – ha nem szigetelik – csökken a szilárdsága és időállósága (29., 30. ábra, 22–25. sz. táblázat).

Alapozási, mélyépítési szempontból a tufák tulajdonságai – változatos összetételük miatt – nagyon eltérőek.

Az andezittufa helyenként nagyon kedvező szilárdságú, sok területen azonban mállott, a mállásból keletkezett anyag nehezen tömöríthető és térfogatváltozó. A jó minőségű andezittufa jól faragható, megmunkálható, helyi építkezésre alkalmas; épületlábazat-, kerítés és támfal készítésére elterjedten használják (ebből épült az esztergomi bazilika is).





28. ábra. A pomázi Kőhegy déli, andezitagglomerátumból felépülő sziklafala

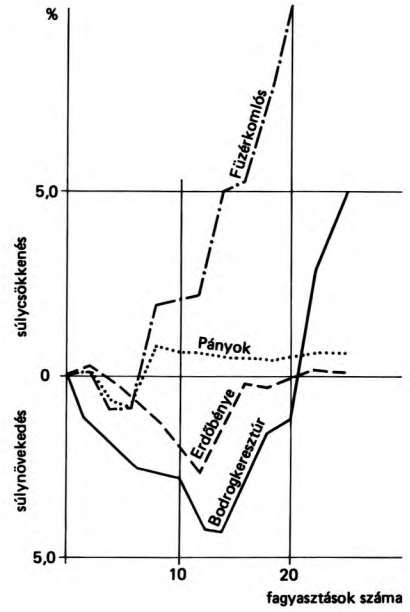
21. táblázat

**Az andezittufa közzetfizikai jellemzői**

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Szentendre	2,29	3,9– 8,7	79–94	50–69
Visegrád	1,97	9,7– 14,3	16–23	10–11
Kismaros	2,10	5,9– 8,6	23–33	19–26
Fót	1,78	7,8– 11,5	13–16	9–11
Ipolytarnóc	1,38	9,9– 14,9	3– 5	2– 4
Cserhátszentistván	1,40	7,9– 13,2	5– 7	3– 6
Kartal	1,62	5,8– 9,7	16–20	10–17
Gyöngyös	1,84	7,0– 8,8	12–18	8–16
Bogács	1,91	13,4– 15,2	23–39	26–30



29. ábra. Riolittufa fagyasztási görbéje



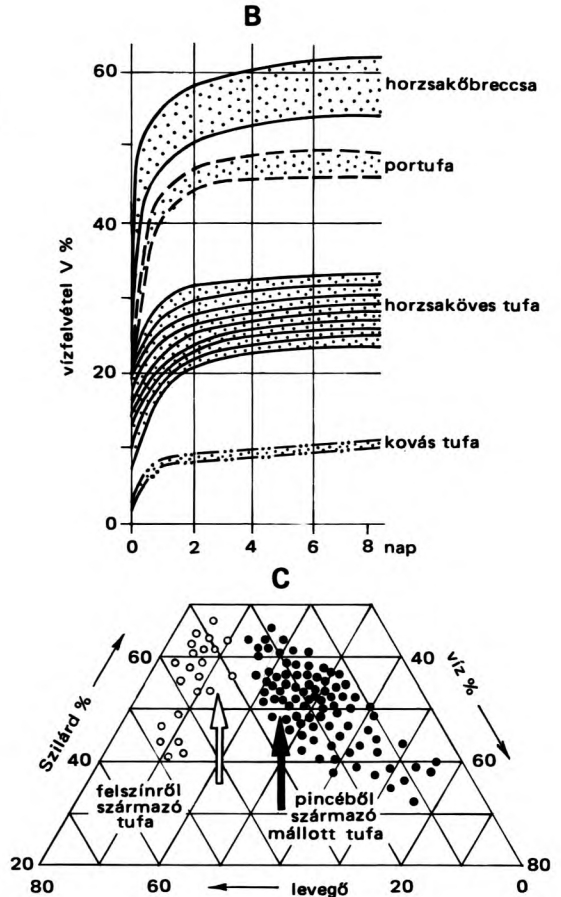
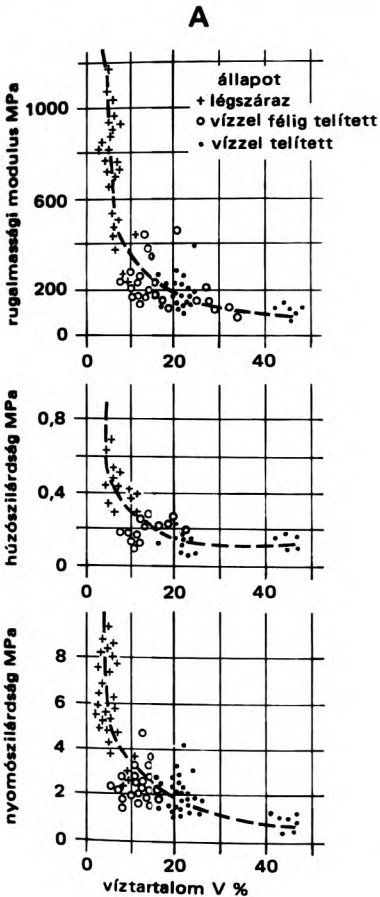
30. ábra.

Az Eger környéki riódácittufák vízzel kapcsolatos viselkedése.

A: a szilárdság változása a víztartalommal;

B: a tufaváltozatok vízfelvétele;

C: a tufák természetes állapotú háromfázisú összetétele



A riolit- és riódácittufa kovásodott, ellenállóbb változatai kedvelt építőkövek. Könnyen faragható, megmunkálható, száraz állapotban kedvező tulajdonságú építőkö (Eger: vár, minaret, barokk paloták; Sárospatak: vár, templom, lakóépületek stb.).

A nem kovásodott kőzetnek azonban nagy a vízfelvevőképessége, ez a fő előidézője Egerben és a környező településeken a kőzetbe vágott pincerendszerek leromlásának (lásd 30. ábra).

22. táblázat

A riolittufa kőzetzfizikai jellemzői

Lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízrel telített MPa
Bodrogkeresztúr	1,41	10,5–35,5	3,4–37,7	1,8–28,2
Erdőbénye	1,44	14,3–22,5	3,4–40,3	6,3–13,3
Füzérkomlós	1,45	21,2–21,8	18,1–20,5	7,5–13,3
Háromhuta	1,54	22,2–26,8	11,2–29,0	5,9–13,8
Pányok	1,66	11,0–11,7	15,4–25,5	15,6–25,9
Rátka	1,55	23,8–25,8	8,5–23,9	2,2–10,7
Vizsoly	1,16	30,2–33,5	0,5–1,4	0,1–0,2
Telkibánya	1,73	3,2–12,5	40,6–61,0	40,8–50,5
Szerencs	1,69	7,7–15,2	10,4–50,8	4,9–34,3
Eger	1,35	10,6–17,4	4,0–5,2	1,4–2,3

23. táblázat

Különböző típusú riolittufák kőzetzfizikai jellemzői (Tokaji-hegység)\*

Típus	Vízfelvétel v%	Légszáraz nyomószilárdság MPa
összesült ártufa	átl.	11,5
	min.	3,9
	max.	23,6
ártufa	átl.	13,1
	min.	9,8
	max.	22,9
hullott riolittufa	átl.	14,4
	min.	2,1
	max.	27,5
áthalmazott riolittufa	átl.	15,2
	min.	11,0
	max.	21,6
riolit lavinatufa	átl.	23,9
	min.	10,5
	max.	29,1

\* ILKEYNÉ PERLAKI E. 1966 adatainak felhasználásával

Különböző típusú riódácittufák kőzetfizikai jellemzői (Eger)

Típus	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Víz-felvétel v%	Nyomószilárdság		Húzó-szilárdság légszáraz MPa	Rugal- massági modulus légszáraz GPa	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa			
kovás ártufa	átl.	1,90	7,9	39,7	26,9	4,7	6,8
	min.	1,85	7,2	35,5	21,9	4,3	6,1
	max.	1,93	9,9	43,9	30,2	5,3	7,4
ártufa	átl.	1,38	22,0	7,6	2,2	0,5	0,9
	min.	1,33	20,2	6,2	1,9	0,5	0,7
	max.	1,41	23,4	8,8	2,9	0,6	1,1
horzszaköves tufa	átl.	1,35	21,9	4,9	1,6	0,4	0,6
	min.	1,22	17,1	3,9	1,4	0,4	0,4
	max.	1,48	27,1	6,0	1,8	0,5	0,8
áthalmazott, horzszaköves tufa	átl.	1,22	26,4	3,7	1,1	0,4	0,4
	min.	1,19	25,5	3,4	0,9	0,4	0,3
	max.	1,25	27,2	4,1	1,1	0,5	0,5
portufa	átl.	1,25	33,0	3,0	0,7	0,3	0,2
	min.	1,12	29,7	2,0	0,5	0,3	0,1
	max.	1,36	36,7	3,7	0,9	0,5	0,3
horzszakö- breccsa	átl.	1,01	44,8	2,6	1,1	0,4	0,3
	min.	0,94	42,4	2,3	0,9	0,3	0,2
	max.	1,01	46,9	3,1	1,3	0,4	0,3

A dácittufa kőzetfizikai jellemzői

Lelőhely	Testsűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Tarnaszentmária	1,87	3,2 – 8,9	18,5 – 61,2	10,5 – 45,8
Verpelét	1,95	5,9 – 6,5	37,3 – 57,8	27,8 – 33,6

Az utóbbi évtizedekben – főleg a Tokaji-hegységeket – nagy tömegben használják fel könnyűbeton adalékanyagának (Bodrogkeresztúr). A nagy horzsakö- és kőzetüveg-tartalmú tufaváltozatokat trasz cement készítéséhez használják fel (Tokaji-hegység). Finomszemű örleménye CaO hatására szilikátos kötással víz alatt is szilárduló, jó kötőanyagot képez.

A tufák a nagy hézagterefogat miatt jelentős vízmennyiséget tárolhatnak, azonban víz hatására agyagásványos bomlás zajlik le a kőzetben, így víznyeres szempontjából nem vehetők számításba. Az andezittufa borította területek általában kis vízhozamú hasadékforrásokban gazdagok.

## Lajta- és durva mészkő (15)

A csökkentsósvízi miocén összlethez tartozó, partszegélyi kifejlődésű, jó-részt biogén eredetű kőzetek.

A lajtamészkő az idősebb képződmény, fő elterjedési helye a Lajta-hegység hazai szakaszán Sopron környéke (ismert feltárása a fertőrákosi kőfejtő), de előfordul a Bakonyban Devecser környékén, Budapest körzetében, továbbá a Börzsönyben és a Cserhátban is.

Változatos anyagú és kötésű, porózus kőzet (lehet szilárd vagy laza), molluskás homok- és homokkőpadok közbetelepülésével, kavicsrétegekkel. Lehet lithothamniumos, lumasellás, ooidos, lumasellás-homokos, tufás-tuftos kifejlődésű. Budapest környékén az ooidos kifejlődés az uralkodó, de a kagyló-lumasellás is gyakori, a Cserhátban a lithothamniumos fácies terjedt el.

Mésztartalma 60–80%, a többi főleg homok, az agyagfrakció elenyésző. Rendszerint jól rétegzett. Rétegeinek vastagsága 0,5–1,5 m, réteglapjai sík felületek. Kőzetfizikai jellemzőit a 26. táblázaton mutatjuk be.

26. táblázat

**A lajtamészkő kőzetfizikai jellemzői**

Lelőhely	Anyag-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Fertőrákos	2,29	0,5–16,5	12–58	11–39
Sopron	2,48	0,8–6,9	65–79	18–53
Várpalota	2,23	3,9–6,4	33–60	29–36
Érd	2,42	1,8–3,8	37–86	36–78
Pusztakisfalu	2,51	0,8–4,6	43–71	45–68
Szob	2,02	8,9–19,6	9–69	5–43
Zebegeény	2,35	9,8–21,7	2–73	3–9
Kismaros	2,42	0,3–7,1	30–92	20–67
Bernecebaráti	1,94	6,5–17,6	8–26	8–16
Mátraverebély	2,29	2,2–6,5	62–69	49–71

A táblázat adataiból kitűnik, hogy a légszáraz nyomószilárdság átlagértékei 0,5 MPa körül 38%-kal szórnak, a vízzel telített kőzet nyomószilárdsága pedig 78%-a a szárazénak, ugyanazon szórási érték mellett.

A durva mészkő fiatalabb (szarmata emelet), ősmaradványokban igen gazdag kőzet. Fő felszíni előfordulásai a Gerecsétől délre (Bia, Sósút, Zsám-bék) és Budapest környékén (Nagytétény, Budafok, Kőbánya) vannak, de megtalálható a Bakonyban Tapolca–Devecser térségében, a Mecsekben Pécs környékén és kisebb foltokban egyéb hegységperemi területeken is. Partszegélyi kifejlődésének megfelelően nem tiszta mészkő, mésztartalma általában 70–90% közötti (egyes ooidos szerkezetű durva mészköveknek pl. a Mecsekben

78,5–96,0%-a, Kőbányán és a Tétényi-fennsíkron 80–95%-a karbonát, mellette agyag és homok jellemző. Kőzetfizikai tulajdonságai, időállósága változó; nagy porozitás, helyenként laza kötöttség jellemzi, az ooidos mészkő szilárdabb (27. táblázat).

27. táblázat

A durva mészkő kőzetfizikai jellemzői

Lelőhely	Testsűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Budafok	1,62	12,0–18,0	2–9	3–5
Nagytétény	2,16	13,5–18,7	48–57	39–45
Kőbánya	2,07	5,5–14,8	8–28	5–19
Sóskút	2,05	10,8–19,1	4–97	5–14
Tárnok	1,72	11,2–22,6	5–19	3–12
Etyek	1,77	13,4–25,1	5–15	3–8
Bicske	1,93	2,8–21,6	5–81	3–41
Bia	2,15	1,3–25,7	5–73	6–51
Tök	1,65	8,8–34,6	3–31	2–11
Zsámbék	1,68	11,3–28,6	1–6	1–3
Tapolca	1,78	6,7–19,3	3–18	2–4
Pécs	1,76	8,5–21,1	4–24	3–6

Erősen porózus felületén a szennyeződést, kormot megköti, ez a nagy vízfelvétellel együtt időállóságát nagymértékben rontja. Rétegezése szembetűnő, a mészkőrétegeket 5–50 cm-es agyag- és bentonit-betelepülések tagolják (Budapest–Nagytétény). A durva mészkőbe vágott üregek (Kőbánya és Budafok pincei) állékonysága a kőzet rétegzettsége és az agyagos közbetelepülések miatt nem kielégítő, a táskásodásra, leválásra hajlamos kőzetanyagú üregek napjainkban súlyos városrendezési gondok okozói.

A lajta- és durva mészkő könnyen faragható, megmunkálható, kedvelt építő- és díszítőkö.

A lajtamészkövet Fertőrákos mellett a római időktől kezdve termelték (Sopron és Bécs építőanyaga volt). A nagy tömbökben fejthető, fűrészelhető durva mészkövet a középkortól kezdve díszítő- és építőköként használják Budapesten (budai Anjou szoborleletek, Lánchíd, Országház, Opera, Bazilika, Tudományos Akadémia, Citadella stb. készült belőle). Ma Sóskúton gépesített kőbányában folyik kitermelése.

Vízföldtani szempontból helyi jelentőségű. A Tapolca környéki durva mészkő kifejlődésben alakult ki a város híres tavas barlangja. Mivel itt számos felszínhez közeli kisebb-nagyobb üreg is található, alapozási, mélyépítési vonatkozásban kedvezőtlen. Budafok–Tétény térségében mállott, fellazult szintjét víznyeres szempontjából hasznosítják.

## Bazalttufa (14)

A pliocén bazaltvulkánosság terméke. Felszíni előfordulása a Balaton északi előterében, a Tapolcai medencében, a Tihanyi-félszigeten, a Kabhegyen, a Rábavölgyben (Várkesző–Magyargencs környezetében) és a Nógrádi medencében van.

Sötétbarna vagy szürke színű, változatos kifejlődésű kőzetsorozat, amelyben bazalttörmelék, a felszín alatt mélyen fekvő képződmények darabjai zárva, nyokként megfigyelhetők (pl. a Balaton menti bazalttufában vörös homokkő, szürkésfekete fillit, szürkésfehér mészkő, dolomit).

A bazalttufa lehet keményebb, szívós, összeálló alapanyagú, de alapanyaghiányos, könnyen széteső breccsás változatú is; fizikai jellemzői ennek megfelelően szórnak (28., 29. táblázat, 31. ábra).

28. táblázat

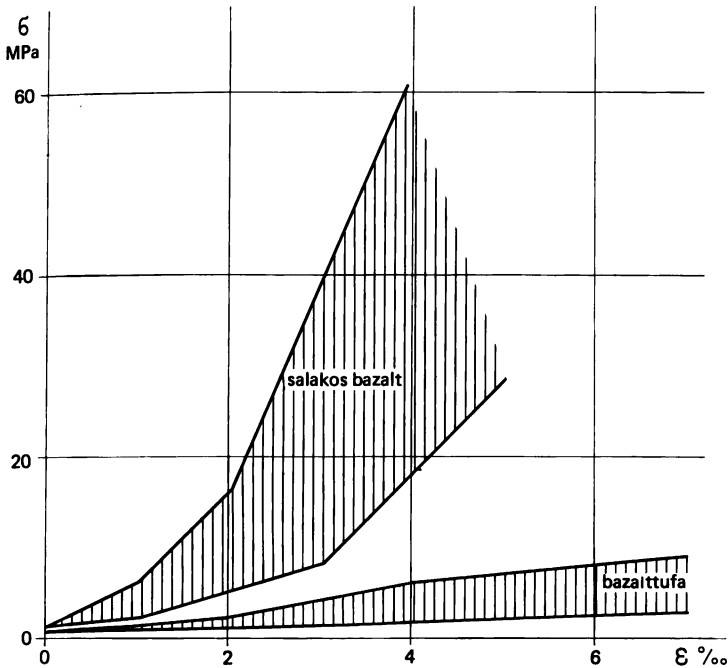
**A Rába menti bazalttufa kőzetfizikai jellemzői**

Lelőhely	Testsűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
Sitke	1,89	2,78	33,0	18,3
Kemenesmagosi	1,93	2,77	77,4	81,0
Magyargencs	2,14	2,73	54,4	42,1
Egyházaskesző	2,26	2,73	83,1	93,0

29. táblázat

**A különböző típusú bazalttufák kőzetfizikai jellemzői  
(Monostorapáti)**

Típus		Test- sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfel- vétel v%	Nyomószilárdság		Rugalmassági modulus	
				légszáraz MPa	vízzel telített MPa	légszáraz MPa	vízzel telített MPa
laza, lapillis portufa	átl.	1,11	28,9	8,5	8,3	1,76	2,00
	min.	0,89	28,3	4,9	8,1	1,38	1,94
	max.	1,24	29,5	12,1	8,5	2,14	2,05
erősen oxidált, salakos portufa	átl.	1,31	24,1	30,5	17,8	0,69	0,59
	min.	1,15	19,5	20,8	7,2	0,34	0,26
	max.	1,55	28,3	44,4	39,2	1,17	1,23
agyagos salakbreccsa	átl.	1,22	24,1	33,4	24,8	6,16	4,67
	min.	1,10	22,9	29,4	11,5	5,45	1,27
	max.	1,63	26,3	39,5	31,5	8,13	7,89
kissé agyagos, karbonáttal cementált lávabreccsa	átl.	1,94	3,7	141,2	130,7	8,64	6,52
	min.	1,52	2,2	39,2	43,2	1,76	3,49
	max.	2,26	4,8	370,6	248,0	14,31	12,50



31. ábra. Salakos bazalt és bazalttufa alakváltozása (Monostorapáti) (KERTÉSZ P. 1966)

A tömörebb tufaváltozatokat helyi jellegű építőkönek használják, az utóbbi időben beton adalékanyagként is jelentős, nagyobb termelés Monostorapáti-ban folyik.

Víztaózás szempontjából nincs jelentőségük.

## KIS SZILÁRDSÁGÚ KŐZETEK

### EOCÉN, OLIGOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK

#### Agyag, agyagmárga (13)

Az eocén és oligocén laza üledékes kőzetek változó kifejlődésben, az előzőknél lényegesen nagyobb területen vannak a felszínen és vastagságuk is jelentősebb.

Az eocén szárazföldi tarkaagyag szabálytalan, kiékelődő településű, főleg a barnakőszéntelepes területekre jellemző a Bakony, Vértes és Gerecse hegység

térségében. Északon a Bükk hegység déli előterében, valamint a Duna-balparti szigetrögök – Nézsza, Romhány – vidékén ismertek kisebb előfordulásai.

Időszakos, sekély állóvizekben felhalmozódott üledék. Színe változatos: lila, vörös, barna, sárga és szürke. Helyenként pirites és markazitos, máshol mészkonkréciós. Uralkodó agyagásványa rendszerint a kaolinit. Szeszélyes településű és kifejlődésű, gyakran tartalmaz kőzettörmeléket, homoklencséket, általában kis képlékenységgű (32. ábra). Felszínen csak a Bakonyban található, ott is csak kis foltokban.

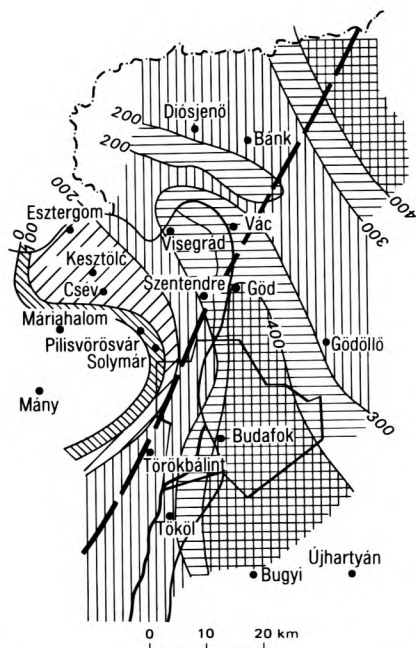
Építésföldtani szempontból a mozaikszerkezet, a homoklencsék betelepülése és a változó település hátrányos.

Az oligocén ún. kiscelli agyag (foraminiferás-molluszkás agyagmárga) Budapest térségének – Törökbálint, Solymár, Pilisvörösvár – és Esztergom környé-



32. ábra. Szárazföldi tarkaagyag szeszélyes települése Dorogon

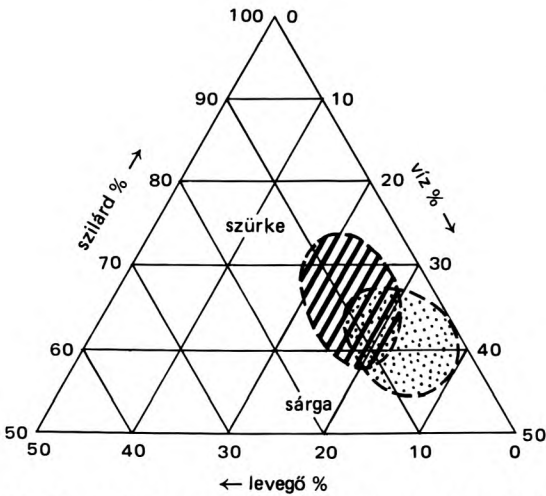
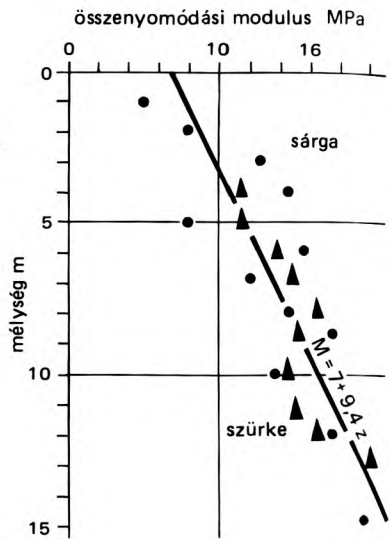
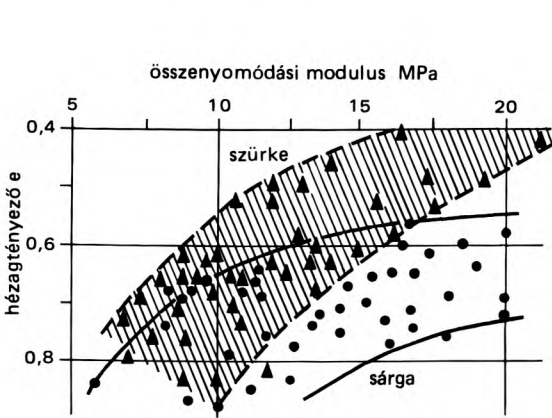
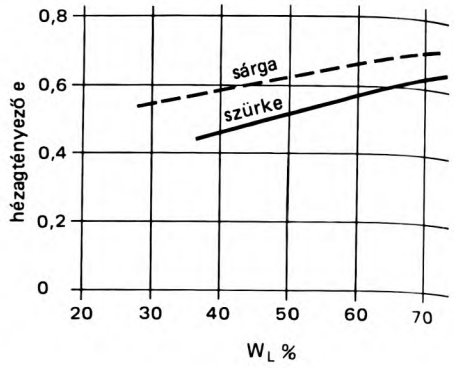
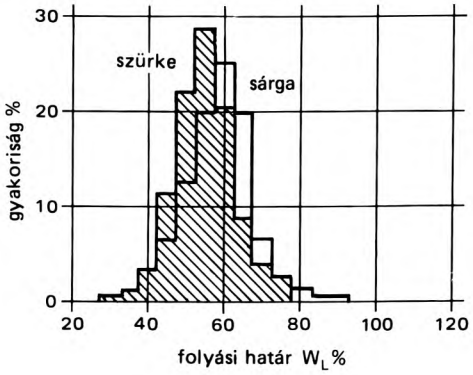




33. ábra. A kiscelli agyag elterjedése és vastagsága Budapest környékén (BÁLDI T. et al. 1976 után)



34. ábra. Köztrésekkel tagolt, márgás kiscelli agyag, Pilisborosjenő



35. ábra. A Budapest környéki kiscelli agyag közetfizikai jellemzőinek eloszlása (PAÁL T. 1976 adatainak felhasználásával)

kének jellegzetes képződménye. A Pesti-síkság fiatalabb képződményei alatt a Cserhátig követhető több száz m vastagságban (33. ábra). Megtalálható még felszínen a Mátra É-i részén, Salgótarján, Parád, Putnok területén, valamint a Bükk hegység DNY-i előterében.

Eredeti településben kékesszürke, szürke, rendszerint finomhomokos, meszes, jól kötött, általában kis vagy közepes képlékenyséű agyag és agyagmarga (34. ábra). Felszínre kerülve oxidálódva sárga, sárgásbarna színű lesz, szerkezete fellazul. Gyakran töredezett, ez mállását elősegíti, ezért közetfizikai tulajdonságai kedvezőtlenebbé válnak (35. ábra, 30. táblázat).

30. táblázat

**A kiscelli agyag közetfizikai jellemzői**

Típus	W <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	e	M MPa
Szürke kiscelli agyag					
átl.	54,7	29,1	1,29	0,54	13,8
min.	38,0	13,0	0,85	0,25	6,8
max.	77,0	52,0	1,95	0,95	31,5
szórás	7,2	6,2	0,16	0,11	3,7
Sárga kiscelli agyag					
átl.	58,9	33,0	1,19	0,66	11,7
min.	28,0	13,0	0,75	0,25	4,5
max.	92,0	62,0	1,75	1,15	25,4
szórás	8,6	7,2	0,12	0,11	4,0

Folyási egyenes egyenlete:

szürke agyag  $I_p = 0,77 (W_L - 16,8)$

sárga agyag  $I_p = 0,77 (W_L - 15,8)$

31. táblázat

**Felsőligócén üledékek közetfizikai jellemzői**

Típus	W %	W <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	φ fok
iszapos homok				
átlag	16,2	29,2	9,8	
min.	10,0	22,0	6,0	
max.	33,0	13,0	28,0	
homokos agyag				
átlag	16,2	41,0	18,7	23,8
min.	8,0	32,1	12,6	15,2
max.	23,0	46,0	23,5	31,0
iszapos agyag				
átlag	22,6	52,7	28,0	
min.	12,0	42,7	20,0	
max.	40,0	74,2	42,3	

Kedvezőtlen elegyrésze a pirit, mely bomlása révén szulfát-agresszivitást eredményez (Budapest: Lágymányos). Illit–montmorillonit agyagásványtartalma főleg a mállott, oxidált részein vízérzékennyé, mozgásra hajlamossá teszi az agyagot. Számos felszínmozgás kapcsolódik ehhez az összlethez (Budapest, Esztergom, Eger stb.).

Az építőanyagiparban fontos durvakerámiai nyersanyag; a római, bélyeges téglák készítésétől napjainkig elterjedten alkalmazzák (Solymár, Pilisborosjenő, Esztergom, Mátraderecske, Eger stb. téglagyárai).

Az oligocén felső szakasza már uralkodóan durvább törmelékes, homokos kifejlődésű, helyenként kavicsbetelepüléssel. Építésföldtani problémák nem kapcsolódnak hozzá (31. táblázat).

Az oligocén kiscelli agyag jó teherbírású kőzet, felszíni mállott, oxidált, fellazult sárga színű része azonban erősen vízérzékeny, mozgásra hajlamos.

Az uralkodóan kötött, agyagos kifejlődésű oligocén képződményegyüttes víztározóként nem jelentős. Helyenként azonban nagy sőtartalmú gyógyvizet tartalmaz: Sóshartyán, Eger, Pesterzsébet konyhasós vize. A felszínközeli mélyedéseiben meggyűlő talajvíz pirit- és szervesanyag-tartalmának oxidációja révén nagy szulfáttartalmúvá változik (budai Örsöd, Órmező szulfátos-keserűs gyógyvize). Mélyépítés, alapozás esetén a nagy szulfát-agresszivitású talajvíz igen káros, komoly problémák előidézője (Budapest–Kelenföld, Lágymányos, Esztergom, Eger stb.).

## *MIOCÉN, PLIOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK*

### **Agyagos kavics (12)**

Hegységperemi kifejlődésben a miocén aljától kezdve, különböző idősza-  
kokban képződött. Középhegységeink peremén a felszínen foszlányokban ta-  
lálható. Fő elterjedési körzetei: a Bakony hegység térsége, Sopron környéke, és  
a Bükk hegység D–DNY-i előtere. Anyaga általában heterogén, osztályozatlan,  
durvaszemű, gyakori a homok-, agyag- és konglomerátum-közbetelepülés. Ösz-  
szetételét, vastagságát, minőségét a helyi képződési körülmények határozták  
meg.

Az idősebb miocén (burdigálai) terresztrikus kavics Salgótarján térségében  
felszínen vagy felszínközélen van. Durvaszemű, osztályozatlan, kvarc–kvarcit  
anyagú, nagy az agyagtartalma. Helyenként kötött, konglomerátumos kifejlő-  
désű, gyakran homok és tarkaagyag települ közbe. Teherbírása kedvező, de  
lejtős területeken a képlékeny agyagban a felszínmozgás gyakori. Kötöttsége,  
nagy agyagtartalma miatt építőipari hasznosításra nem kerül.

Szivárgó vizet tárol, ezzel is elősegíti a mozgások kialakulását.

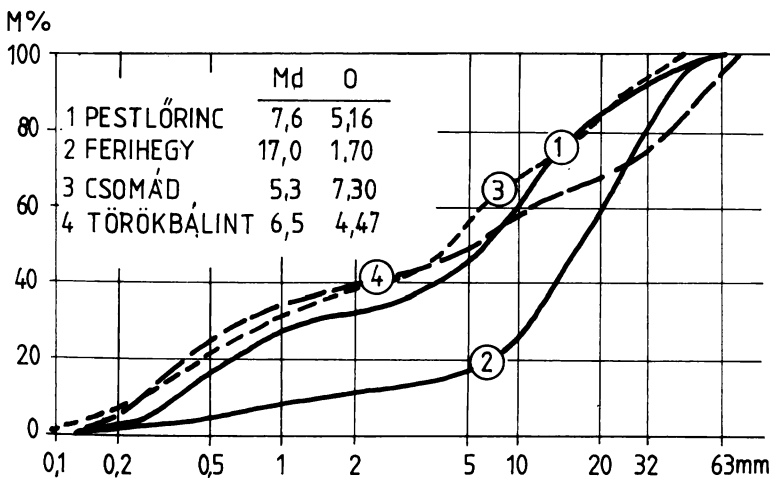
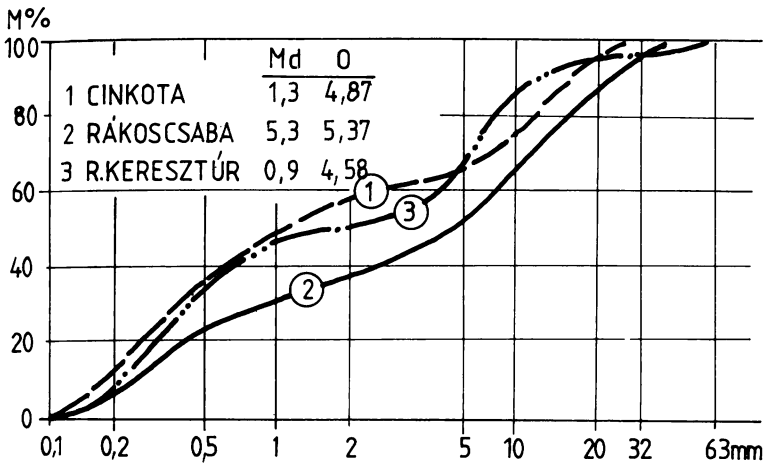
Az otnangi–kárpáti rétegösszlet alja általában kavicsos–konglomerátu-  
mos kifejlődésű; vastagsága elsősorban a Soproni-hegységben jelentős, de a  
Bakony északi részén is nagy elterjedésű. A kavicsok anyaga uralkodóan helyi

jellegű; Sopron környékén a több száz méter vastagságú összlet alja főként mészkő-, a magasabb tagozat jól koptatott gneisz-változatokból áll. A Bakonyban az idősebb miocén kavics anyaga mezozóos és eocén mészkő, míg a fiatalabb főleg kvarcból és kvarcitból áll.

Mivel a kavicsanyag kötött, építőipari felhasználása erősen korlátozott (helyi jellegű). Víznyerésben nincs különös jelentősége.

A szarmata szárazföldi agyagos kavics nagyobb területen jelenik meg a felszínen – így az ÉK-i Bakonyban és a Bükk hegység DNy-i előterében. Anyaga osztályozatlan, durva, gyakran görgeteg méretű, nagyrészt közeli, idősebb kavicsanyag áthalmazásából ered, ezért jól koptatott.

Agyagos kötöttsége miatt felhasználása korlátozott, helyi jellegű. Vízátárolása egy-két méteres vastagsága, agyagos kötése folytán jelentéktelen.



36. ábra. Miocén és pliocén homokos kavics szemcseeloszlása (TÖRÖK E. 1981)

A pannóniai–pliocén kavics hegységperemi kifejlődésben elterjedt. Tarkaagyaggal kevert, kötött, apró- és közép szemű kvarckavics jellemző Várpalota és Zámoly térségére. Apró- és közép szemű, jól koptatott és osztályozott kvarc, kvarcit anyagú gyöngykavics a Középhegység előterében felszínre is kerül, a Tapolcai-medence, Pápa, Sümeg, Tata, Csákvár, Sósút, Budapest térségében (36. ábra). Több helyen bányásszák építőipari adalékanyagként, szűrőkavicsként. A Kállai Gyöngykavics Tagozat kvarchomokkal együtt fordul elő, így felhasználása szélesebb körű.

### Agyag, agyagmárga, homok (11)

Az ország földtani felépítésében általános elterjedésű képződmény. Medencekifejlődésben az alföldi területen több ezer métert meghaladó vastagságú. Felszínen azonban csak a hegységek peremén, völgyekben, valamint a dombvidékeken fordul elő.

A miocén elején (eggenburgi emelet) szárazföldi kifejlődésű tarkaagyag képződött. Anyaga igen változatos, települése szeszélyes, kiékelődő, homokos, gyakran homoklencsék tagolják. Általában kis képlékenységű, vízerzékeny és a homoklencsék révén pórusvíznyomásos (32. táblázat). Salgótarjánban és környékén számos felszínmozgás alakult ki benne.

32. táblázat

**A tarka agyagok közetfizikai jellemzői**

	$W_L$ %	$I_p$ %	$I_c$	e	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>
átlag	35,1	14,4	1,50	0,58	20,1
minimum	19,2	1,9	0,29	0,41	18,9
maximum	53,5	31,1	3,33	0,96	21,5
szórás	7,0	5,5	0,51	0,10	3,8

*Folyási egyenes egyenlete:*

$$I_p = 0,69 (W_L - 14,0)$$

A középső-miocén (ottnangi–kárpáti emelet) édesvízi és tengeri üledékösszlete középhegységeink térségében általános elterjedésű. Az agyag, homokos agyag, esetenként agyagmárga rétegek rendszerint soványak, kis képlékenységűek, teherbírásuk, szilárdságuk kedvező, térfogatváltozásuk kicsiny vagy közepes (33. táblázat, 37. ábra).

A kárpáti emelet üledéksorában a riolittufa-szórást követően, annak montmorillonitosan bontott változatainak közbetelepülésével Salgótarján és a főváros térségében (M3-as autópálya) nagy képlékenységű, helyenként mozgásra hajlamos agyagok találhatóak (34. táblázat).

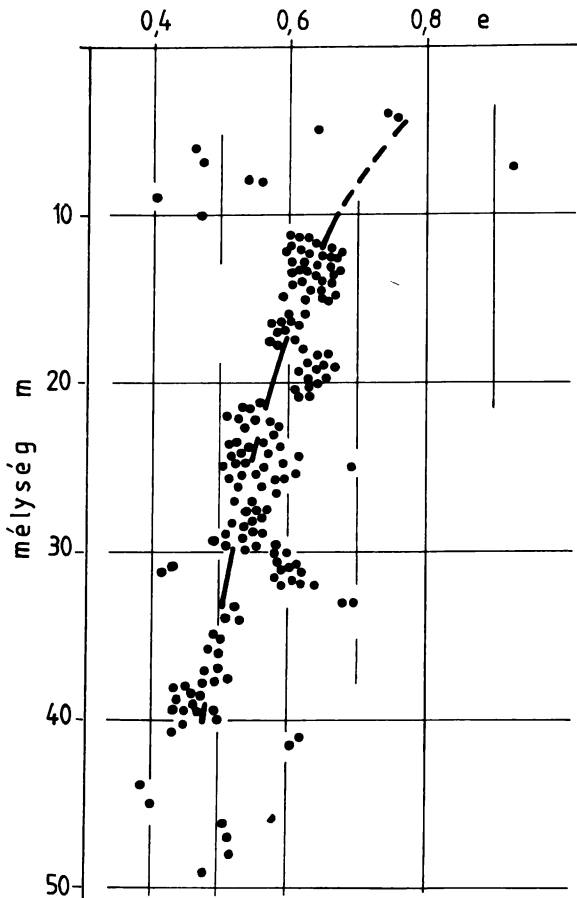
A középső-miocén agyagok kőzetfizikai jellemzői

	$W_L$ %	$I_p$ %	$I_c$	$e$	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>	$c$ kPa
átlag	37,4	16,0	1,13	0,64	21,0	325
minimum	24,0	7,0	0,14	0,42	19,0	250
maximum	44,0	25,0	2,25	0,84	22,0	350
szórás	4,5	4,4	0,51	0,09	0,5	41

Folyási egyenes egyenlete:

Dunántúli homokos agyag  $I_p = 0,72 (W_L - 10,9)$

Bükkaljai homokos agyag  $I_p = 0,79 (W_L - 18,0)$



37. ábra. A középső-miocén agyagok hézagtérfogatjának változása a mélységgel (Budapest)

A tufamálladékos agyag kőzetfizikai jellemzői

	$W_L$ %	$I_p$ %	$I_c$	e	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>
átlag	67,6	43,8	1,18	0,62	20,3
minimum	37,5	19,3	0,78	0,21	16,5
maximum	104,0	103,1	1,51	1,32	23,6
szórás	16,4	17,4	0,17	0,36	2,7

Folyási egyenes egyenlete:

$$I_p = 1,003 (W_L - 24,1)$$

A mecseki miocén kifejlődésének egyik jellemző és felszínén kb. 100 km<sup>2</sup> területen elterjedt sorozatát képviseli a halpikkelyes agyagmárga öszlet (35. táblázat).

A halpikkelyes agyagmárga kőzetfizikai jellemzői

	$W_L$ %	$I_p$ %	$I_c$	n %	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>
átlag	54,2	39,5	1,24	41,1	14,1
minimum	28,9	27,2	0,85	20,0	13,8
maximum	68,3	53,1	1,57	46,5	15,3

A szarmata csökkentsósvízi homokos agyag, agyag hegységeink peremén elterjedt. Általában zöldesszürke színű, egyes rétegei montmorillonitban gazdagok, így nagy képlékenységek (36. táblázat).

A mozaikszerkezetű agyag kőzetfizikai jellemzői

	$W_L$ %	$I_p$ %	$I_c$	e	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>
átlag	82,1	52,3	1,08	0,68	20,1
minimum	68,2	39,1	0,72	0,31	16,2
maximum	118,0	78,6	1,25	1,12	22,1
szórás	11,3	9,8	0,12	0,25	2,7

Az öszletben gyakoriak a homoklencsék-homokbetelepülések, nyomás alatti vízzel, mely sok műszaki problémát okoz, pl. a főváros területén az É-D-i metróépítésben.



A miocén üledékek – agyag, homok váltakozása – több száz méter vastagságban rakódtak le, így több területen – Bakony, Mecsek, Bükk hegység – fontos víztározók, bár az agyagbetelepülések miatt a kutak vízhozama rendszerint csak 150–300 l/p nagyságrendű.

A pannóniai üledékek hegységperemi területeken durva kavicsos törmelékből, homokból, márgás agyagból tevődnek össze, medencekifejlődésben uralkodó a márga–agyagmárga képződményegyüttes. A pannóniai márgaösszlet általában kedvező tömörségű, kis képlékenységű, építésföldtani problémát rendszerint nem okoz. Összetételében jellemző a 30–50% CaO tartalom, az 1–3 közötti szilikát-modulus és a 3–10 közötti alumínát-modulus, mely lényegében meg egyezik az ún. beocsini cementmárgáéval, mely ugyancsak pannóniai képződmény és az ún. román cement klasszikus nyersanyaga – így a márgaösszlet hazai cementipari hasznosításának lehetősége figyelmet érdemel.

A pliocén folyamán az ország nagy részét elborító beltő vize fokozatosan felhígult, ugyanakkor medencéink tartós süllyedésével több száz, az Alföldön több ezer méter vastagságú üledékösszlet rakódott le.

A pliocén agyagos, homokos üledékek legerjedtebb és legnagyobb vastagságú harmadidőszaki képződményeink. Felszíni kibúvásuk korlátozott, hegységeink peremén és a Dunántúli-dombvidéken általában a pleisztocén lösz aljzatát képezik.

Az agyag változékony szemcseösszetételű, gyakran homokos, kőzetlisztes, kis képlékenységű. A Balaton környékén közepes képlékenységű, rendszerint homokrétegekkel és homokkölencsékkel váltakozó kifejlődésű (37., 38. táblázat, 38. ábra).

37. táblázat

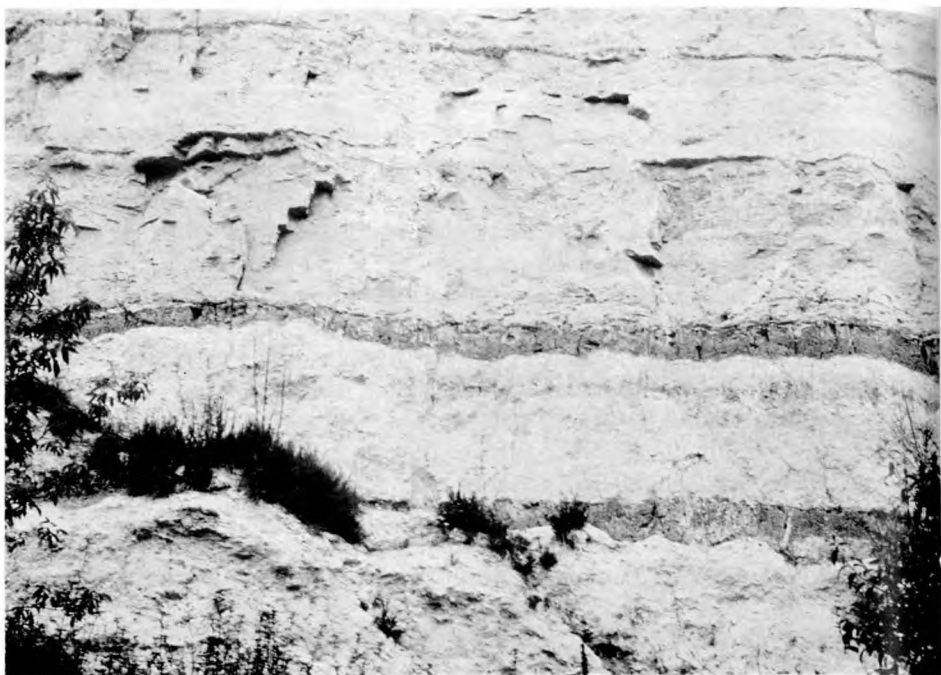
**A pliocén agyagok közzfizikai jellemzői**

	W <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	n %	σ <sub>c</sub> kPa
átlag	58,2	32,8	33,5	340
minimum	33,0	17,5	29,8	20
maximum	97,3	60,4	36,7	800
szórás	11,2	9,8	10,2	80

38. táblázat

**A Balaton-környéki felső-pannóniai üledékek közzfizikai jellemzőinek átlagértékei**

Kőzettípus	W %	W <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	e	c MPa	φ°	d kN/m <sup>3</sup>	σ <sub>c</sub> kPa
kőzetlisztes agyag	21,3	55,4	32,6	1,08	0,58	0,10	20	20,1	310
agyagos kőzetliszt	22,8	49,6	24,8	1,20	0,67	0,08	22	20,1	250
kőzetliszt	23,4	47,3	20,6	1,16	0,70	0,06	29	20,1	210
homok	21,8				0,68	0,03	32	19,4	



38. ábra. Felső-pannóniai kőzetlisztes–agyagos rétegsor települése a balatonkenesei magaspártban

Műszaki szempontból kedvezőtlen, hogy a közbetelepült homokrétegek vizet vezetnek, ezzel számos felszínmozgás előidézői, különösen a balatoni és dunai magaspártokon, ahol a lösz fekjét képezik.

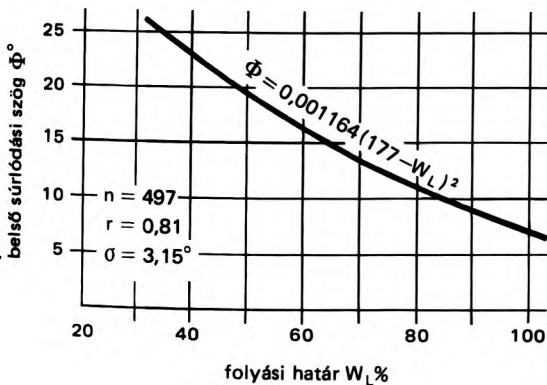
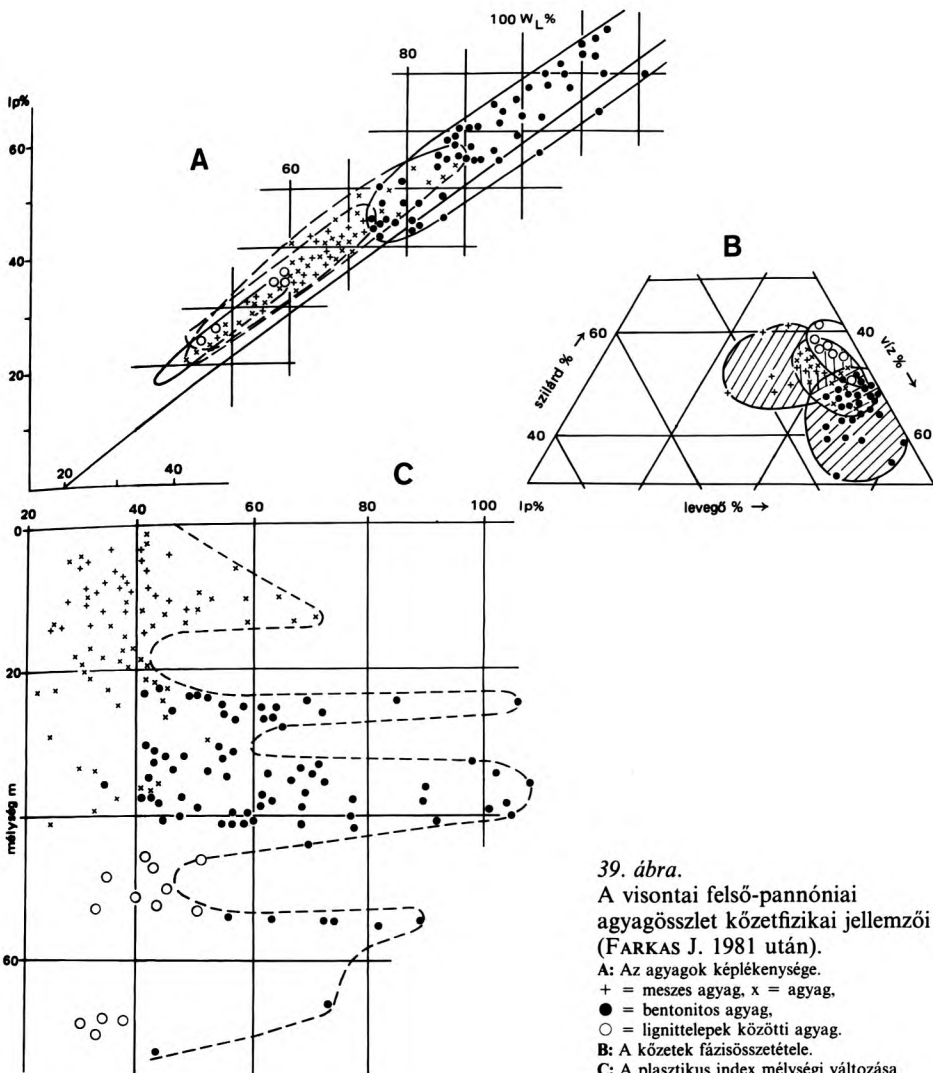
A Mátraalján az áthalmozott, montmorillonitosan elbontott tufamálladék-betelepülések nagy képlékenységgű vékony rétegeket alkotnak, ezek a bentonitos csíkok a hatalmas kiterjedésű külfejtési területen komoly mozgásokat idéznek elő (39., 40. ábra).

A homok általában a fiatalabb rétegsorban gyakoribb. Rendszerint jól osztályozott, közepes szemcsenagyságú, érdes szemű, építőipari felhasználása kedvező.

A pliocén fiatalabb kifejlődése a Nagyalföld DK-i részére, valamint a Drávavölgyre jellemző, vastag, szívós, képlékeny vörösbarna agyagtakaró.

Helyi jellegű előfordulásuk miatt térképi elkülönítésre nem alkalmasak a középső-miocén és pliocén homokkővek, csak a teljesség kedvéért említjük itt meg. Felszínen középhegységeinkben található, általános jellemzőjük a meszes kötőanyag, finom szemcsenagyság, gyakori a csillám- és limonittartalom. A közepes szilárdságú kőzetek csoportjába sorolhatók (39. táblázat).

A pliocén rétegsor az ország egyik legfontosabb víz- és szénhidrogéntároló porózus képződményegyüttese; ipari és ivóvíz, egyben hévízbeszerzés szempontjából is fontosak.



A miocén és pliocén homokkő kőzetfizikai jellemzői

Kor, lelőhely	Test-sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Vízfelvétel v%	Nyomószilárdság	
			légszáraz MPa	vízzel telített MPa
miocén				
Vác	2,20	6,2 – 7,5	20 – 47	30 – 48
Mecseknádasd	2,54	2,4 – 2,6	32 – 75	57 – 71
pliocén				
Egregy	2,49	1,4 – 2,4	46 – 67	38 – 56
Karmacs	2,51	1,1 – 2,1	75 – 96	56 – 74

## PLEISZTOCÉN, HOLOCÉN KÉPZŐDMÉNYEK

**Mésziszap, édesvízi mészkő (10)**

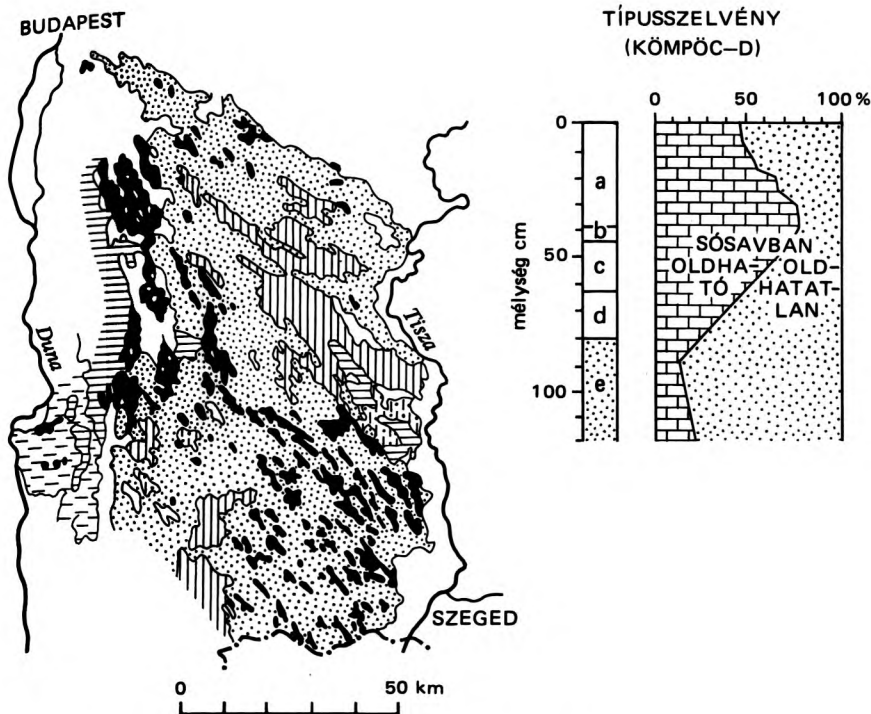
Tiszta formájában hófehér, mechanikai szennyeződést alig tartalmazó, puha üledékes kőzet. Fő elterjedési területe a Duna–Tisza köze, foltokban megtalálható a Nyírség peremén és a Sárreuten is. A fehér vagy világosszürke, kiszáradva porlódó képződmény több helyen iszaprétegek, illetve tözegtelepek alatt jelentkezik, de a Duna-völgyi szikesek fekvőjében is gyakori (RÓNAI A. 1959).

Mésziszap a Duna–Tisza közti hátság folyóvízi vápáiban és deflációs mélyedéseiben képződik tömegesen. Elsősorban – térképi ábrázolásban is jól követhetően – a hátság homokvonulatai közötti mélyedéseket tölti ki (41. ábra).

A mésziszap anyaga a meszes futóhomokterületekről származik. A lefolyó csapadék mossa ki és halmozza fel a keskeny és hosszú vápákban. Ezekben a mélyedésekben csak időszakos a vízmozgás, a száraz időszakokban a mész feldúsul és kicsapódik a vízből. Az igen finom szemcsés képződménynek tavikréta a neve. Sokszor csak kötőanyagként szerepel és a homokot meszes homokkővé cementezi. Szilárd darabjai vagy konkréciói réti mészkő néven ismertek. A futóhomokos területek mélyedéseiben gyakran homokos mésziszapot vagy mésziszapos homokot találunk. A mésziszap és mésziszapos képződmények vastagsága 0,1–1 m között változik (42. ábra).

Az utóbbi évek vizsgálatai kimutatták, hogy az alföldi mésziszapos képződményekben, mind az alsó kemény, mind a felső lazább szerkezetű iszapban a magnéziumkarbonát nagyobb súlyarányú, mint a kalciumkarbonát (MOLNÁR B. 1980), tehát a dolomitiszap név illik rá.

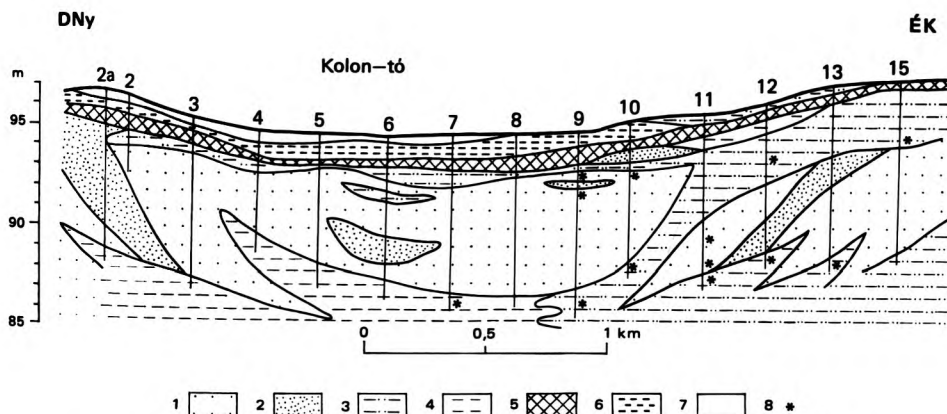
Építésföldtani megítélése nem egyszerű. A kötöttebb változatok, kemény padok nem jelentenek alapozási, mélyépítési problémát, sőt a réti mészkő vagy darázskő néven ismert szilárd kifejlődése olyan minőségű, hogy az Árpád-kortól



- 1 2 3 4 5 6 7

41. ábra. Karbonát-képződmények („réti mészkő”, „mésziszap”) elterjedése a Duna–Tisza közén (MOLNÁR B. 1980 után)

1. alluvium, 2. nagy karbonáttartalmú ártéri üledék, 3. szikes lósz, agyag, homok, 4. futóhomok, 5. löszös homok, 6. típusos lósz, 7. mésziszap, réti mészkő. A szelvényben: a = világosszürke dolomitiszap, b = sötétszürke kemény dolomit, c = világosszürke kemény dolomit, d = lazább, vasas-homokos-meszes dolomit, dolomitos mészkő, e = aprószemű homok



42. ábra. A Kolon-tó térségének földtani szelvénye (MOLNÁR B. et al. 1977).

1. aprószemű futóhomok, 2. finomszemű futóhomok, 3. durva kőzetliszt, 4. finom kőzetliszt, 5. karbonátiszap, 6. tőzeg, 7. mesterséges feltöltés, 8. mocsári jellegű lerakódás

napjainkig építőkönek bányászták. A laza iszap azonban azért is problematikus, mert rendszerint szerves iszap, agyag, tőzeg lerakódásokkal együtt jelentkezik, mely már kedvezőtlen körülményeket jelent.

### Folyóvízi kavics, teraszkavics (9)

Hazánk mai vízhálózata főbb vonásaiban a pleisztocénben alakult ki. Az éghajlatváltozások (glaciális–interglaciális szakaszok) a folyók eróziós és akkumulációs tevékenységének többszöri minőségi és mennyiségi változását eredményezték. Az ősi folyók nagy vastagságú, hatalmas kiterjedésű törmelékűpokat hoztak létre. A medenceperemeken és a hegységi völgyszakaszokon a megismétlődő kiemelkedések miatt a folyók ismételten bevágódva teraszokat alakítottak ki. A medencék lépcsőzetes süllyedését a durvább szemű üledékek szakaszos megjelenése jelzi. Száz métert meghaladó vastagságú kavicsbordalék halmozódott fel a Kisalföldön és az Alföld egyes részein (Kecskeméttől délre az alsó-pleisztocén kavicsréteg 250 m mélységben települ).

A Duna mai ártere alatt a felső-pleisztocén kavics Dunaharasztitól Bajáig mintegy 200 m hosszúságban, 10–20 km szélességben húzódik, É-on néhány m, Kalocsánál már 70 m vastagságban. É-on közel fekszik a felszínhez (0,5–1,0 m-re), D felé a kavicsrétegek mélyebbre kerülnek. A Kisalföldön a Duna 200–300 m vastagságú bordalékában is jelentős mennyiségű a kavics. Többi folyónk hordalékúpjában a Dunáéhoz mérten kevesebb kavicsot találunk (43. ábra).

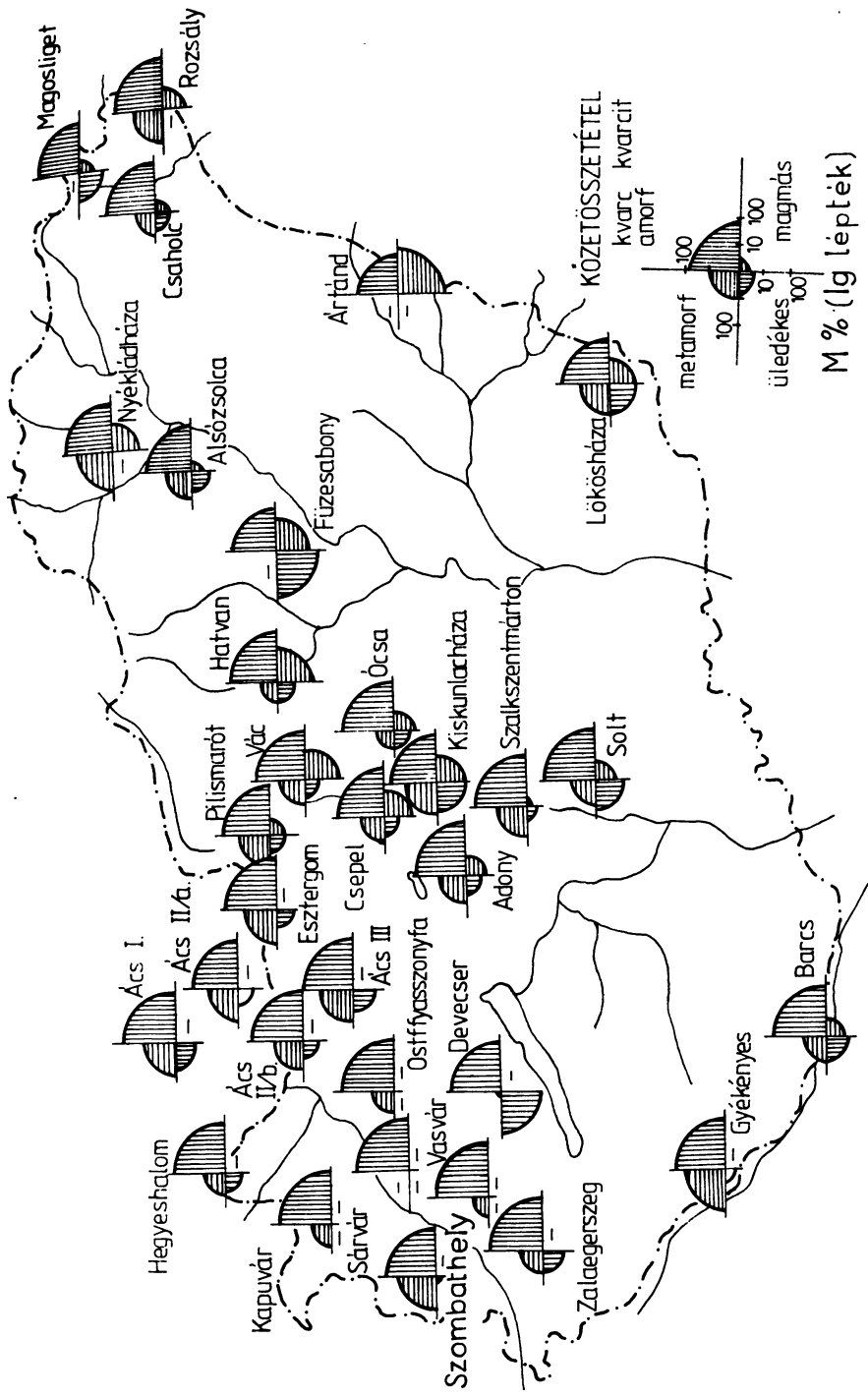
A nagy teraszok kavicsüledéke jelenleg a Rábavölgy két oldalán található összefüggően felszínen; de szigetszerűen előfordul a nagyalföldi Dunavölgy mentén, és jelentéktelen foltokban a többi folyó hordalékúpján is. Egyéb térségekben a kavics lösszel, folyóvízi homokkal vagy egyéb fiatalabb üledékekkel fedett.

A nagy tömegű folyóvízi kavics, homokos kavics építőipari vonatkozásban is jelentős, elsősorban a dunai anyag kerül széles körben felhasználásra. Szemcseeloszlása általában jó, a finom frakciót kell kimosni (44. ábra). Anyagi összetételében meghatározó az alpi anyag; sok a kvarc–kvarcit változat, mely ellenálló, kedvező fizikai tulajdonságú (40. táblázat, 45. ábra). Nagyobb mennyiségű mállott anyag – andezit, andezittufa – a Dunakanyartól D-re, ill. Budapest térségére jellemző, bár uralkodó mennyiségben itt is az előző kőzetek találhatóak.

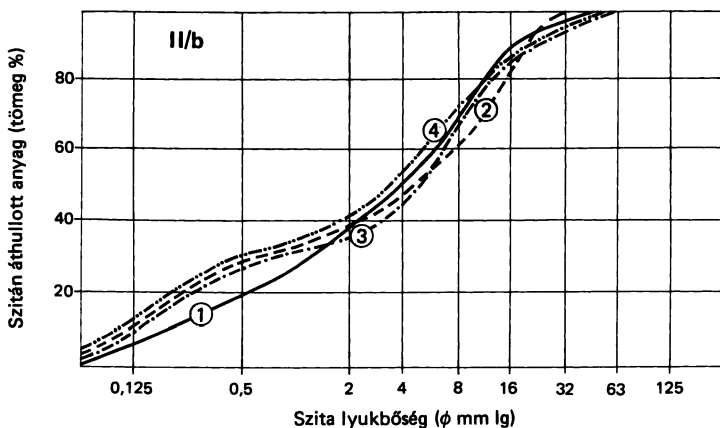
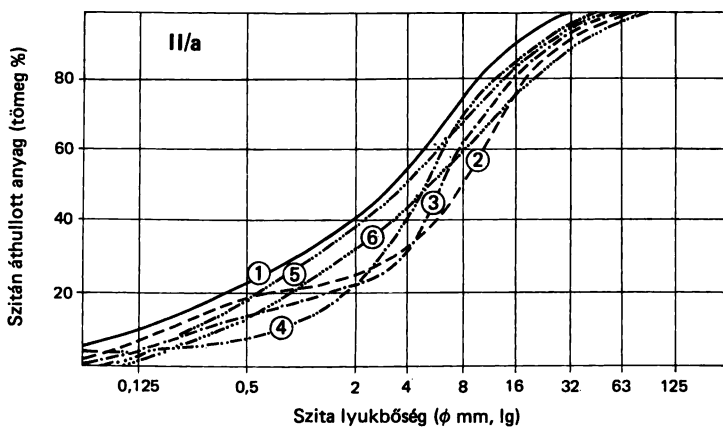
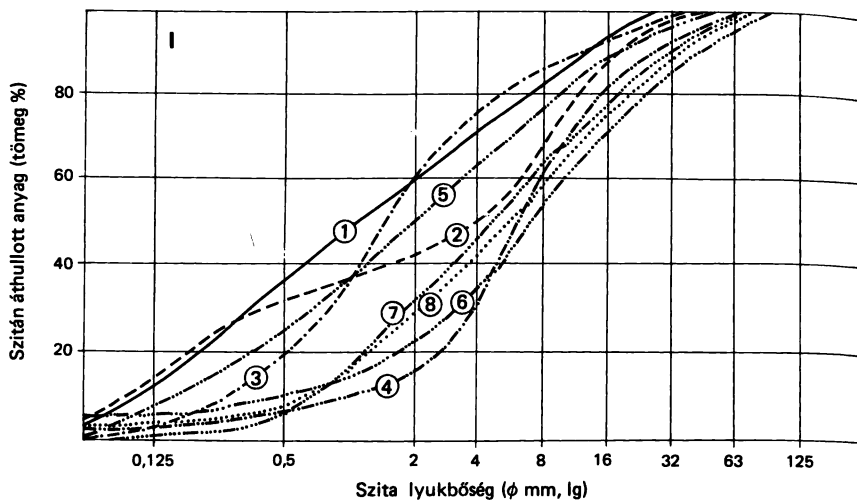
További, jelentős kavicskészletek a Rábavölgyben, részben a Dráva mentén is, valamint a Bükk hegység előterében fordulnak elő. Az utóbbi területen – Hatvan–Füzesabony környéke – a lemezes szerkezetű agyagpala kavicsok gyakorisága folytán a kavicsösszetétel kedvezőtlen.

A kavics, homokos kavics alapozás szempontjából általában kedvező képződmény, a kisebb folyók völgyeiben laza szerkezete okozhat gondot.

Vízföldtani vonatkozásban a nagy kavicslerakódások kiemelkedő jelentőségűek. Mivel nagy folyóink völgyeit összefüggően kíséri, hosszú szakaszon

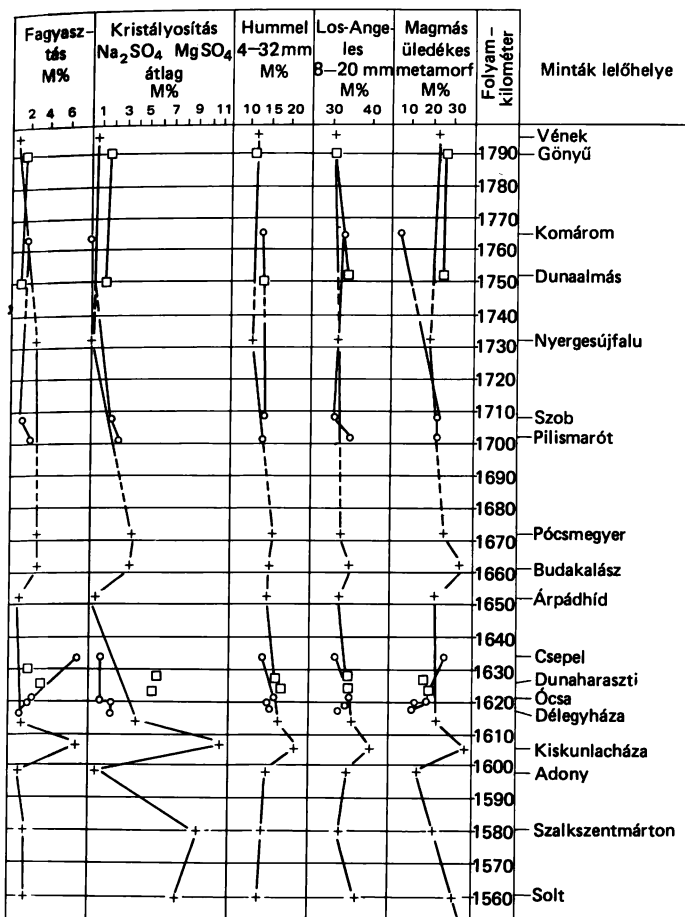


43. ábra. Építőanyagipari nyersanyagkutatásba vont kavicselefordulások kőzetanyagának összetétele (TORÓK E. 1981)



44. ábra. A Duna menti I, IIa, IIb kavicsteraszok anyagának szemcsecsozlása (BERNÁT Z. 1982)  
 1. a Duna az 1764, 2. az 1744, 3. az 1704, 4. az 1694, 5. az 1624, 6. az 1604, 7. az 1564, 8. az 1554. folyamkilométer szelvénybe  
 vetített 10 km-es szakaszok értéke





45. ábra. A Duna menti kavicsos üledékek ásvány-kőzettani és kőzetzikiai jellemzőinek változása a folyamkilométerrel (BERNÁT Z. 1982).  
 + = I., o = II/a, □ = II/b kavicssterasz anyaga

40. táblázat

Dunai hordalék összetétele, alakjellemezője  
 (10–15 mm frakció)

Kőzet	Rajka			Dunaremete		
	gyako- riság %	$\frac{v}{s}$	$\frac{h}{s}$	gyako- riság %	$\frac{v}{s}$	$\frac{h}{s}$
kvarc, kvarcit	79,6	0,62	0,78	88,1	0,68	0,77
magmás	3,8	0,61	0,73	7,9	0,59	0,72
mészkö	7,5	0,44	0,77	3,5	0,66	0,79
homokkő	6,5	0,58	0,79	0,3	0,57	0,72
metamorf	2,6	0,49	0,69	0,2	0,58	0,69

alkalmas parti szűrősű víz nyerésére, csápos kutak telepítésére. Gondot okoz az utóbbi időben egyre nagyobb méreteket öltő felszíni szennyeződés, mely nagy figyelmet kíván a szakemberektől.

### Lejtőagyag, nyirok, barnaagyag (8)

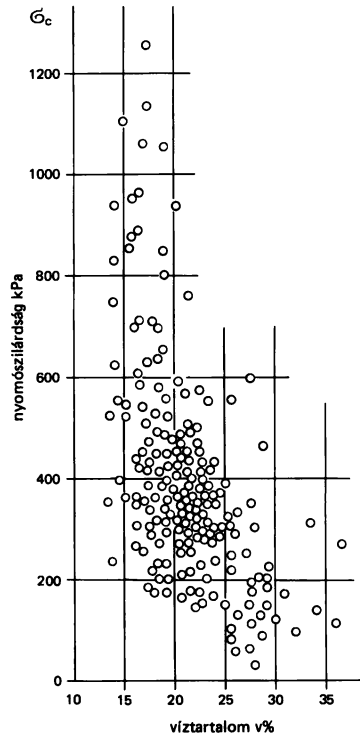
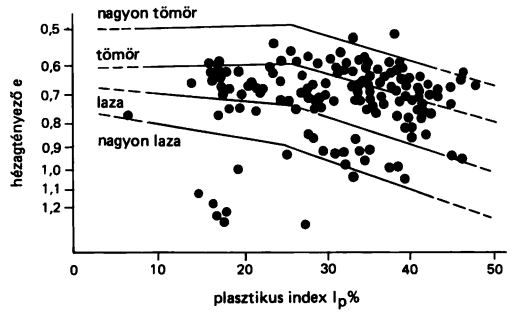
Változó összetételű, minőségű és különböző vastagságú – lejtőkön többször áthalmazott, gyakran az idősebb kőzetek mállástermékeként kialakult – képződmények. Északi-középhegységünk peremi területén, a Mátra- és Bükkalján, a Cserhát vidékén, valamint a Dunántúl nyugati részén általános elterjedésűek.

A Mátra- és Bükkalja barna- és vörösayagja a fekvőjét képező pannóniai képződmények és az eruptívumok mállástermékeinek keveréke. Ennek megfelelően szemcseeloszlása nagyon heterogén, a durvább lejtőtörmeléktől a kolloid frakcióig terjed. A vulkáni tufák mállástermékeként rendszerint nagy montmorillonit-, vagy illit-tartalom jellemzi, ezért víz hatására nagymértékben térfogatváltozó, igen nagyszámú épületkár kapcsolódik hozzá. Összetételében nem annyira az agyag mennyisége, mint minősége a döntő, amelynek révén az aránylag kisebb agyagásványtartalmú képződmény is plasztikussá válik. Vastagsága a lejtők alján és a völgyközi lapos hátakon elérheti a 15–25 m-t is. Rendszerint kedvező teherbírású, de igen vízérzékeny (46. ábra).

Máshol – így a Dunántúlon, a nyugatmagyarországi lejtőkön, de részben az Északi-középhegység peremén is – a lejtőagyag löszszerű, hullóporos eredetű. Színe általában sárgás árnyalatú, sárgásbarna, ritkán sárgásszürke. Gyakran törmelékes szintek is tagolják. A magasabb térszínekről meglazuló, leguruló és lemosódó vegyes törmelékanyag elszórtan vagy sávokban, vékony rétegekben követhető (lejtőtörmelékes agyagnak is nevezik). A löszös eredetű lejtőagyag kevésbé szívós, lazább szerkezetű, de kedvező teherbírású közettípus (47., 48. ábra). A vizsgálatok azt igazolják, hogy a löszszerű, homokos lejtőagyagban lévő, aránylag kis mennyiségű agyagásvány is jelentősen megváltoztatja a képződmény fizikai tulajdonságait. Vastagsága 5–10 m körüli, néha eléri a 30 m-t is. A lejtőagyag képződése már a pleisztocénban megindult, de a holocénban is tekintélyes mértékben gyarapodott.

Tulajdonképpen ide tartoznak az eluviális közettörmelékek, agyagos–vályogos málladékok, a lejtőleöblítés és tömegmozgások által át-, illetve felhalmozott összes lejtőüledékek, deluviumok. Hegyvidéki és részben dombvidéki területeink nagy részét ezek a képződmények borítják különböző vastagságban – felszínen kevés a szálban álló kőzet –, azonban térképi elkülönítésük a térkép méretarányában nem lehetséges.

Előfordulási helyeik a völgy-, hegy- és domboldalakhoz, valamint azok talpához és lábához kötődnek. Elsősorban a laza üledékek halmozódnak át, de ezek keverednek a közelben található szilárd kőzetek törmelékével. Helyenként a közettörmelék jelentős vastagságot is elérhet, de ebben az esetben is tartalmaz agyagos-homokos kötőanyagot.

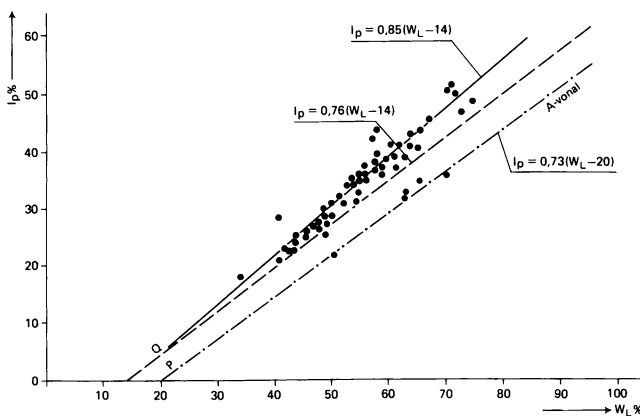


46. ábra.

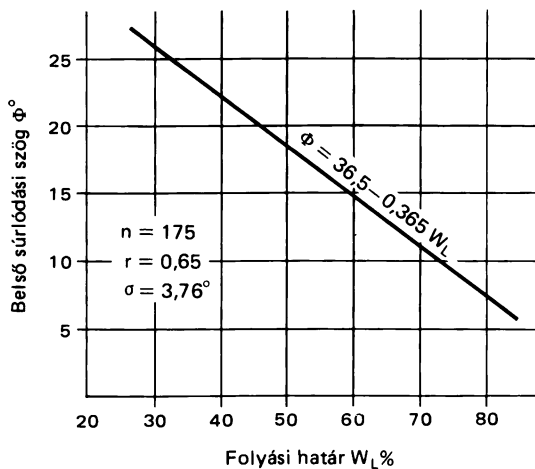
Bükkaljai barnaagyag kőzetfizikai jellemzői

Külső megjelenésükben nagyon hasonlítanak az eredeti, kiindulási kőzetanyagokhoz, de összetételük változatosabb, heterogénebb. E változékonyság jellemző fizikai tulajdonságaikra is (41. táblázat). A nyugat-dunántúli területeken kialakult lejtőagyagtakaró általában egységesebb, kisebb képlékenységgű, mint az előzőekben tárgyalt típusok (42. táblázat).

Mivel ezek az agyagok nagy elterjedésűek, építésföldtanilag jelentősek. Főleg a meredekebb, hegyvidéki területeken indokolt az építés előtti részletes feltárásuk, mert itt a lejtőtörmelékeny agyag igen heterogén településű – anyagá-



47. ábra. Bükkaljai pleisztocén (Q) és pannóniai (P) kötött üledékek képlékenysége



48. ábra. Barnaagyag (Bükkalja) belső súrlódási szögének változása a folyási határ értékkel (NÉMETH G. 1978)

41. táblázat

**Deluviális, lejtőtörmelékes agyag közzetfizikai jellemzői  
(Budapest térsége)**

	$W_L$ %	$I_p$ %	$I_c$	$e$	$M$ MPa
kiscelli agyag területen					
átlag	53,2	29,0	1,13	0,70	9,1
minimum	23,0	3,0	0,75	0,45	4,5
maximum	82,0	52,0	1,65	1,15	16,4
budai márga területen					
átlag	53,7	29,0	1,11	0,69	12,0
minimum	28,0	8,0	0,55	0,35	4,5
maximum	82,0	57,0	1,65	1,15	37,4

## Nyugat-dunántúli lejtőagyagok kőzetfizikai jellemzői

	W <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	e
átlag	43,2	24,8	1,06	0,78
minimum	19,8	6,3	0,68	0,49
maximum	58,7	43,7	1,20	1,09

ban és vastagságában egyaránt. Vízáró képződmények, de a meredek lejtős térszínen heterogén anyaguk miatt szivárgó vizeket tárolhatnak, mely számos esetben felszínmozgás előidézője lehet.

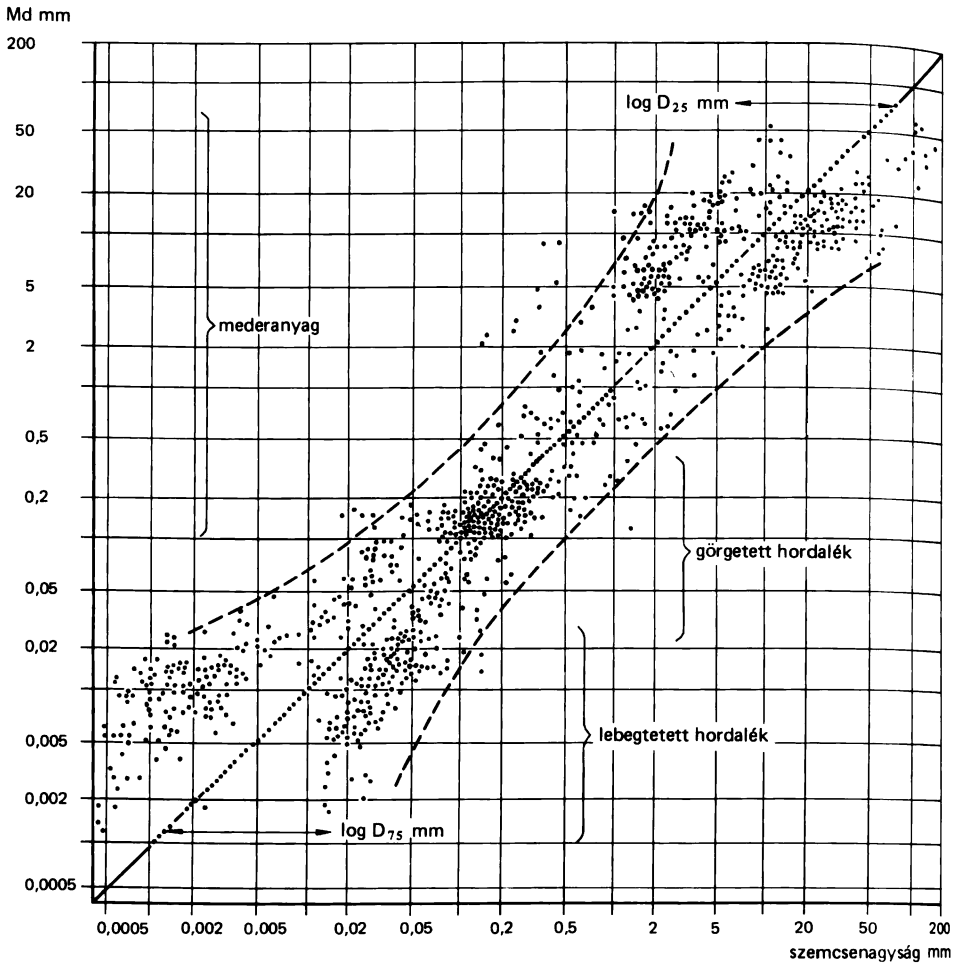
## Folyóvízi homok (7)

A pleisztocén folyók üledékeként igen nagy területen képződött folyóvízi homok a Duna–Tisza közén, a Nyírségben, a Kisalföldön. Ennek jelentős része azonban már futóhomokká alakult, a jelenlegi völgyekben pedig elsősorban finom frakciója, az iszap–agyag fedi.

Felszíni elterjedése a Kisalföld DK-i – Bakonytól É-ra eső – részére, Somogy Ny-i területére, a Mezőföld, a Nyírség szélére és a Zagyva-völgyre korlátozódik. Nagy folyóink völgyében ma is tart a homoklerakódás (49. ábra, 43. táblázat).

## A Magyar-medence hordalékmérlege

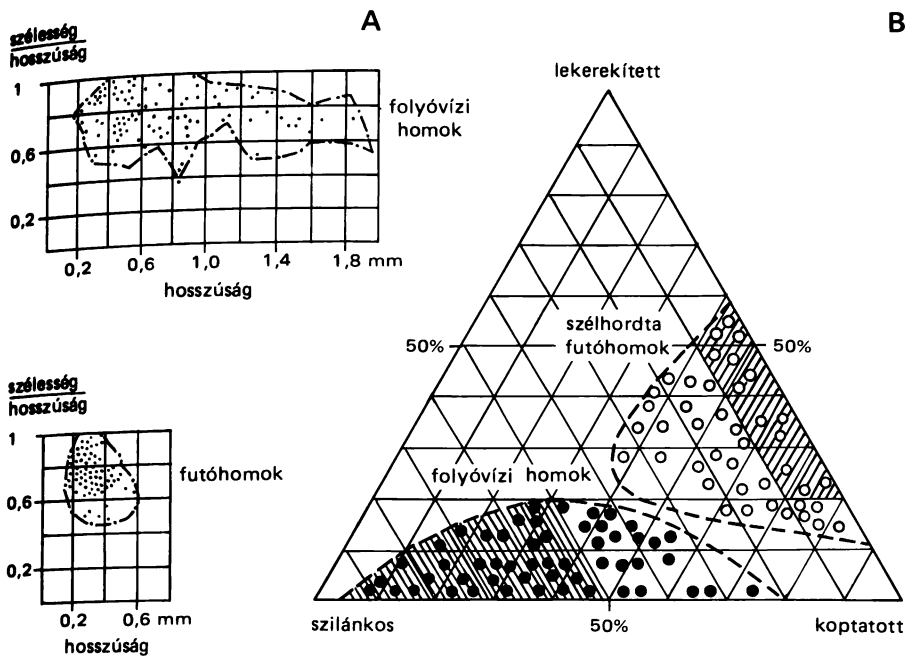
Folyó	Az országba belépő hordalék (1000 t/év)			Az országból kilépő hordalék (1000 t/év)		
	görgetett	lebegtetett	összes	görgetett	lebegtetett	összes
Duna Dunaremete és Baja	186	2 400	2 586	44	18 291	18 335
Rába	10	500	510			
Vág–Ipoly–Garam	–	2 550	2 550			
Tisza	5	6 650	6 655	19	22 075	22 094
Záhony és Szeged						
Bodrog	6	1 060	1 066			
Sajó	3	1 490	1 493			
Hernád	6	820	826			
Körösök	17	1 741	1 758			
Maros	28	8 300	8 328			
Összesen	261	25 511	25 772	63	40 366	40 429



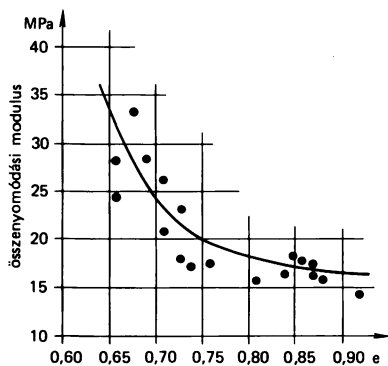
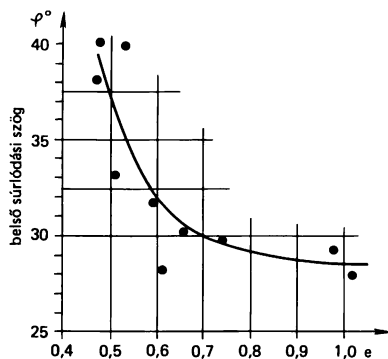
49. ábra. A Duna hordalékának osztályozottsága (Török E. 1976)

Anyagában a nagy ellenállóképességű kvarc-kvarcítfésüléségek uralkodó szerepe a jellemző, helyi jelleggel azonban megtalálható nagyobb mennyiségben magmás, vagy üledékes anyag is. A mai Dunahomok ásványos összetételében a kvarc mellett uralkodóak a metamorf eredetű ásványok (MOLNÁR B. 1964).

A folyóvízi homokot a Dunavölgyben a felsőpleisztocén kavicsrétegek között, vagy a kavicsra települve találjuk, vastagsága néhány m-től 20–30 m-ig terjed. A Duna–Tisza közti hátságban néhány m (legfeljebb 5–10 m) vastagságú, de finomabb szemcséjű, homokos agyag- és agyagos homokrétegekkel elválasztva, ismétlődve jelenik meg. A Zagyva-völgyben 5–10 m, a Jászságban (finomszemű rétegekkel tagolva) összvastagsága 50–100 m. Felszíni elterjedésük nem ábrázolható, mivel vagy fiatalabb üledékek fedik, vagy futóhomokká alakultak. Sok esetben pedig nem is vonható éles határ a folyami és szélhordta homok között.



50. ábra. A különböző szállítású homokok kvarcszemeinek geometriai alakja és felülete.  
 A = HAGERMAN-féle, B = MIHÁLTZ UNGÁR-féle minősítés



51. ábra.  
 Folyóvízi finomhomok belső súrlódási szögének ( $\varphi^\circ$ ) és összenyomódási modulusának (MPa) eloszlása a hézagtényező ( $e$ ) függvényében (Mezőföld)

A homok fizikai tulajdonságai az ásványos összetételtől és a szemcsék alakjától függenek. A vízzel szállított homokszemcsék alakja túlnyomórészt szögletes (50. ábra), felszíne érdes; általában vegyes szemcseösszetételű, ezért jobb teherbírású, mint az azonos nagyságú, legömbölyített szemcsékből álló futóhomok. A homok hézagterfogata a szemcsealak és a település lazaságának függvényében változik (51. ábra).

Mint építési altalaj, a homok általában megfelelő, közepes tömörségű, teherbírású közet. Legnagyobb hézagterfogat a jól gömbölyített, azonos nagyságú, jól osztályozott szemcsék között jön létre. Ezek a homokok vízzel telítve ún. folyóshomokot, úszóhomokot képeznek. A folyóshomok alapozásainknak egyik legnagyobb problémája. Főleg fagyasztással és talajvízszint süllyesztéssel tudják kizárni, de ez az alapozási költségeket lényegesen megemeli (budapesti Metró építése).

Az építőipar az éles szemű homokot habarcskészítésre nagy mennyiségben használja, gyakran nem tiszta homokot, hanem durva frakciót, kavicsot is tartalmazó változatát. Ahol finom frakcióban szegény, jelentős lehet víztárolása, helyi jelleggel a víznyerésben is számottevő.

### Lösz, lejtőlösz (6)

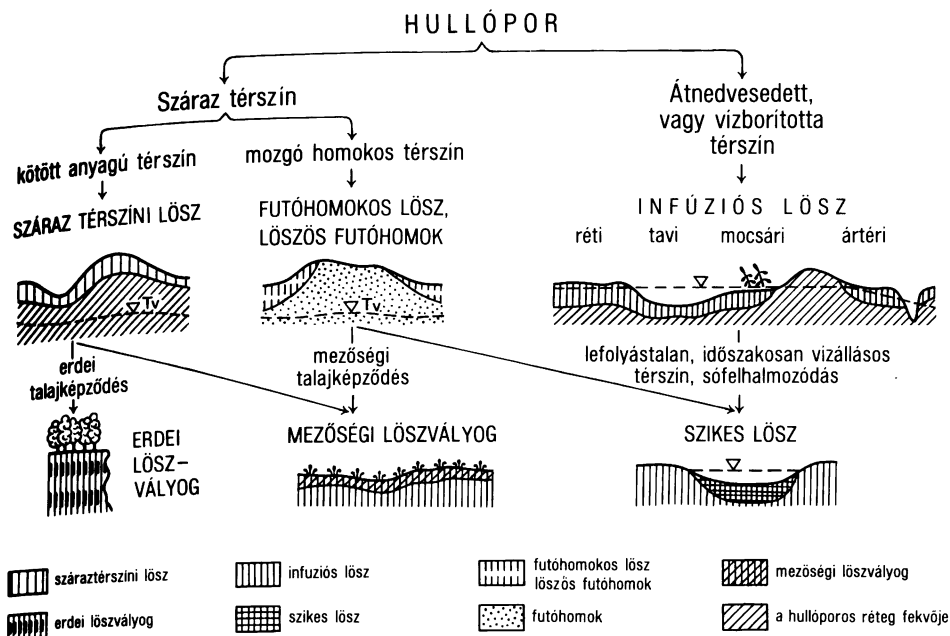
A pleisztocén legjellemzőbb és legnagyobb felszíni elterjedésű képződménye az ország területének mintegy  $\frac{1}{3}$ -át borítja. Az eredeti helyzetben és átmozgatottan található hullóporos képződményt hazánkban több löszváltozat képviseli (52. ábra). Domb- és hegyvidékeink alacsonyabb (általában 400–300 m tszf. alatti) részein és a síkvidékeken egyaránt megtalálható. Hideg-száraz klímán, szélhordta finom porból képződött. Vastagsága változó: a Balaton környékén 2–8 m, Somogyban 4–10 m, Tolnában 2–20 m, Baranyában 9–30 m, a Mátraalján és a Hegyalján 5–15 m, a Hajdúságban 8–12 m, a Gödöllői-dombvidéken 5–25 m. Legvastagabb a Mezőföldön, ahol a dunai magaspartok térségében eléri a 40–65 m-t is.

A típusos lösz (száraztárszíni lösz) sárga színű, szemcseeloszlására a 0,02–0,06 mm-es frakció túlsúlya jellemző (53. ábra). Szemcséit mészkéreg vonja be,  $\text{CaCO}_3$ -tartalma 20–25%. Jellegzetesen makroporozus, ún. szerkezetes, mintegy 50–55% porozitással. Összetételében a kvarc mellett gyakori lehet a földpát (10–15%), tartalmaz kalcitot, dolomitot és kevés agyagásványt is. Utóbbinak azért van jelentősége, mert az illit és montmorillonit a lösz fizikai tulajdonságait kedvezőtlenül befolyásolja.

Jellegzetes szerkezete következtében a lösz meredek falban megáll. Vízvezetőképessége függőleges irányban jobb, mint vízszintesen. Mész tartalma gyakran kioldódik és a kicsapódó mészből a csapadék mennyiségének függvényében különböző mélységekben ún. löszbabás (konkréciós) szint jön létre (54. ábra).

A típusos lösz – szakaszos képződése következtében – nem egységes kifejlődésű. A vastag lösz-összleteket változó számú, barna, vörösesbarna, barnás-





52. ábra. Lössváltozatok szelvénybeli helyzete és keletkezési kapcsolatai (UNGÁR T. 1964)

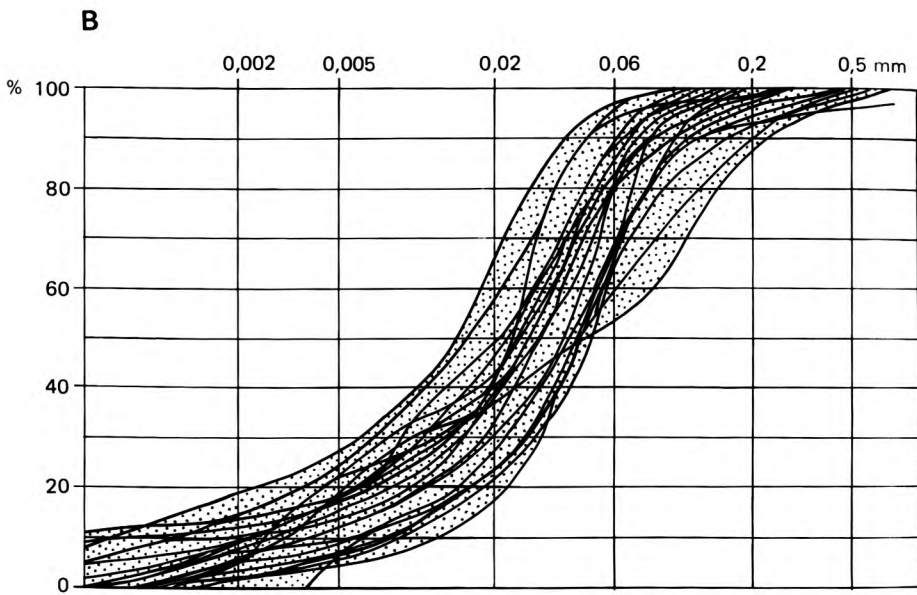
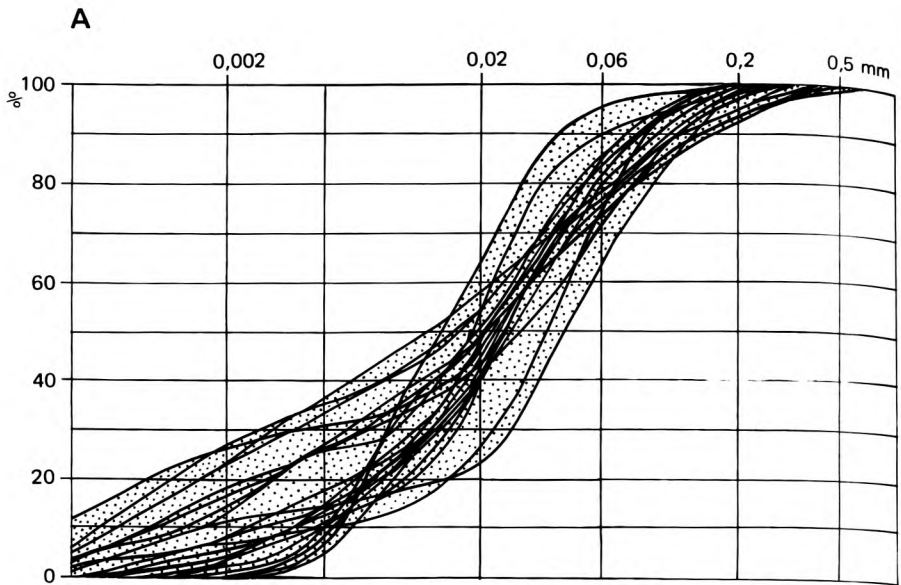
szürke vályogzónák: fosszilis talajok tagolják. Az agyagosodást, a talajszintek kialakulását a regionális tényezőkön kívül a helyiek is fokozottan befolyásolják. Egyes löszszelvények vályogszintjeiben krioturbációs formák („gyüredezettség”) is mutatkoznak. A löszképződés időszakait a fosszilis talajrétegek alapján szokták párhuzamosítani. Hazánkban „idős” és „fiatal” pleisztocén löszet különböztetünk meg.

A lösz nagy porozitású, kis képlékenységgű (55. ábra). Szilárdsági tulajdonsága kedvező. Problémát a víz megjelenése és – esetenként – a terhelés jelent, együttes hatásuk roskadást idéz elő. A roskadás kialakulásában a külső tényezők (feszültségállapot, víz bejutásának jellege) és belső tényezők (hézag tényezők nagysága, a szerkezet típusa, az ásványos összetétel, ezen belül az agyagásvány jellege) összhatása szerepel. A káresetek száma a lösz elterjedéséhez képest nem jelentős.

Földművek építésénél nem kedvező, mert vízerzékenysége miatt nehéz az optimális víztartalom biztosítása és tömöríteni is nehéz. Erózióveszélyes, felszínén gyakori az eróziós árok, a földutak mélyen bevágódnak a térszínébe.

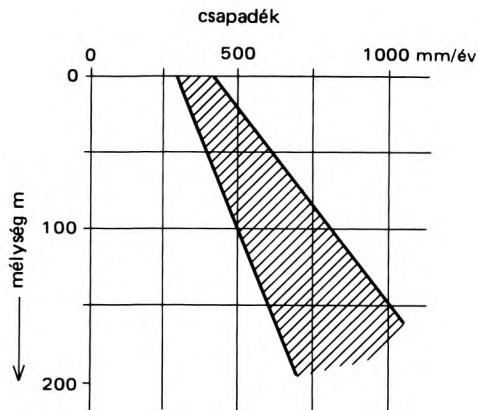
Mállott felszínén jó minőségű termőtalaj alakult ki, így mezőgazdasági jelentősége nagy.

A vályogzónával tagolt lösz keverve olyan képlékenységgű, hogy téglagyártásra is alkalmas (dunántúli dombvidék), újabban cementgyári nyersanyagként is felhasználják (Beremend).

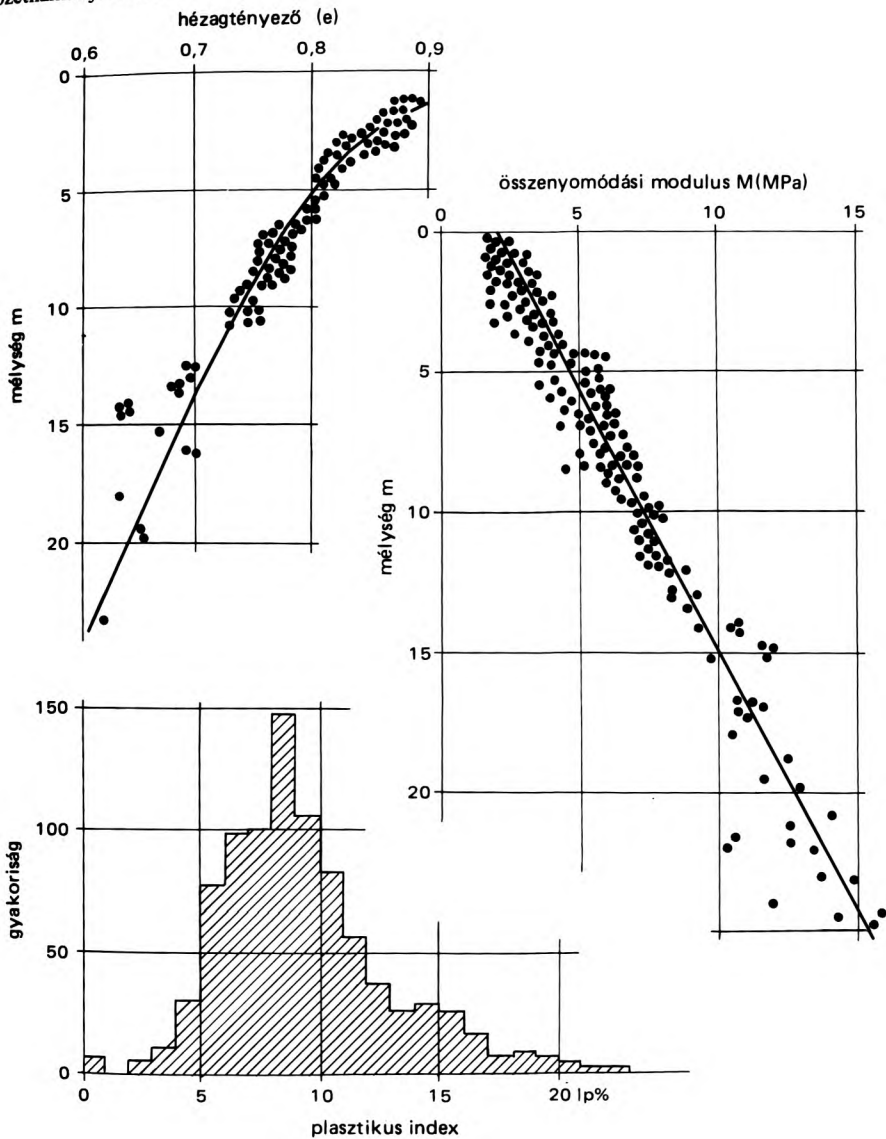


53. ábra. A lőszök jellemző szemcseeloszlása. **A** = Budapest környéke, **B** = Nyírség

54. ábra.  
 Tapasztalati összefüggés  
 a löszbabás szint mélysége  
 és a csapadék között



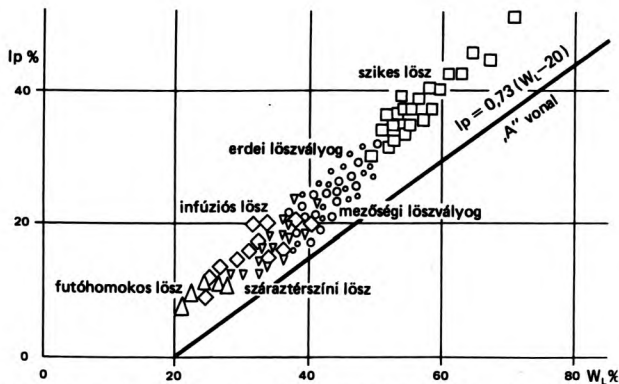
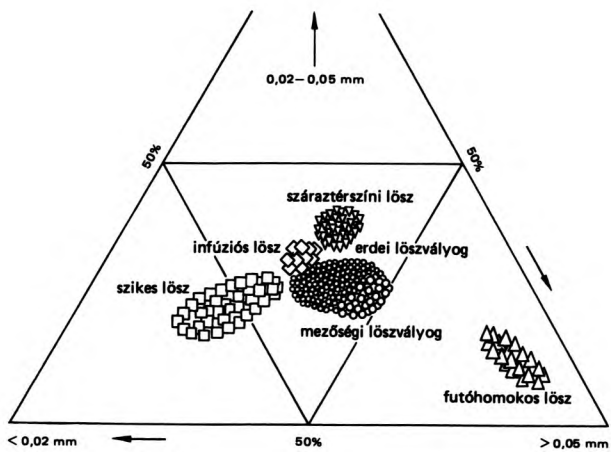
55. ábra.  
 A típusos mezőföldi lösz  
 közetfizikai jellemzői



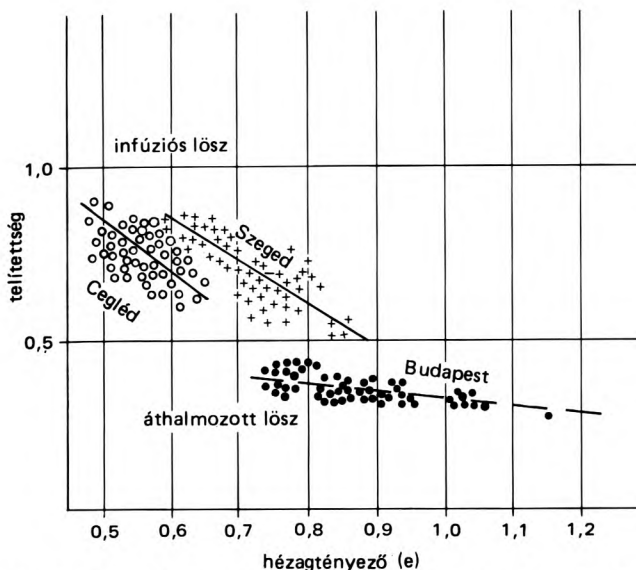
A függőlegesen jó vízáteresztő lösz a csapadékot gyorsan elnyeli és azt függő kapilláris vízként nagy mennyiségben tárolja. A löszterületeken felszíni vízfolyás ezért nem alakul ki. A lösz az erózióra rendkívül érzékeny, már 0,2 m/s vízáramlás lepusztítja, s a lefolyó vízre mindig a nagy iszaptartalom jellemző.

**Ártéri infúziós lösz (5)**

Az infúziós lösz nedves, vizes ártérre hullott poranyag (lásd 52. ábra). Az Alföld legelterjedtebb löszfélesége. Szemcseösszetétele közel áll a típusos löszhöz, de annál tömörebb, iszappal keveredik (56. ábra), így kötöttebb, finoman



56. ábra. A löszváltozatok szemcseeloszlása és képlékenysége (UNGÁR T. 1964 adatainak felhasználásával)



57. ábra. Összefüggés a különböző löszváltozatok hézagátényezője (e) és vízzel való telítettségé között

rétegzett és néha mésztelenebb is. Kis képlékenyséű, gyakran szerves szennyeződésű. Ha nagyobb mértékben keveredik ártéri agyaggal (iszap- és agyagfrakció 30–40%) agyagos lösz a neve. E képződmény az agyaghoz hasonlóan viselkedik, plaszticitása megnő ( $I_p = 30\text{--}40\%$ ). Az agyagosodás legtöbbször szikesedéssel jár együtt.

Az infúziós, agyagos és szikes lösz vastagsága az 1–3 m-t ritkán haladja meg. Feküje rendszerint finomszemű folyóvízi üledék. Igazi hazája a Tiszántúl, de megjelenik a Duna árterén és a Mezőföld É-i részén is.

A törmelékűpök és nagy homokdűnék vidékének lösze is eltér a típusos lösztől. Elsősorban homokkal keveredik, mely lehet a két szemcsefrakció társulása, vagy a lösz és a homokrétegek váltakozása. Helyenként az iszapfrakció dúsulása tapasztalható. Az uralkodó szemcsefrakció aránya szerint különböztetik meg, így lehet: homokos lösz, iszapos lösz, agyagos lösz.

Általában löszös homoknak nevezik azt a képződményt, amelyben a homokfrakció (0,06 mm szemnagyságon felül) súlya nagyobb a kőzetliszt, vagy homokliszt frakciónál (0,02–0,06 mm) és ennek a homoknak a többségét finomhomok adja (0,06–0,1 mm  $\varnothing$ -jú szemcsék) (44. táblázat).

A lejtőlösz (régí nevén völgyi lösz) eolikus porból, de egyidejű áthalmazóddással keletkezett. Képződésében esővízi lemosás (proluvium), olvadékvizek szállító tevékenysége játszott közre. Kis mértékben ásványos összetételében és szemcseeloszlásában is „elváltozott lösz”. Legtöbbször kavicsokat, murvaszemcséket tartalmaz. Lehet rétegzett és rétegzetlen. Helyenként a típusos löszhöz hasonló, másutt erősen eltérő külsejű, sötétebb színű, kevésbé porózus. A hegy-

Lőszfajták fontosabb közeffizikai jellemzői

Lőszfajta	$W_L$ %	$W_p$ %	$I_p$ %	T %	$Z_{S1}$ %	$D_m$ mm	e	n %	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>
száraztárszíni lőszer	31 – 38	20 – 22	10 – 17	24 – 28	2,0 – 6,0	0,046 – 0,050	0,73 – 0,90	42 – 47	14,2 – 15,6
erdei lőszer	33 – 50	18 – 20	15 – 30	25 – 30	4,0 – 8,0	0,045 – 0,050	0,50 – 0,65	33 – 39	16,3 – 18,2
mezőszéki lőszer	35 – 43	19 – 25	16 – 21	26 – 29	3,0 – 5,0	0,048 – 0,055	0,95 – 1,22	49 – 55	12,4 – 14,1
infúziós lőszer	25 – 42	15 – 21	7 – 20	21 – 29	1,2 – 6,0	0,045 – 0,052	0,59 – 0,73	37 – 42	15,9 – 17,0
futóhomokos lőszer	17 – 21	11 – 17	5 – 10	22 – 26	2,0 – 3,5	0,058 – 0,066	0,52 – 0,59	34 – 37	16,8 – 17,4
szikes lőszer	42 – 71	20 – 21	22 – 51	29 – 33	4,5 – 6,7	0,045 – 0,055	0,59 – 0,87	37 – 46	15,0 – 17,5

A vizsgált minták lelőhelye: Bonyhád, Csongrád, Dunaújváros, Felsőmocsolád, Fonyód, Gödöllő, Hódmezővásárhely, Kadarkút, Kecskemét, Kősd, Móra, Nagybudmér, Nagylak, Nagykálló, Nyírbogát, Orosháza, Ófalu, Örménykút, Paks, Pécs, Soltvadkert, Szeged, Szentlőrinc, Tápé.

ségperem felé mállottabb, nagyobb agyagásványtartalmú, kilúgozottabb. Szinte minden löszösszetben a tisztán eolikus keletkezés jegyei mellett, megtaláljuk a szingenetikus lehordás, keveredés és bemosódás bizonyítékait (57. ábra).

Ahol erősen mállott, talajosodott, agyaggal kevert a lösz anyaga, ott már lejtőagyagról kell beszélni. Ennek képlékenysége, színe, kevertsége is teljesen elűt a lösz anyagától.

A szerkezetében felbomlott, tönkrement lösz vályoggá alakul át (vályogos lösz, löszvályog). Színe sötétebb, a vizet alig engedi át, szárazon kemény, nedvesen képlékeny.

Építésföldtanilag heterogénebb anyagok, mint a típusos szerkezetes lösz. Porozitásuk viszont a löszénél kisebb, kevésbé jellemző rájuk a roskadás.

Vízáteresztőképességük, vízerzékenységük a löszénél kisebb, a futóhomokos lösz kivételével, mely jó vízáteresztő.

#### Futóhomok (4)

A Duna–Tisza közi hátság és a Nyírség nagy részének felszínét 1–25 m vastagságban futóhomok borítja, ahol változatos formakincsű vonulatot alkot. De előfordul Somogyban, a pesti-síkságon, a gödöllői hátság keleti és a Mátra DNy-i peremén is.

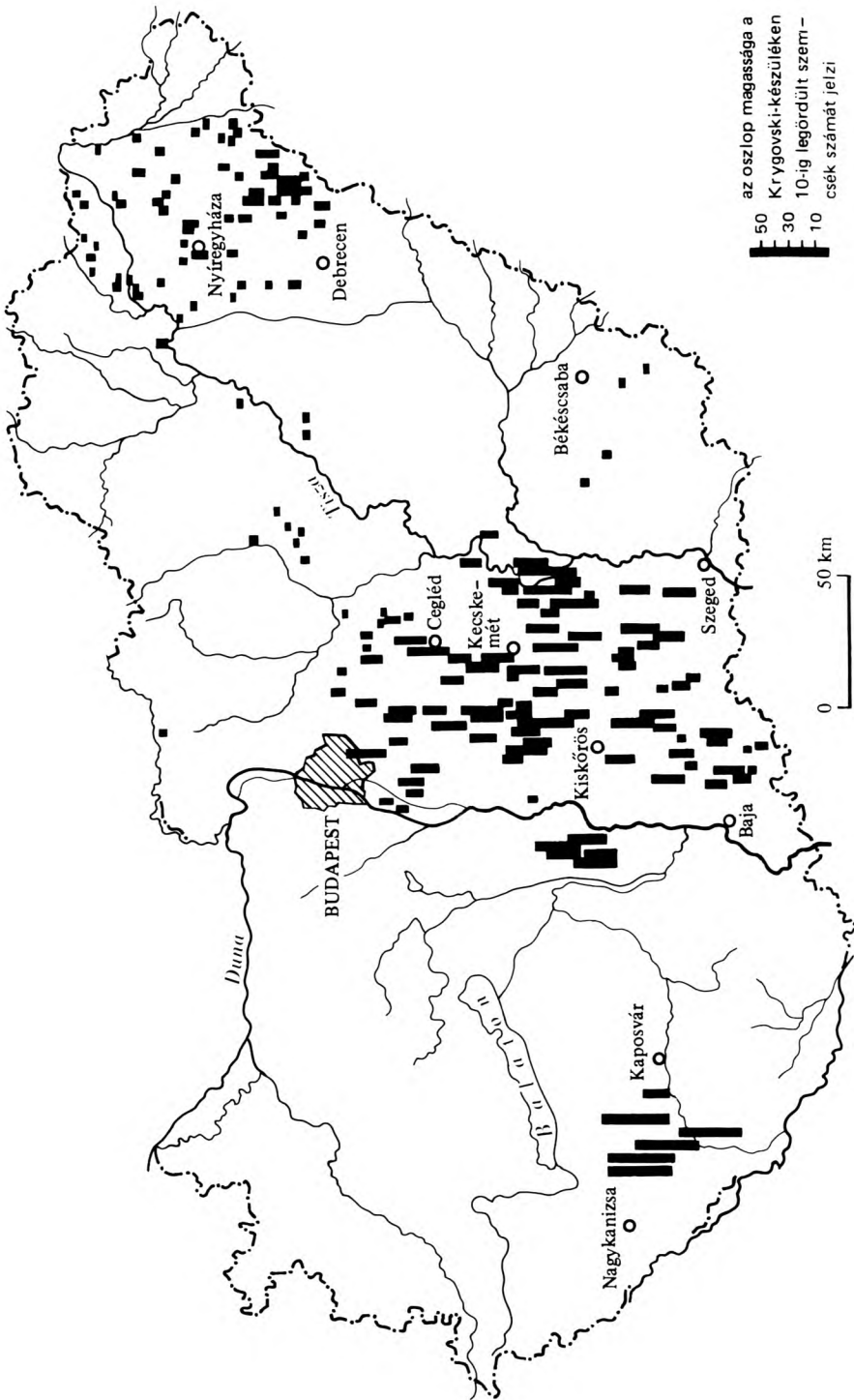
A jégkorszakok és interglaciálisok (pleisztocén) folyóinak homokfelhalmozó és szétteregető tevékenysége közben már megindult az árterekre lerakódott homokok szél általi mozgatása. Ez a mozgás a holocénben folytatódott és napjainkban is tart.

A vízpartok közelében a futóhomok átlagos szemcsenagysága ( $d$ ) még 0,8–1,0 mm között van, egyenlőtlenségi mutatója ( $U$ ) 5–6 körüli. A parttól távolodva azonban a szemcsenagyság  $d = 0,1–0,2$  mm-re (70–80%), az osztályozódás eredményeként az egyenlőtlenségi mutató pedig 1–2 értékre csökken. Részletes vizsgálatok szerint (BORSY Z. 1974) a közepes koptatottságú kvarc-szemcsék a vízparttól távolodva egyre nagyobb mértékben legömbölyödnek. A somogyi futóhomok a legkoptatottabb (58. ábra).

A futóhomok kis teherbírású képződmény. Sűrűlódási szöge a koptatott, gömbölyödött szemcsék miatt kisebb – 26–30° –, mint az azonos szemeloszlású, víz szállította homoké (33–38°). Felszín alatt megbontva folyási jelenségeket okoz, főleg akkor veszélyes, ha vizet is tartalmaz. A buzgárképződés veszélye miatt nyíltvíztartásra nem megfelelő. Műszaki megítélés szempontjából előnyös a humusztartalom, mert ez a szemcséket megköti. Az ilyen homokot könnyebb tömöríteni, talajstabilizálás céljára is megfelelőbb.

Az eredetileg laza futóhomokot a természetes vagy mesterséges növénytakaró megköti, amelyet kötött futóhomoknak nevezünk. Különösen könnyen kötődik meg a mészben vagy vasvegyületben gazdag homok.

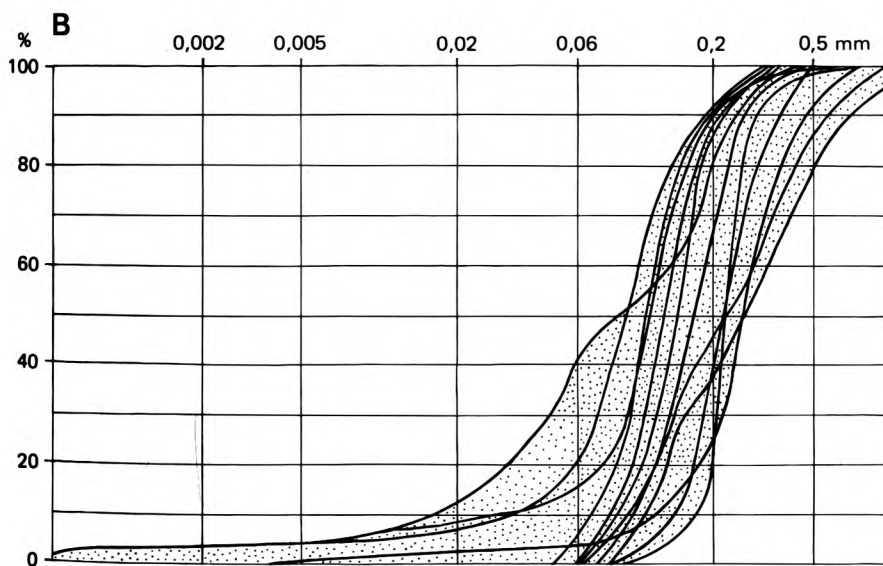
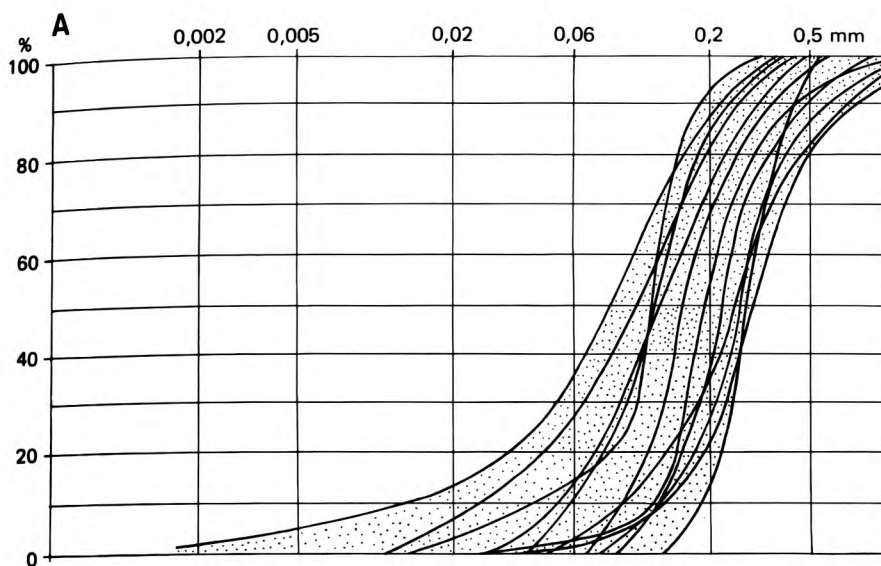
A típusos futóhomok vastagsága néhány m-től 20 m-ig terjed, míg a finomszemű kötött futóhomoké 2–5 m. A Nyírségben a futóhomok nagyjából



58. ábra. A futóhomok görgetettsége (Borsy Z. 1974)



K-Ny-i irányú pásztákban mutatható ki. Az itteni futóhomokra jellemző a „kovárvány” megjelenése: a felszín alatt 1–6 m mélységben vöröses, néhány cm vastag agyagos homokszalagok formájában.



59. ábra. Futóhomokok szemeloszlása. A = Duna-Tisza köze, B = Nyírség

A Duna–Tisza közti hátság felszínén ez az uralkodó képződmény. A futóhomok közé a felső 10–20 m-ben többféle 1–2 m vastag löszréteg, mélyebben pedig iszap- és agyagréteg települ. Szemcseösszetétele az egész hátságon eléggé egyöntetű (0,1–0,2 mm), tehát jól osztályozott (59. ábra).

A dunai ártéren az élesszemű, szilánkos, csillámos folyóvízi homoktól a jól gömbölyített, matt felületű, kitűnően osztályozott, típusos futóhomokig minden változat megtalálható. A futóhomok a parti dűnéktől K-re kezdődik, általában DK-i irányú vonulatokba rendeződik. Másutt, az elhagyott régi medrek mellett, különböző alakzatokban található. Sok helyen a laposokban a futóhomok alatt mészszap és tőzeges rétegek települnek.

A futóhomok a csapadékot könnyen elnyeli, a talajvíz könnyen mozog benne, ezért gyakori az utólagos elváltozása, sókiválás, kötött padok kialakulása.

### Mocsári, tavi agyag, iszap (3)

Viszonylag kis területen van közvetlenül a felszínén. A Tisza vízvidékére – Észak-Tiszántúl, Tisza–Szamos köz, Körösök vidéke, Maros torkolat, Zagyva–Eger torkolat – jellemző képződmény.

Löszfelszínek, folyóvízi üledékek állandóan vagy időszakosan vízborította mélyfekvésű helyein, az árterek eldugott, folyótól távoli részein képződött. Szervesanyagot – legfeljebb 6%-ot (SÜMEGHY J. 1955) – is tartalmazó, sötét színű, erősen duzzadó és zsugorodó, szárazon poligonosan összeropaszó képződmény. Szemcseösszetételében általában a 0,002–0,01 mm közötti frakció uralkodik, így gyakran iszapnak tekinthető (45. táblázat).

45. táblázat

**Mocsári, tavi üledékek közt fizikai jellemzői**

	W %	W <sub>L</sub> %	W <sub>P</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	e	γ <sub>d</sub> kN/m <sup>3</sup>
átlag	25	56	21	34	0,79	0,79	20,2
minimum	15	45	16	25	0,51	0,58	18,0
maximum	41	67	27	46	1,09	1,09	22,4

46. táblázat

**Mocsári „kékagyag” közt fizikai jellemzői**

	W %	W <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	e	Z <sub>S1</sub> °
átlag	27,8	70,3	45,2	0,94	0,76	12,6
minimum	23,4	61,3	35,5	0,83	0,64	11,5
maximum	32,5	80,2	60,4	1,05	0,86	13,3

A mocsári „kékagyag” nagymértékű térfogatváltozása, gyakori nagy víztartalma, laza szerkezete miatt kis teherbírású (46. táblázat).

Nagyfokú heterogenitása, képlékenysége, térfogatváltozási hajlama miatt elsősorban az alföldi árvízvédelmi munkálatoknál – töltések altalaja – jelent gondot; a gátszakadások rendre ilyen helyeken következnek be.

### Ártéri homok, iszap, agyag (2)

Az ártéri homok, iszap és agyag, mint a legfiatalabb öntésüledék, hegy- és dombvidéken a folyók és patakok allúviuma, síkságon az árterek jellemző képződménye.

A mai medrek partjai közelében általában a homok rakódik le, a medertől távolabb az iszap és az agyag. A partok élesszemű csillámos homokját esetenként a szél, mint dűnehomokot mozgatja és koptatja (47. táblázat).

47. táblázat

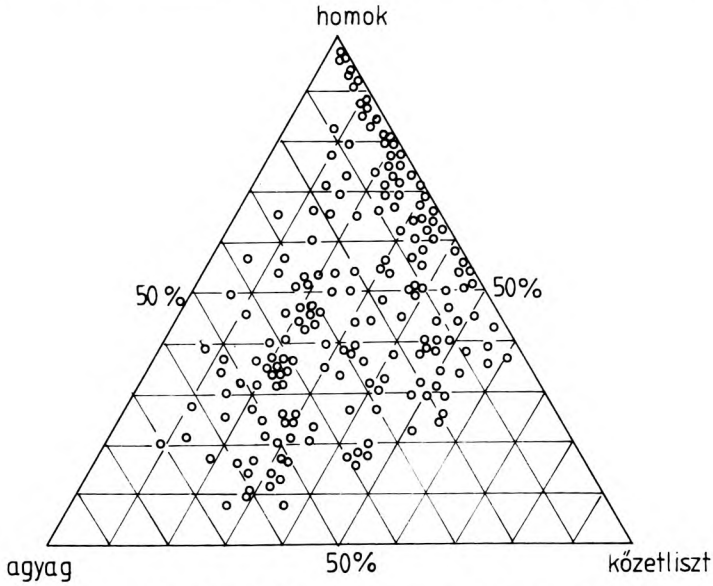
**Egyes vízfolyásaink lebetetett hordalékának közepes szemnagysága\***

Vízfolyás	A mérőállomás helye	Közepes szemnagyság mm
Duna	Dunaremete	0,055
	Nagybajcs	0,036
	Dunaalmás	0,052
	Nagymaros	0,082
	Dunaújváros	0,060
	Fajsz	0,076
	Baja	0,059
	Záhony	0,053
Tisza	Polgár	0,060
	Tiszabő	0,054
	Tápé	0,041
	Szeged	0,053
Zala	Zalaapáti	0,049
	Balatonhidvég	0,042
	Fenekpuszta	0,020
Sajó	Kazincbarcika	0,042
	Miskolc	0,046
Hernád	Hidasnémeti	0,087
	Pere	0,042
	Gesztely	0,096
Fekete-Körös	Remete	0,040
Sebes-Körös	Körösszakál	0,067
Berettyó	Berettyóújfalú	0,030
Maros	Deszk	0,038

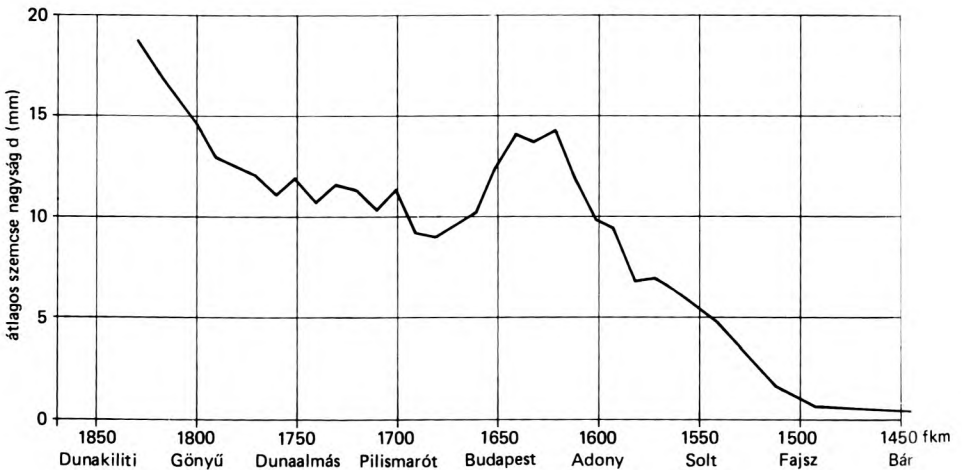
\* A Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont mérései

Az öntésagyag közettani értelemben nem valódi agyag, hanem finom homok, kőzetliszt és agyag keveréke. Az ártéri üledékeknél a közettípusok szemcsenagyság szerinti elkülönítése a finom átmenetek és a térbeli változékonyság miatt általában nehéz (60. ábra).

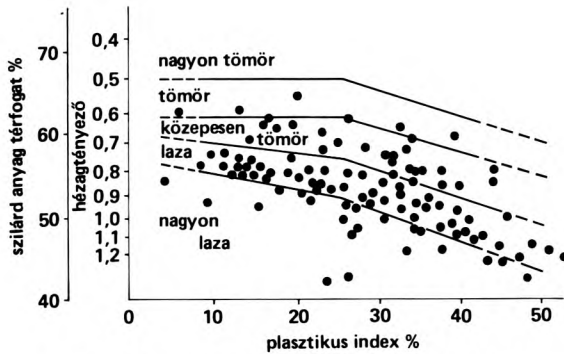
Az ártéri üledékeknél a mélységgel csökken a finom frakció és egyre több a homok és kavics, közöttük a hegyvidékeken a rétegsor alján gyakran még



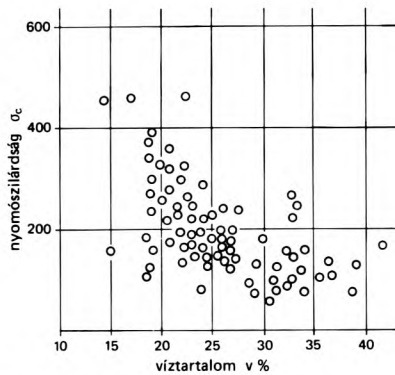
60. ábra. Ártéri lerakódások szemcsenagyság szerinti összetétele



61. ábra. A mederanyag átlagos szemcsenagyságának változása a Duna magyarországi szakaszán



62. ábra. Öntésagyag tömörségének heterogenitása



63. ábra. Öntésagyag szilárdságának változása a víztartalommal

osztályozatlan, mállófélben lévő közettörmelék is jelen van. A nagyobb szélességű, síkvidéki vízfolyások középszakasz jellegű völgyében az ártéri fedőrétegek alatt összefüggő, jó víztároló homok és kavicsréteg a jellemző. Ez a durva kőzetösszlet a Duna jelenlegi mederhordalékában is megtalálható (61. ábra).

A finomszemű hordalék (öntésiszap, -agyag) éretlen, laza szerkezetű, gyengén kötött, heterogén, összemosott anyagú, általában nagy víztartalmú (62., 63. ábra, 48. táblázat).

Az ártéri üledékek fontos műszaki vonatkozású jellemzői: erős inhomogenitás, szabálytalan keresztretegzettség, lencsés, kiékelődő települési rendszer és a lerakódások „éretlen” volta, nagy víztartalma.

A Duna nagyalföldi szakaszán, a Hajdúság Ny-i részén, a Körösök vidékén és a Közép-Tiszántúlon, a mélyfekvésű térségekben mintegy 600 ezer ha kiterjedésű felszíni képződmény a szikes (49. táblázat).

Az öntözés nagyobb arányú elterjedésével az utóbbi két évtizedben a másodlagos szikesedés is külön figyelmet érdemel, mert területe ma már mintegy 200 000 ha-ra tehető.

Finomszemű hordalék (öntésagyag) kőzetfizikai jellemzői

	$W_L$ %	$I_p$ %	$I_c$	$e$	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>
Dombvidék					
átlag	47,7	24,0	0,75	0,88	18,8
minimum	20,0	4,0	0,30	0,39	13,6
maximum	192,0	78,0	3,60	2,23	22,2
Alföld					
átlag	49,2	22,0	0,69	0,71	19,3
minimum	19,7	11,5	0,41	0,45	13,5
maximum	125,9	61,0	2,30	0,94	20,5

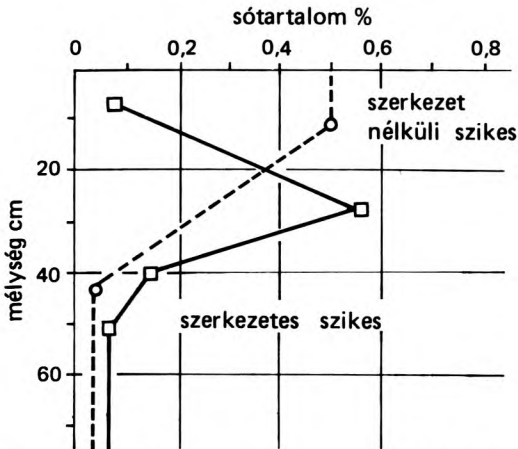
A szikések átlagos jellemzői

	Ezer ha (terek)	CaCO <sub>3</sub> %	Összes oldott só %	Szóda- tartalom %	Hézag- terfogat %
Tiszántúl	410	0–18	0,0–0,5	0,0–0,2	28–48
Duna–Tisza köze	168	5–40	0,0–0,9	0,0–0,4	25–40
Mátra- és Bükkalja	5	0–30	0,0–0,2	0,0–0,2	22–36
Dunántúl	5	3–45	0,0–0,7	0,0–0,2	20–34

Az alföldi szikések holocén képződmények. Fiatal, rossz lefolyású árterek öntésiszapja és tágabb – szintén rossz lefolyású – laposok réti agyagja, lösziszapja, infúziós lösze szikeseedik. Rendszerint az óholocén felszíneken fejlődött ki, de néha a legfiatalabb ártereken is megfigyelhető. Ott, ahol a holocén és pleisztocén térszínek között nincs jelentősebb magasságkülönbség, a pleisztocén löszfelszíneken is térképeztek szikes foltokat (lásd 200 000 ma. földtani térkép MÁFI), így a Hortobágyon, a Nagykunságban és a Dél-Tiszántúlon is többfelé. A mai mélyebb árterek szikesei rendszerint tömörebb, agyagosabb képződmények. Általában a mélyebb laposokban fokozottabb a szikeseedés és nagyobb az üledék agyagtartalma.

A szikeseedés a talajvíztükör nagymérvű ingadozásának övében elhelyezkedő, finomszemű felszíni képződmények – iszap, agyag, lösz – telítődése alkáli elemekkel, legtöbbször nátriummal. Ebben az övezetben a nátriumsók feldúsulnak, mert a talajvízből kicsapódott, finomeloszlású kalciumkarbonát az utánpótlódó talajvíz hatására kalciumhidroxidként feloldódik, s megbontja a képződmények finomszemcséjű szilikátásványait: elsősorban az illitet, a földpátokat és a muszkovitot. A le nem kötött szóda, esetenként az amorf kovasav egy része is – nyári időszakban – a kőzet felszínén szürkésfehér kivirágzás formájában jelenik meg.

A folyamat eredményeként az ilyen szelvényben a kőzet térfogatváltozó tulajdonsága megváltozik. A szelvény felső szintje kiszáradva tömörre zsugorodik, anyaga összecementálódik, főleg a lúgos vegyületek – legtöbbször a szóda – hatása alatt (64. ábra). Kolloid vegyületei gyakorlatilag telítettek nátriumsókkal, ennek megfelelően nedves állapotban nagymértékben megduzzadnak, kenődnek, gyorsan elfolyósodnak. Összetételében 69–74% iszap és kolloid frakció jellemző, a vizet tartó finom homok mintegy 25–30%, a vizet vezető homok alig néhány %-nyi.



64. ábra. A sótartalom eloszlása szikes képződményekben (ARANY S. 1957)

A szikesedett rétegek többnyire csak 10–20 cm vastagok, de többször megismétlődhetnek. Nyáron a szikesek kiszáradnak, megrepedeznek. E repedések több méter mélységbe is lehatolhatnak és segítenek mélyen kiszáritani a felszínt. Nedves időben a szik nem engedi a vizet a mélybe szivárogni, tetején szikes vízállások, hozzáfolyás esetén tavak keletkeznek.

Talajmechanikai jellemzőkkel a szikesek nem vizsgálhatók és nem értékelhetők. Építésföldtani–vízföldtani megítélésük a vízzáróság, a mértékadó hézagterfogató és elsősorban talaj-, illetve kolloidkémiai vizsgálatok alapján történhet. Így állapítható meg báziscserével történő esetleges javíthatóságuk is. Elterjedésük lehatárolása a felszíni elszíneződés alapján könnyű. A szikesek nagy lapos táblákat alkotnak és széleiken 20–30 cm-es padkával mennek át a víztelen felszínbe.

### Tőzeg, tőzepsár, szerves iszap (1)

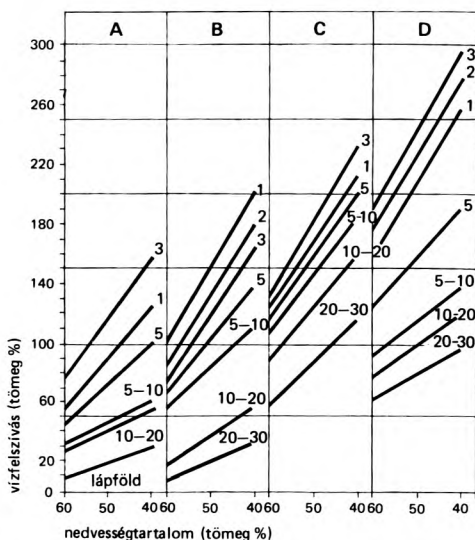
Ezek a szerves képződmények legnagyobb részét a pleisztocén és holocén során kialakult mélyedésekben, régi folyómedrekben, holtágakban, árterek elzárt zugaiban, mocsárlápokban képződtek. Fő elterjedési területeik a Fertő-tó

vidékén a Hanság, a Balaton környékén a Tapolcai-medence, Kis-Balaton, Nagyberek, a Fejér-megyei Sárrét, a Zagyva lefüződött völgye, a Duna-Tisza köze, a Rétköz, a Körösök vidéke és az Ecsedi-láp. Nagy részük ma már lecsapolt, víztelenített terület, ezért eredeti állapotban már ritkán tanulmányozható a mocsárláp.

E szerves képződmények településhelyzete szabálytalan, mivel az egykori mélyedéseket töltik ki, minőségük vízszintes és függőleges irányban egyaránt nagymértékben változó. Anyaguk jellegzetesen inhomogén, színük általában sötét (barna, sötétszürke, szürkésfekete vagy fekete). A magyar szabványelőírás (MSZ 14043/9) azt a szemcsés kőzetet tekinti „szerves”-nek, amelynek szervesanyag-tartalma 5 tömegszázaléknál nagyobb. A rostos, szálás szerkezetűeket tőzegnek, a kolloid módon elszórt szervesanyag-tartalmúakat a plasztikus index szerint szerves agyagnak ( $I_p > 25\%$ ), illetve szerves iszapnak ( $I_p < 25\%$ ) minősíti.

A tőzeg nedves feltételek között keletkezik, túlnyomórészt növényi eredetű szervesanyagból, kisebb részt hamualkotókból áll. A hazai gyakorlat megkülönböztet érett, rostos és vegyes tőzeget (65. ábra). A tőzegtár (kotu, lápföld) nagy mennyiségű (50–80%) kőzetliszt, vagy iszap jellegű szervesanyagot tartalmaz.

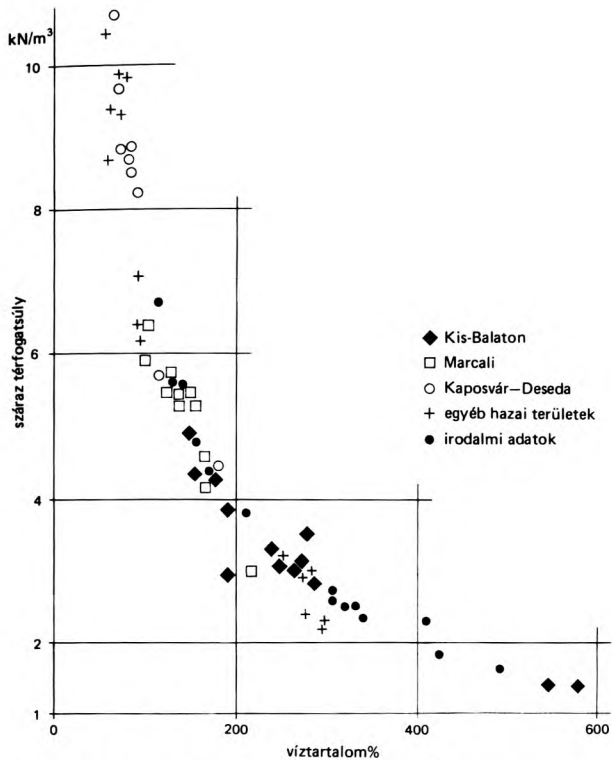
A szerves képződmények általában laza szerkezetűek, kis szilárdságúak és erősen térfogatváltozók, fizikai jellemzőik szórása igen nagy (66., 67., 68. ábra).



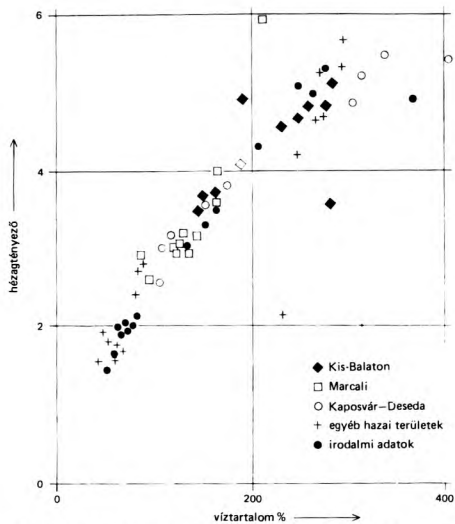
65. ábra. A főbb tőzegtípusok vízfelszívóképessége a nedvességtartalom függvényében (DÖMÖS J. 1982 után)

A = érett és vegyes tőzeg, Fejér megyei Sárrét (Nádasdladány); B = rostos és vegyes tőzeg, Duna-völgyi Vörös-mocsár (Császártöltés); C = rostos tőzeg, Hanság Ny-i medencéje (Osló); D = rostos tőzeg Székvíz-völgy (Pötréte). 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30: a rostok szálhosszúsága mm-ben

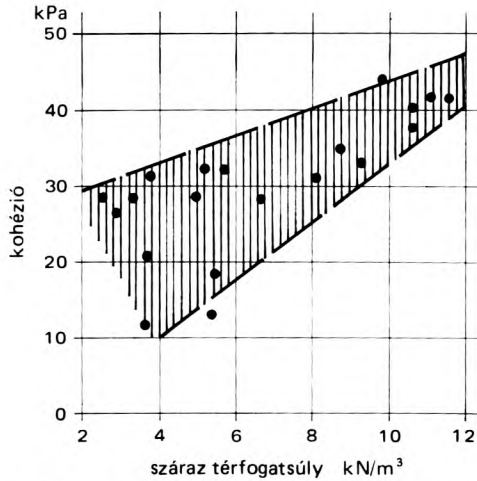




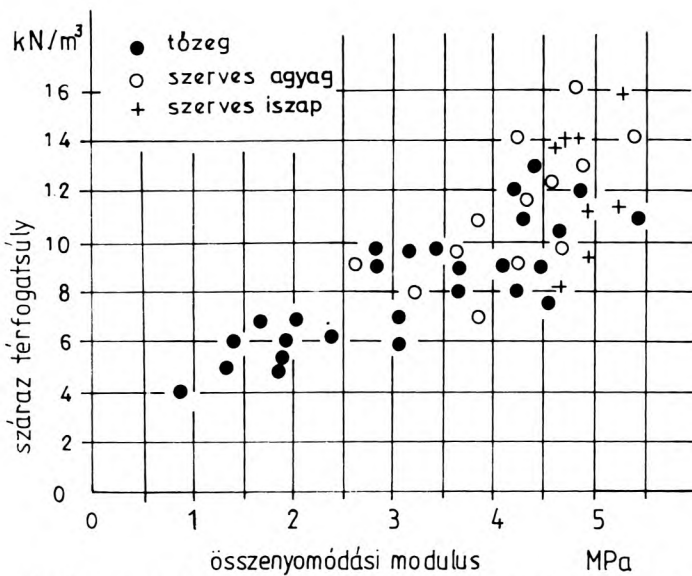
66. ábra. Összefüggés a tözegek természetes víztartalma és száraz térfogatsúlya között (FARKAS J. 1982)



67. ábra. A kőzetek hézagtényezőjének változása a víztartalommal (FARKAS J. 1982)



68. ábra. A tőzeg és tőzegrészlekek kohéziójának változása a száraz térfogatsúllyal (SZILVÁGYI I. 1965)



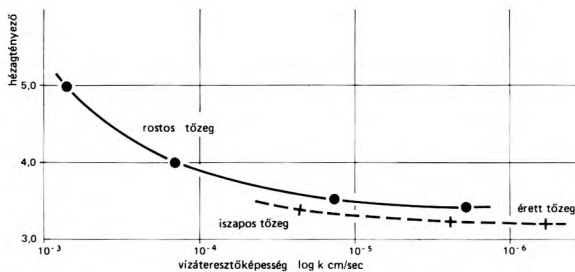
69. ábra. Összefüggés a szerves képződmények száraz térfogatsúlya és összenyomódási modulusa között (SZILVÁGYI I. 1965)

A szerves képződmények állapotát legjobban a száraz térfogatsúly jellemzi, mely általában 2–13 kN/m<sup>3</sup> (ha 10-nél nagyobb, a képződmény már tömörebb, kevésbé összenyomható). Jellemzőjük, hogy a CASAGRANDE-féle diagramban az ún. „A”-vonal alatt helyezkednek el, vagyis:  $I_p < 0,75 (W_L - 20)$ , képlékenyséjük

eltérő eredeti nedves és kiszáradás utáni állapotukban. Összenyomódási modulusuk kicsi, ezért 10–20 cm-es réteg is károsodást okozhat, ha az építmény alatti szelvényben jelen van (69. ábra).

A szerves anyagoknak csak kohéziójuk van, sűrűlódásuk csekély. A tőzeg kezdeti gyors konszolidációja után a másodlagos konszolidáció már lassú, elhúzódó (SZILVÁGYI I. 1965).

Építésföldtani alapozási szempontból a legkedvezőtlenebb képződmények. Műszaki beavatkozáshoz minden esetben a szerves képződmények gondos talajmechanikai feltárására és vizsgálatára van szükség. Nagyon fontos a talajvíz változásainak feltárása, ismerete is. Műszaki szempontból előnyösebb, ha ezek a képződmények állandó jelleggel víz alatt vannak. Legkedvezőtlenebb, ha a vízszíntingadozás zónájában helyezkednek el (RÉTHÁTI L. 1977). A talajvíz szintjének süllyedése az effektív feszültségek növekedése miatt veszélyes süllyedésekhez vezethet. Ez különösen veszélyes a tőzegnél, mert víz hiányában a szervesanyag lebomlása is megkezdődik. A bomlási fok növekedésével a tőzeg zsugorodása nagymértékben nő, ami anyagtömörüléssel és a porozitás csökkenésével jár s ez a folyamat mindenképpen jelentős épületkárok okozója (70. ábra). Statisztikai vizsgálatok szerint, a feltöltések mellett a szerves képződmények okozzák a legtöbb építmény károsodását (RÉTHÁTI L. 1977). A múltban rendszeresen alkalmazták a síkalapoást – ma is alkalmazható megfelelő vizsgálattal, tervezéssel és kivitelezéssel –, de leggyakrabban a mélyalapoást választják, amely a dinamikus hatású létesítmények esetében indokolt is.



70. ábra. Különböző tőzegen vízáteresztőképessége a hézagtényező függvényében (SZILVÁGYI I. 1965)

Vízföldtani szempontból lápterületeink jelenlegi állapotát nagymértékben meghatározza az irányított, szabályozott vízutánpótlás mértéke, ami elsősorban a tőzeg gyakorlati hasznosításával kapcsolatos beavatkozás eredménye. Jelenleg vannak: lecsapolatlan lápterületek (kis részben vízborításos láp); részben lecsapolt (magas vagy felszínközeli talajvízszinttel); lecsapolt (mély, uralkodóan a szerves képződmény alján elhelyezkedő talajvízszinttel) és kiszáradt lápterületek (uralkodóan a szerves réteg alatti képződményben elhelyezkedő talajvízszinttel).

Az emberi beavatkozás csökkenti, megszünteti lapterületeinket, de elősegíti a hegyi újak keletkezését is. Az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet 1967. évi vizsgálata a Tisza I. vízlepcső hatásterületén mintegy 20 000 ha másodlagos láposodást állapított meg. Ezt figyelhetjük meg napjainkban a kiskörrei tározó térségében is.

A szerves képződmények közül csak a tőzeget hasznosítják, elsősorban mezőgazdasági célokra. Legjelentősebb a kommunális céllal összefüggő mezőgazdasági hasznosítás (fekáliák, szennyvizek, hígtrágyák, iszapok ártalmatlanná tétele, tőzeges keveréktrágyák készítése) és a talajjavításra történő felhasználás (lásd 65. ábra).

### Mesterséges feltöltés\*

A mesterséges – antropogén – feltöltések történelmi városaink központjának rekonstrukciójánál, az egykori, felhagyott és betemetett bányagödrök építési területként történő felhasználásánál jelentenek beépítési, alapozási problémát, többletköltséget (71. ábra).

A feltöltések mind vastagság, mind minőség szempontjából rendkívül heterogének. Hazai osztályozásuk 8 jellemző – anyag, szerkezet, kor, rendeltetés, rétegződés, forma, fekvéviszonyok és talajvízhelyzet – alapján történik (KOPÁCSY J.–RÉTHÁTI L.–SZÓCSIK D. 1962). A gyakorlati célú osztályozás négy kategóriát különít el:

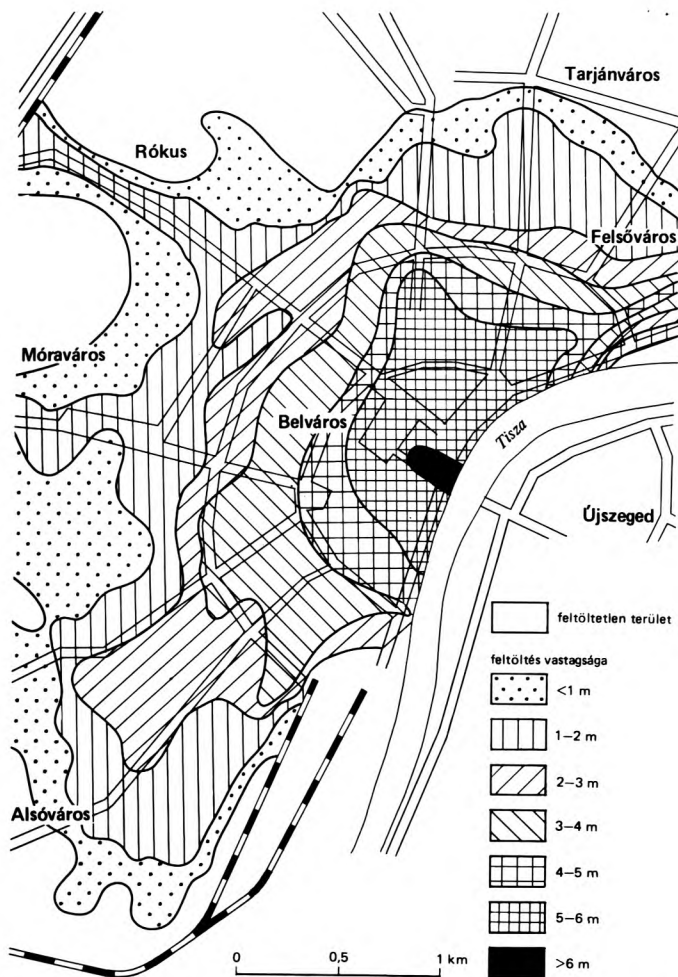
- I. agyag, iszap, zagy;
- II. salak, bányameddő;
- III. építési törmelék, szénmosadék, ipari hulladék;
- IV. háztartási szemét.

Közülük általában a III. és IV. kategória anyaga a kedvezőtlenebb, mert rendkívül heterogén és lebomlása lassú.

A hazai épületek teherhordó szerkezetének mintegy 4–5%-a áll feltöltésen, ugyanakkor a károsodott épületek 40%-a hozzá kapcsolódik – tehát a károsodás valószínűsége itt nyolc-tízszer nagyobb, mint a természetes településű községek esetében (RÉTHÁTI L. 1977). A károsodást leggyakrabban a víz hozzájutásával bekövetkező süllyedéskülönbségek és a statikus kompresszió okozta egyenlőtlen süllyedések okozzák.

A feltöltések vizsgálata nagy körültekintést igényel. A minősítésre leginkább szondázás alkalmas, összenyomódása helyszíni próbaterheléssel ellenőrizhető. Anyagának vizsgálatakor elsősorban az ásványosodás és a konszolidáció viszonyait keressük. A III. és IV. kategóriájú feltöltés esetében a vegyi és biológiai kölcsönhatás feltárása miatt különös jelentősége van a vegyszeti vizsgálatoknak.

\* A térkép méretarányában nem ábrázolható.



71. ábra. A mesterséges feltöltés vastagsági térképe Szeged belvárosi területén (UNGÁR T. 1975)

Feltöltéses területek beépítésénél fontos a vízvédelmi eljárások betartása. A feltöltés teherbírása tömörítéssel, injektálással vagy az összenyomódó anyag egy részének kicserélésével fokozható.

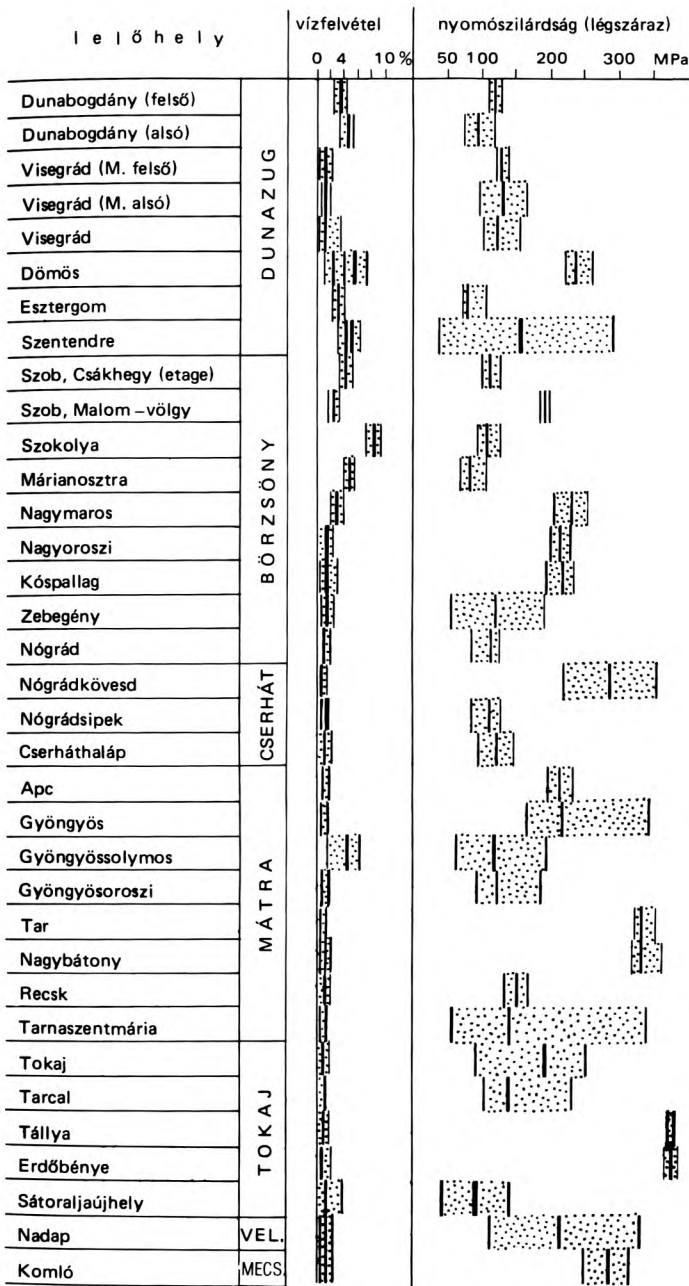
## A KÉPZŐDMÉNYEK ÁTTEKINTÉSE, ALAPOZÁSI TAPASZTALATOK

Hazánkban az utóbbi évtizedekben soha nem látott méreteket ért el az építési tevékenység, az ezt előkészítő vizsgálatok eredményeként nagytömegű ismeretanyag halmozódott fel. Ennek alapján igény merült fel az azonos korú és genetikájú képződmények földtani és kőzetfizikai paraméterek alapján történő azonosítására, illetve a különbözők elkülönítésére. E cél érdekében már számos vizsgálat történt, a levonható következtetések megbízhatóságát azonban számos körülmény befolyásolja: a mintavétel módja, a vizsgált minta mérete, állapota, a vizsgálat megbízhatósága stb.

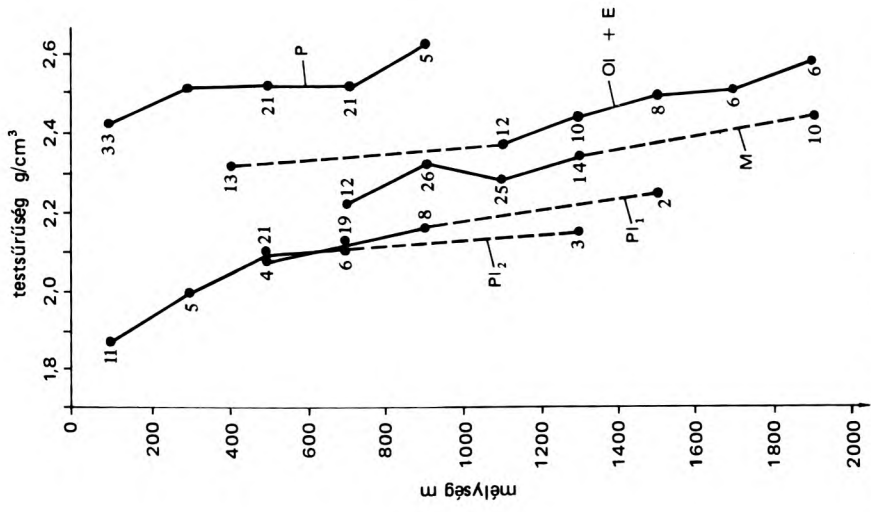
A szilárd kőzeteknél lényegében megoldható az ún. zavartalan mintavétel, a kőzetminőségtől, szövettől függően azonban nem közömbös a kialakított próbatest, „elemi cella” mérete, a vizsgáló berendezés érzékenysége, megbízhatósága. Az átalakult kőzeteknél a kőzetfizikai tulajdonságok a kőzet igénybevételelétől nagymértékben függnék. Jellemző a palásság, a nagyfokú töredezettség, s ezért gyakran megfelelő próbatest kialakítására sem nyílik mód. Az aprózottságból következik, hogy e kőzetek általában csak helyi felhasználásra kerülnek, kivételt csak a tömeges megjelenésű márvány képvisel. A magmás kőzeteknél elsősorban nem a képződés kora, hanem körülménye a döntő. Így mindenekelőtt a kristályos szemcsés (mélységi), ill. a porfíros vagy üveges (kiömlési) szövet. Itt főleg az üveges anyag jelent gondot, mely nemcsak a ridegségben, hanem a kőzet erős mállási hajlamában is megnyilvánul. A magmás kőzeteknél igen fontos a kőzet megtartási állapota. Korábban rendszerint a jó minőségű, üde kőzeteket vizsgálták, ma pedig fontos a különböző fokú mállottság minősítése is, ebből adódik, hogy ezeknél a kőzeteknél igen nagy szórás mutatkozik a közölt fizikai paraméterekben (72. ábra). Az üledékes kőzeteknél már nagyobb szerepet játszik a képződés kora, körülménye, illetve a település mélysége, mivel a földtani időtényező évmilliók léptékű, a mélység több száz, vagy ezer méteres nagyságrendű. Így az utólagos kötőanyag-kiválás és a rétegerhelésből eredő tömörödés eredményeként általában jellemző, hogy az idősebb, illetve a nagyobb mélységben települő kőzetek tömörebbek (73. ábra). Ez a tömörödés jelentkezik a hasadékos kőzetek mélységgel csökkenő vízáteresztő-képességében is, a hasadékok záródása következtében (74. ábra).

A közepes szilárdságú, ún. átmeneti kőzeteknél a kőzet keletkezési módja, összetétele, települési mélysége mellett már kiemelten fontos a víz szerepe, mely a piroklasztikumok (vulkáni tufák és agglomerátumok) a nagy porozitású

durva és lajtamészkövek, a márgák, meszes kötőanyagú homokkövek szilárdságát a légszáraz állapot negyedére, ötödére csökkenti. Szorosabb a korreláció a víztartalom és a szilárdság, mint a keletkezés, kőzetszövet, anyagi összetétel és a fizikai paraméterek között (lásd 30. ábra).

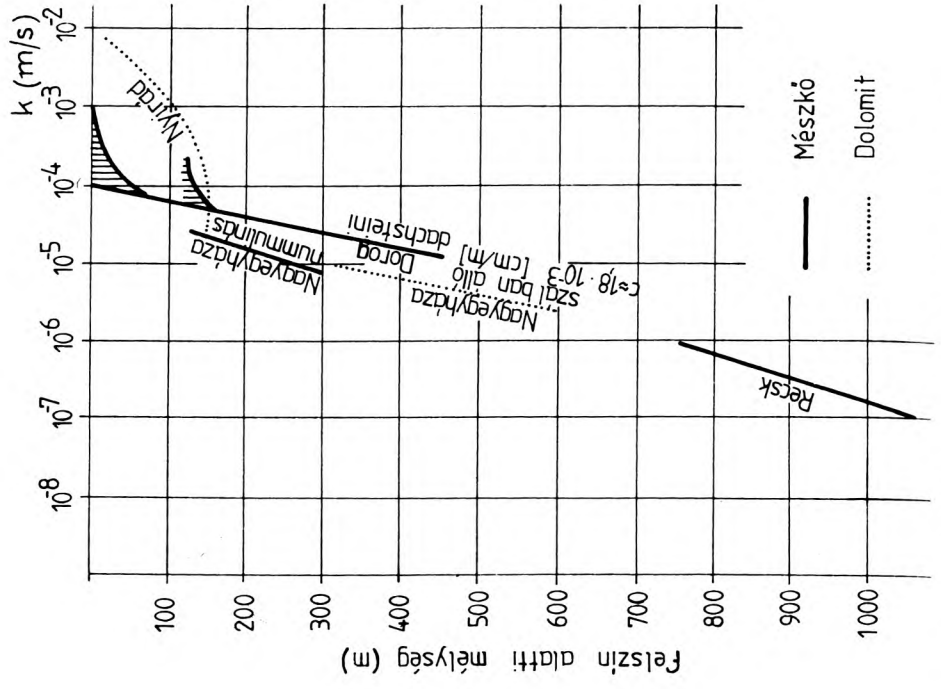


72. ábra. A különböző típusú és állapotú andezit vízfelvétele és egyirányú nyomószilárdsága



73. ábra. A homokkövek testtűrsűségének változása a földtani koral és a települési mélységgel (ÓDOR L., et al. 1980).

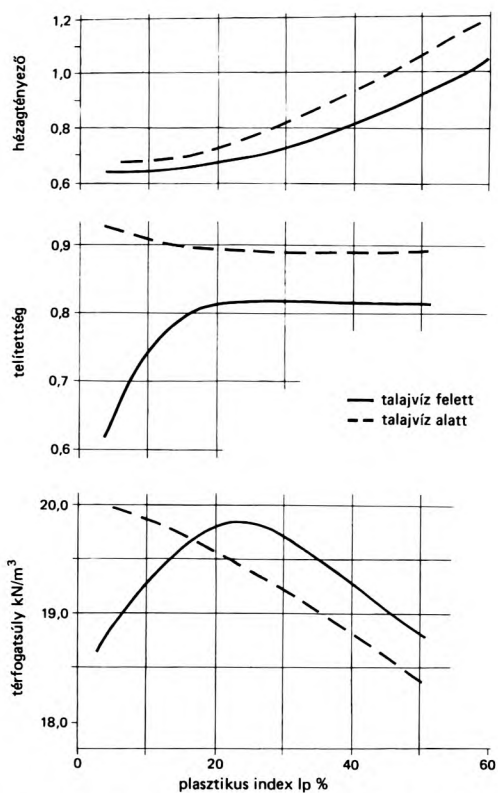
P = perm. OI + E = oligocén, eocén. M = miocén. Pl<sub>1</sub> = alsó-pannoniai. Pl<sub>2</sub> = felső-pannoniai. 21 = vizsgált minták száma



74. ábra. Hasadékos és karsztos közetek átlagos szivárgási tényezőjének mélységi változása (SCHMIDT A. 1976)



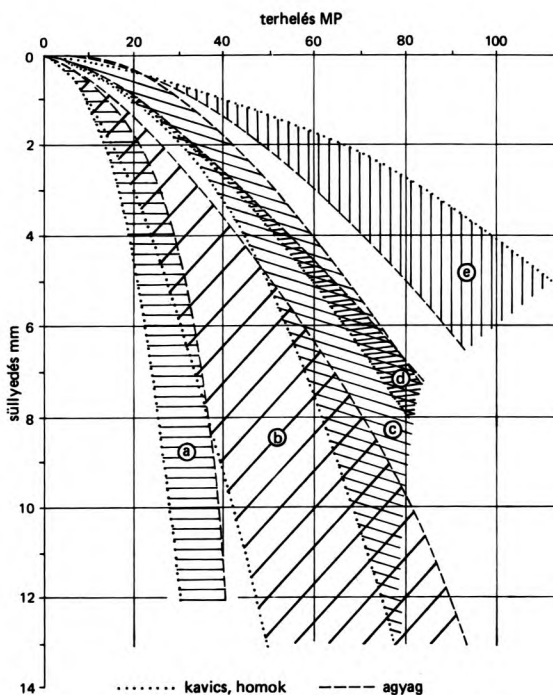
A kis szilárdságú, laza üledékes kőzeteknél a jellemzés, korreláció-keresés még bonyolultabb. Itt ugyanis már körülményes az ún. zavartalan mintavétel; a műszaki színvonalról függően a beavatkozás tömörödést, lazulást egyaránt okozhat. A laza üledékeknek a hiba azért is nagyobb, mert tömegében rutinjellegű mintavétel és anyagvizsgálati eredmény kerülhet feldolgozásra, értékelésre. Gondot jelent az a körülmény is, hogy a vizsgálati eredmények uralkodó hányada területismertető vagy alapozási szakvéleményekből származik, ezekben pedig hiányzik a megbízható földtani értékelés kor és genetikai vonatkozásban egyaránt. De legalább ilyen fontos lenne a feldolgozott anyagoknál a kőzet talajvízhez viszonyított helyzete, mivel a laza üledékeknek a fizikai paraméterek e szerint nagymértékben változnak (75. ábra).



75. ábra. A kőzetzfizikai jellemzők eloszlása talajvízszint feletti és alatti helyzetben (RÉTHÁTI L. 1978)

A szemcsés laza üledékes kőzetek minősítése, azonosítása elsősorban a földtanban, másrészt az építőanyag-minősítés körében terjedt el. A durva törmelékek – kavics – azonosítása, minősítése a kőzettani összetétel, szemcseeloszlás, szemcsealak és koptatottság alapján megbízhatóan történik. Itt elsősorban a szállítási módja, a lehordási területek azonosítása a döntő, csak ezen át

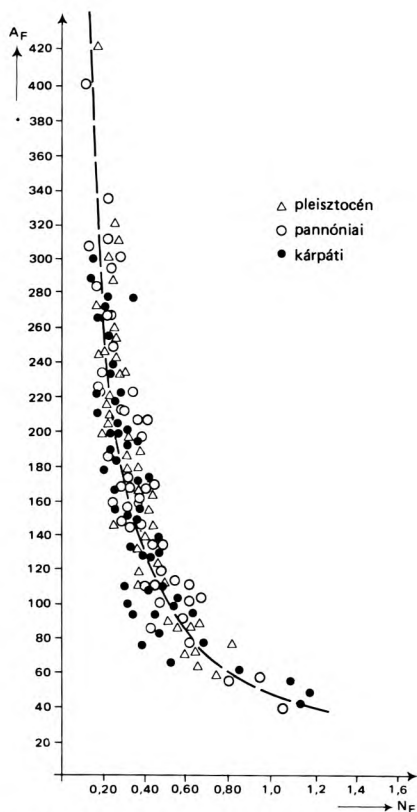
juthatunk el esetenként a földtani kor meghatározásához. A homok esetében nehezebb a helyzet, itt elsősorban a genetika – vízi és eolikus szállítás – azonosítható. Műszaki paraméterként is ez a legfontosabb, mellette a mállásra hajlamos ásványok (csillám, földpát) agyag–iszap szennyeződés jelenlétének tisztázása a cél. Mélyépítési, alapozási szempontból a szemcsés kőzetek általában kedvező tömörségűek, szilárdságúak, a hagyományosan elterjedt mélyalapozások csaknem mindegyike kedvező terhelési-süllyedési képet nyújt (76. ábra). Gondot csak a kötetlen futóhomok, valamint az erősen osztályozott, finomszemű, részben futóhomok jellegű, ún. folyóshomok jelent, ez utóbbinál általában a nyílt feltárás mellőzésével célszerű a munkákat elvégezni.



76. ábra. Különböző cölöptípusok terhelési-süllyedési görbéinek átlaga (a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat cölöppróbaterhelési gyűjteménye alapján)

*a* = rövid, fűrt cölöp, *b* = nagy átmérőjű, fűrt vasbeton cölöp, *c* = Benoto cölöp, *d* = előre gyártott, vert vasbeton cölöp.  
*e* = Franki cölöp

Külön figyelmet érdemel a kötött üledékek felé átvetető, roskadásra hajlamos makroporozus lösz. A magyar szabványelőírás – MSZ 14043/2-79 – szerint a kőzetet akkor kell roskadásra hajlamosnak tekinteni, ha a fajlagos roskadása  $i_m > 0,02$ . A roskadás a kőzet szerkezetének víz hatására bekövetkező hirtelen megbomlása. Víz jelenléte nélkül e kőzet lényegében kedvező szilárdsági tulajdonsággal rendelkezik, földtani módszerekkel könnyen elkülöníthető a hasonló szemcseeloszlású és plasztikusságú iszapoktól.



77. ábra. A folyási egyenes ( $A_f$ ) metszésének és iránytangensének ( $N_f$ ) kapcsolata bükkalji mintákon (SZABÓ J. 1976)

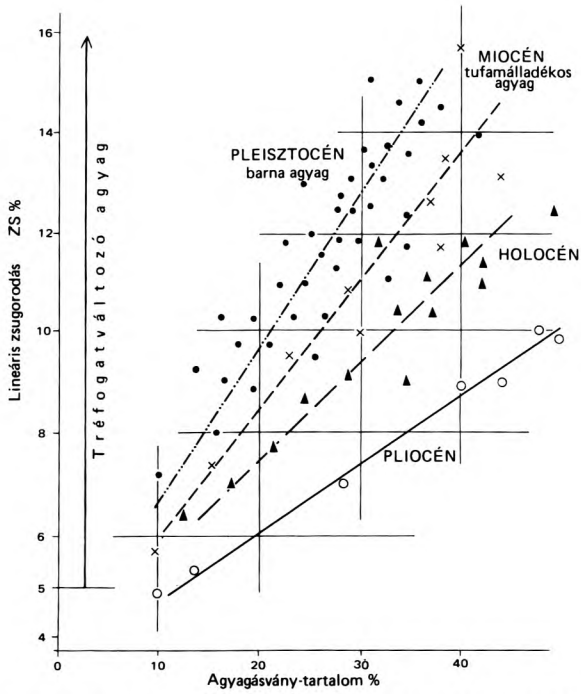
A kötött laza üledékes kőzetek nagy változatosságban fejlődtek ki hazánkban. A különböző korú és genetikájú lerakódások egyértelmű elkülönítésére bár számos kísérlet történt – elsősorban képlékenységi tulajdonságuk alapján – csak helyi jelleggel nyílt mód; amennyiben az összehasonlítás már regionális volt, nem járt eredménnyel (77. ábra). Itt eredményesebb az ásványos összetétel és a fizikai paraméterek közötti korreláció keresése, mivel a jellemző agyag-tulajdonságok – képlékenység, térfogatváltozás – a kőzetalkotó agyagásványok sajátjaiból erednek (78. ábra). Ezt a kapcsolatot tükrözi a vonatkozó szabvány előírása is – MSZ 14043/2–79 – mely szerint akkor kell a kőzetet térfogatváltozónak tekinteni, ha ásványtani, fizikai tulajdonságai a következők: montmorillonit agyagásvány  $Zs_1 \geq 5\%$ , a SKEMPTON-féle aktivitás  $A > 1,2$ .

A lineáris zsugorodás ( $Zs_1$ ) alapján az agyakok a tapasztalat szerint a következőképpen oszthatók:

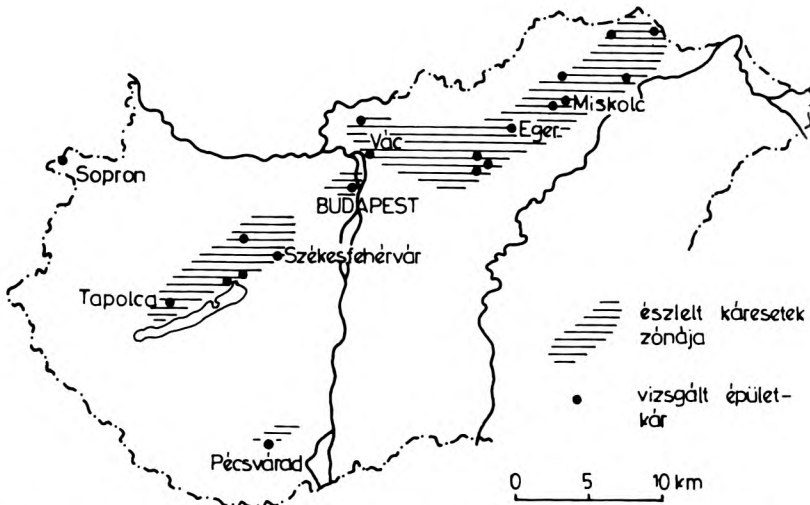
$Zs_1$  5%: az agyag nem térfogatváltozó

$Zs_1$  5–12%: az agyag közepes mértékben térfogatváltozó

$Zs_1$  12%: az agyag nagymértékben térfogatváltozó



78. ábra. Az agyagásványtartalom és a lineáris zsugorodás kapcsolata (FARKAS J. 1981)



79. ábra. A térfogatváltoztató agyag összefüggő elterjedése (MOLNÁR GY. 1965 után, kiegészítve)

Amint a 78. ábrából megállapítható, a térfogatváltozó agyagok nem kötődnek korhoz és genetikához. A tapasztalat szerint azonban legnagyobb, összefüggő területen a középhegységben, illetve annak peremén helyezkednek el (79. ábra).

A károsodást előidéző mértékű térfogatváltozás elsősorban az agyag nagy montmorillonit és kolloidfrakció tartalmából, valamint szélsőséges éghajlati adottságokból (nagy és egyenlőtlen eloszlású csapadék) ered. Azért érdemel külön figyelmet, mert az országos épületkár-vizsgálat szerint e tényező az okok között a harmadik helyen áll, másrészt nem megfelelő mélységű alapozás esetén tömeges épületkár előidézője lehet.

A természetes településű kőzetek körében a szerves eredetű képződmények okozzák a legtöbb épületkárosodást. Sötét színük, szaguk, kis térfogatsúlyuk, esetenként szálas-rostos részeik alapján könnyen felismerhetők.

## VÍZFÖLDTANI ADOTTSÁGOK

Létünk egyik legfontosabb, nélkülözhetetlen alapja a víz. Elhelyezkedését, fizikai és kémiai tulajdonságait, mozgását nagymértékben a földtani és földrajzi adottságok szabják meg. Nem célunk itt a felszíni és felszín alatti vizek részletes ismertetése, csupán az építésföldtan, településfejlesztés és vízellátás szempontjából jelentős vonatkozásokat foglaljuk össze.

### FELSZÍNI VIZEK

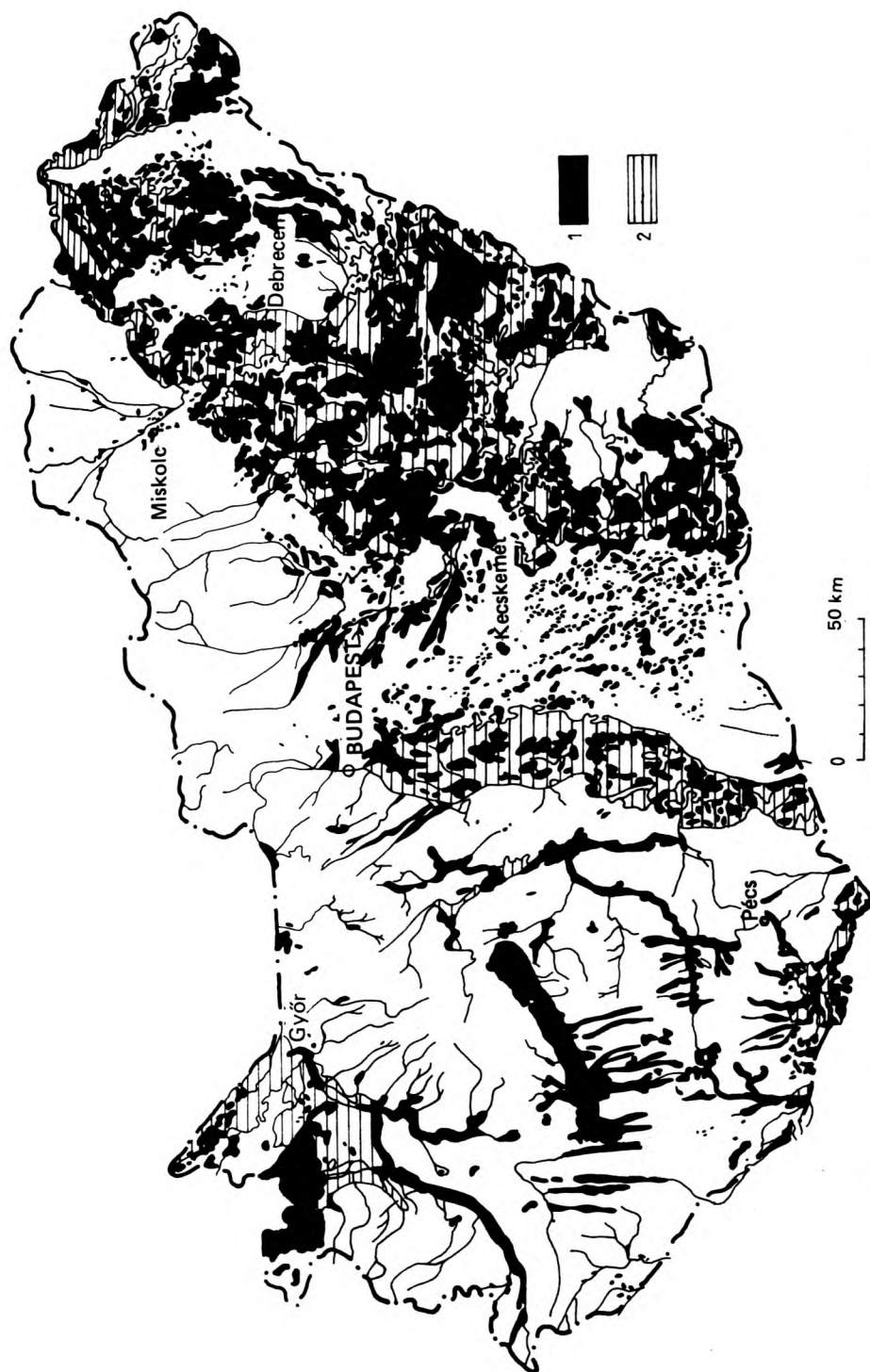
#### *Állóvizek*

Állóvizeink legnagyobb része mélyedéseket kitöltő, változó kiterjedésű vízállás, illetve a medence jellegű folyóvölgyekben rekedt, állandó, vagy időszakos vízborítás. Számuk és kiterjedésük a 18. század végéig nőtt, majd a megindult széles körű vízszabályozási munkák hatására erősen visszaszorult (80. ábra).

Az ösmocsarak és öslápok a nagyobb peremi süllyedéssel medencékben – mint a Hanság, Nagyberek, Ecsedi-láp – keletkeztek, ezek évezredek múltja, állandó vízzel borított területek voltak. Összkiterjedésük a Dunántúlon 584 km<sup>2</sup>, az Alföldön 332 km<sup>2</sup>. A vízszabályozás eredményeként ma már nagy kiterjedésű, összefüggő mocsár nincs, de kisebbek még találhatóak. A természetes lefolyás nélküli mélyfekvésű helyeken gyakoriak a vizenyős foltok, s jelentős a másodlagos elmocsarasodás is (50. táblázat).

Három nagyobb tavunk felszíne kb. 700 km<sup>2</sup>, az ország területének 1%-át sem éri el. Jellemzőjük, hogy sekélyek, kiterjedésük, vízmennyiségük az időjárás függvényében és a feltöltődés üteme szerint változik (51. táblázat). Átlagos mélységük 1–3 m körüli, a tavakba torkolló vízfolyások által szállított lebegő és oldott hordalék, a szél szállította por, a hullámverés okozta partpusztulás, az élővilág bomlástermékeinek felhalmozódása következtében medrük földtani időmérccével mérve gyorsan feltöltődik. Ebben az emberi beavatkozásnak is komoly szerep jut (81., 82. ábra).

A Balaton, Fertő tó és a Velencei-tó mellett mintegy 1200 természetes és mesterséges tó (tározó, halastó, hűtőtó stb.) található az országban, közülük mérnökgeológiai jelentősebb létesítmények a hegy- és dombvidéki nagy tározók (52. táblázat).



80. ábra. Magyarország vízborította (1) és árvízjárta (2) területei a lecsapoló munkák előtt (Lászlóffy W. 1932)

## Vizenyős, mocsaras területeink összkiterjedése\* (1965)

Terület jellege	Dunántúl km <sup>2</sup>	Alföld km <sup>2</sup>	Összesen km <sup>2</sup>
járhatatlan mocsár	18,6	29,6	48,2
nehezen járható mocsár	56,9	20,3	77,2
járható mocsár	285,9	680,3	966,2
foltokban mocsaras	31,5	46,6	78,1
<i>összesen</i>	392,9	776,8	1169,7

\* A Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont adatai

## Tavaink főbb hidrológiai jellemzői (1975)

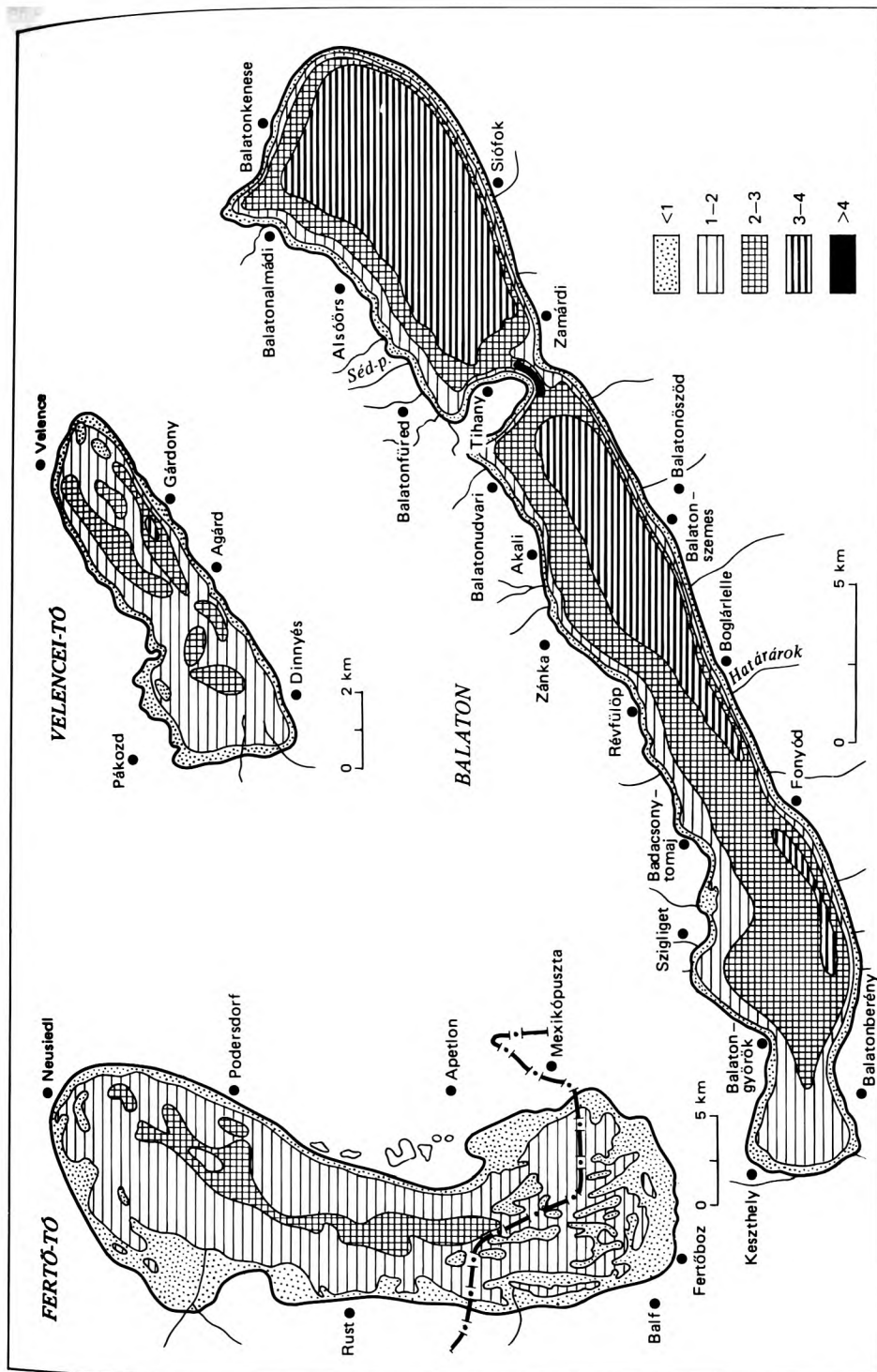
	Vízgyűjtő terület km <sup>2</sup>	A tó felszíne km <sup>2</sup>			Vízállás középveznél m	
		közepes	alacsony	magas	átlag	maximum
		vízállásnál				
Balaton	5755	588	570	610	3,30	12,20
Fertő-tó	1244	292*	200	310	0,90	1,50
Velencei-tó	602	25	23	27	1,20	2,80

\* Ebből 82 km<sup>2</sup> tartozik Magyarország területéhez

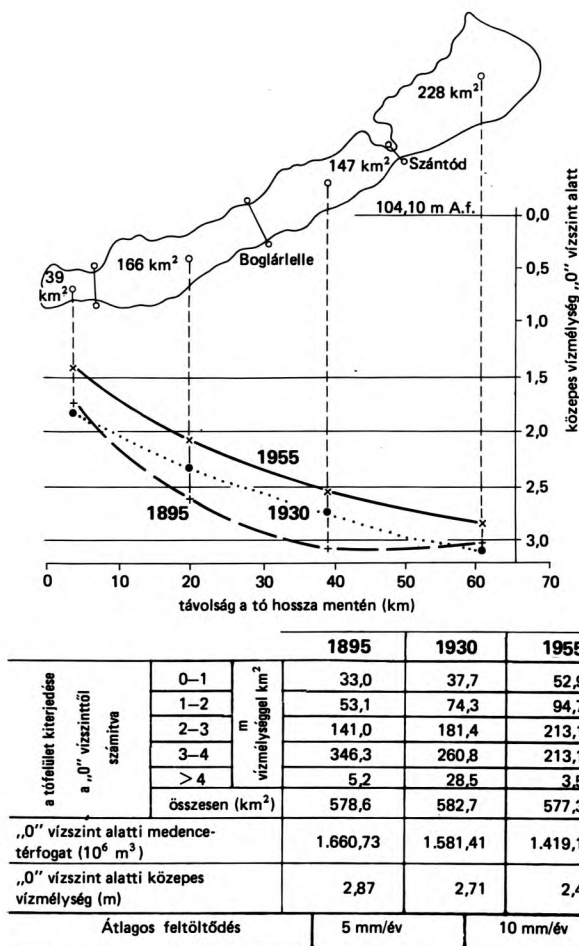
Hegy- és dombvidéki víztározók jellemzői  
(hasznos térfogat > 100 000 m<sup>3</sup>)

Tározó	Duzzasztott vízfolyás	Hasznos térfogat m <sup>3</sup>	Terület ha	Építés befejezésének éve
Markazi	Nyiget-patak és övások	8 400 000	170,0	1968
Rakacai	Rakaca-patak	5 500 000	193,8	1961
Lázbérci	Bán-patak	5 463 000	78,0	1969
Komravölgyi	Komra-patak	4 410 000	49,0	1975
Geleji	Csincse-patak	3 590 000	156,0	1964
Csórreti	Gyöngyös- és Nagy-patak	1 000 000	11,7	1973
Köszörűvölgyi	Köszörű-patak	340 000	4,6	1968





81. ábra. Tavaink átlagos mélysége (VITUKI adatok alapján)

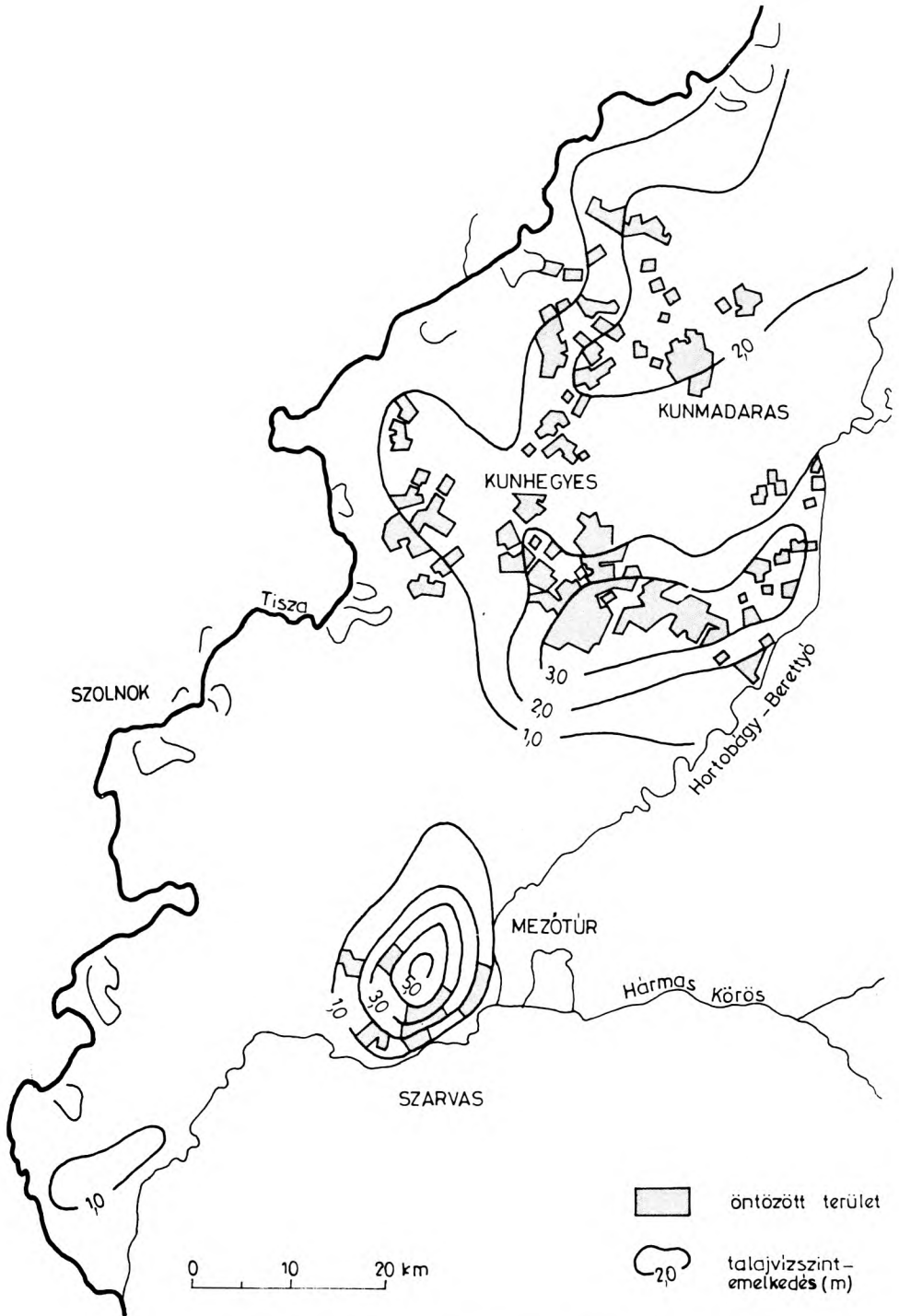


82. ábra. A Balaton feltöltődésének időbeli alakulása (VITUKI adatok feldolgozása alapján)

### Folyóvizek

Hazánk a Közép-Duna-medencében terül el, teljes egészében a Duna vízgyűjtő területéhez tartozik. Valamennyi nagyobb folyónk – Duna, Tisza, Dráva, Körösök, Hernád, Sajó stb. – az országhatáron kívül ered. Ezek a folyók adják vízrendszerünk gerincét. Magyarország felszíni vizeinek mintegy 95%-a a szomszédos országokból, az alpi és kárpáti vízgyűjtő területekről származik.

Síkvidéki területeink jelentős része a nagy folyók árterét képezi. 1980-ig 4190 km árvízvédelmi fővédvonal épült, mintegy 22 000 km<sup>2</sup> területet ármentesítettek és 1340 km folyószakaszt szabályoztak. A nagy folyókon kívül az ország területén több mint 2500 kis vízfolyás van, 25 000 km összhosszúsággal és 47 000 km<sup>2</sup> vízgyűjtő területtel. A kis vízfolyások rendezett szakasza mindössze 83 km.



83. ábra. A talajvízszint emelkedése öntözés hatására a Tiszántúlon (1935–1971)  
(MOLNÁR G. 1972)

Vízgazdálkodási szempontból alapvető jelentőségű a felszíni lefolyás. Az Alföld közepén 25 mm-nél is kevesebb az évi átlagos lefolyás, ugyanakkor a vízgyűjtők legmagasabb részén meghaladja az 1000, sőt 1500 mm-t is. Lényeges változást hozott a vízjárásban a belvízcsatorna-hálózat és a szivattyútelepek megépítése, a pangó vizek levonulása ezáltal meggyorsult.

A tározás ma még kisebb térfogatot jelent Magyarországon ahhoz, sem hogy komoly befolyása lehetne nagyobb folyóink vízjárására. Az öntözés fokozatos térhódítása – a felszabadulás előttinek mintegy hússzorosára növekedett, 1980-ban 134 000 hektár – már jobban érezteti hatását, mert pl. a Tiszántúlon még a talajvíz tartós megemelkedése is bekövetkezett (83. ábra). Az öntözővízigény gyakran jelentősebb, mint a kis vízfolyások kisvize. Az Országos Vízügyi Hivatal 1985-ig 1–1,5 millió ha terület öntözését tűzte ki célul, mintegy 3500 millió m<sup>3</sup> évi vízigénnyel. Az öntözésre nemcsak a vízgazdálkodás vonatkozásában kell figyelni, hanem számolni kell a nem megfelelő alkalmazás esetén bekövetkező károsodással is, így a másodlagos láposodással és szikesedéssel. Utalni kell felszíni vizeink kémiai jellegére is, mivel jelentős hányaduk erősen szennyezett.

### *Források*

A felszín alatti víz természetes felszínre lépése hegy- és dombvidéki területeinken gyakori. Hasznosításukat tekintve a törések mentén fakadó, felszálló karsztforrások a legjelentősebbek. Vízhozamuk bőséges, bár gyakran erősen ingadozó, számos területen magas hőmérsékletűek és kedvező kémiai összetételűek – ásvány- és gyógyvizek (53. táblázat). Az ipari és ivóvízellátásban a hideg vizű karsztforrások jutnak fontosabb szerephez.

53. táblázat

**Az ismertebb karsztforrások átlag vízhozama\***

Forrás helye, neve	Vízhozam m <sup>3</sup> /d
Miskolctapolca; Barlang-forrás	51 800
Hévíz; Tó-forrás	50 950
Pápa; Tapolcafő-forrás	50 400**
Tapolca; Malom-forrás	32 300**
Tata; Fényes-forrás	29 950**
Lillafüred; Szinva-forrás	19 250
Budapest; Lukács-fürdő	14 100
Jósvafő; Jósva-forrás	12 600
Orfű; Vízfő-forrás	7 950
Kács; Fürdő-forrás	7 400
Eger; Tükör-forrás	6 500
Sály; Vízfő-forrás	5 300
Szilvásvárad; Szalajka-forrás	5 250
Pécs; Tettye-forrás	3 800

\* Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoport adatai

\*\* A bányászati vízemelés következtében gyakorlatilag megszűnt.

Mérnökgeológiai szempontból a kis vízhozamú, nem foglalt források csoportok, tocsogók érdemelnek külön figyelmet, mivel környezetüket átáztatják, a völgyeket mocsarassá, a lejtőket pedig mozgásveszélyessé tehetik.

## FELSZÍN ALATTI VIZEK

### *Talajvíz*

Mivel az ország területének nagy része medence jellegű és fiatal, laza, porózus üledékekkel fedett, a talajvíz általános elterjedésű. Mélységi helyzete, vízszintingadozása, utánpótlódása és kémiai jellege azonban területenként erősen változó. A durva folyóvízi lerakódásokban, hordalékkúp-területeken, a jelenkori ártereken a felszín alatti átlagos mélysége 1–3 m. A hátságokon és löszváltozatokkal fedett területeken 5–6 m, a folyóvölgyeket kísérő teraszokon mélysége eléri a 15–25 m-t is.

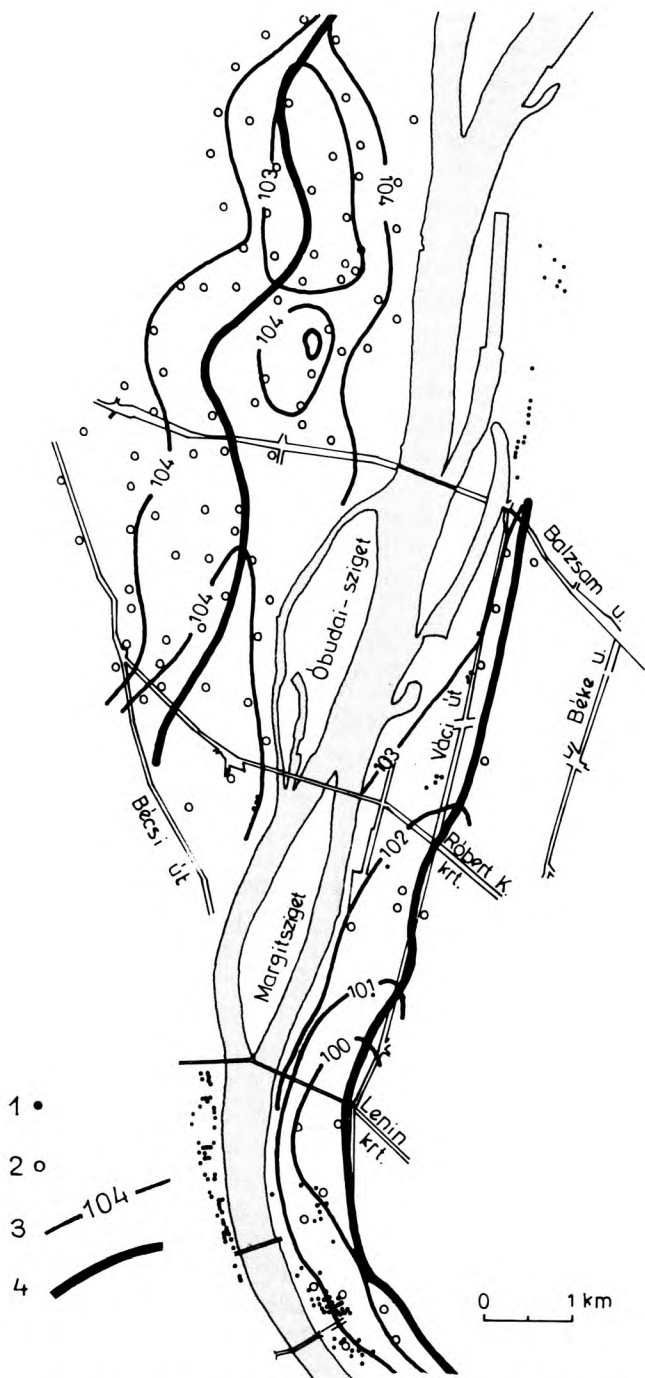
Mint a felszín alatti első összefüggő víztömeg, nagy területeken kerül a felszíni vizekkel kapcsolatba. Változó vízszintű folyók esetében ez a hatás kitérő. Így a Duna vízszintje közvetlen összeköttetésben áll a meder mentén elhelyezkedő talajvíztároló rétegekkel. Hatástávolsága a mosoni szakaszon eléri a 8–10 km szélességet, másutt 1–3 km (84. ábra). A Tiszánál ez a sáv 1–1,5 km, a kisebb folyóknál 80–200 m körüli. Az alföldi mélyfekvésű területeken a folyók áradása idején a talajvíz gyakran a felszín fölé emelkedik, nagy területeken belvízként jelenik meg.

Azokon a helyeken, ahol a talajvízállás alakulásában a csapadék és a párolgás a fő tényező – nincs jelentős hozzáfolyás, vagy leszívás és a talajvízszint felszínhez közeli helyzetű – március–májusban a legmagasabb a talajvíz, a minimum szeptember–november hónapokra esik.

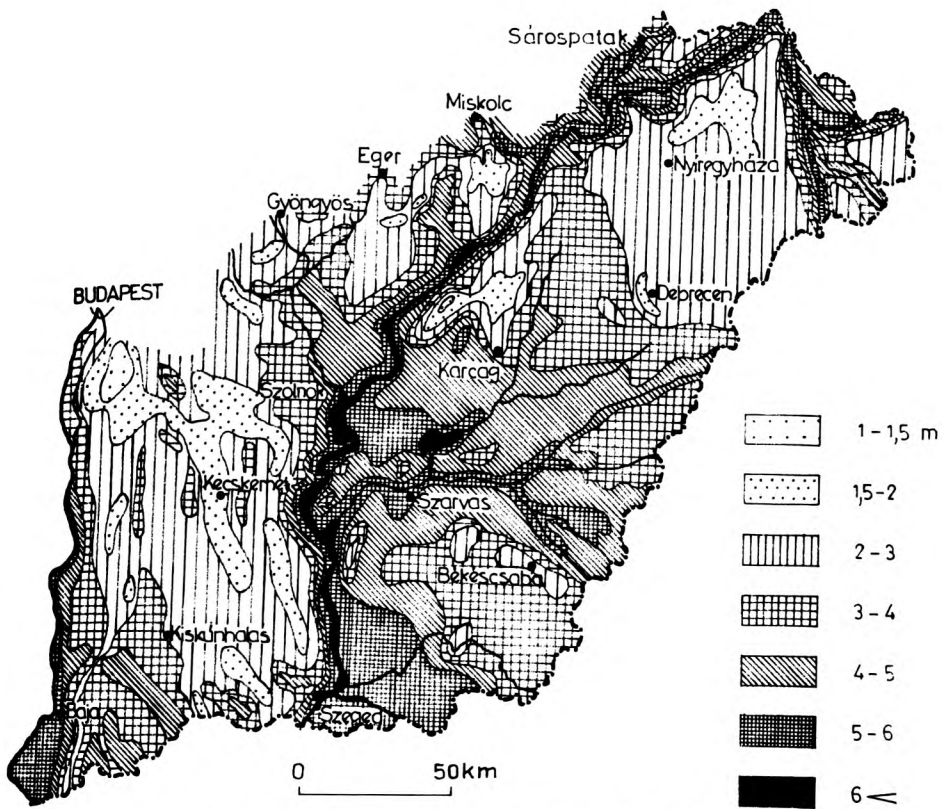
Több évtized adatsorát figyelembe véve, pl. a Tiszántúl közepén a talajvízszint ingadozása eléri a 4–5 m-t, a folyók hatásterületén pedig meghaladja a 6 m-t (85. ábra). Alapozási, mélyépítési tevékenység szempontjából elsősorban a maximális talajvízszintnek van kiemelt jelentősége.

A természetes hatások mellett utalni kell a talajvízszintet ma már egyre nagyobb területen befolyásoló emberi beavatkozás hatásaira is (öntözés, talajvízdúsítás, vízkivétel, lecsapolás, bányászat). A talajvíznél a függőleges mozgás, vízjárás mellett lényeges az oldalirányú mozgás, az áramlás is. A talajvízáramlás elsősorban a nagy folyók, patakok hatástávolságán belül jelentős. Ez lehet az élővízfolyás irányára merőleges, a folyó vízállásától függően oda-vissza irányú, de lehet az ártéri kavics-hordalékban a vízfolyással párhuzamos is. Az áramlás irányának és sebességének, a talajvízszint esésének meghatározása a mérnökgeológiai vizsgálatok keretében fontos feladat.

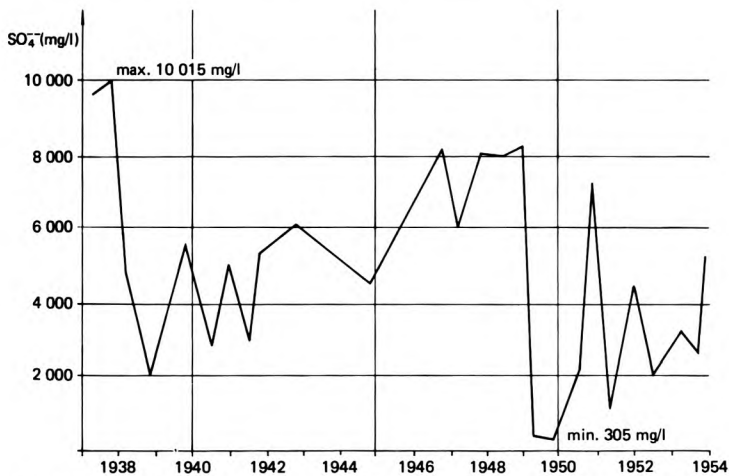
A talajvíz nemcsak az építkezés alkalmával okozhat nehézséget, hanem később is kedvezőtlen lehet a vele érintkező építményekre. Azt a vizet, mely oldott sókat, szabad szén-savat tartalmaz és az építési anyagokat oldja, vagy bontja, agresszívnek nevezzük. Beton-agresszivitás szempontjából főleg a szulfát-ion tartalmú (ha az  $\text{SO}_4^- > 400 \text{ mg/l}$ ) talajvíz hatása ismert. A szulfátos víz



84. ábra. Az 1965. évi dunai árvíz hatása a talajvízre a főváros É-i részén (SZABÓ GY. 1970)  
 1. bemért vizes pince, 2. kútviszint észlelés, 3. talajvíz izohipsza (tsz. feletti magasság m-ben), 4. az árvíz talajvízre gyakorolt hatásának határa



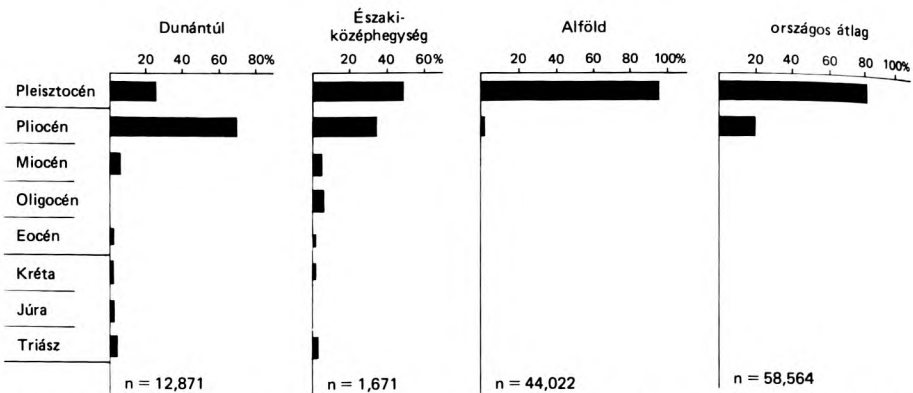
85. ábra. A talajvízszint ingadozása az Alföldön (az 1933–1960. évek közötti legmagasabb és legalacsonyabb havi közepes vízállások különbsége) (RÓNAI A. 1961)



86. ábra. A talajvíz szulfáttartalmának változása 1937–1954 között (B. XXI. megfigyelőkút, Budapest, Tétényi út)

változatos fajtái keletkezhetnek a felszín közelében a nem áramló (stagnáló) talajvízben. A zárt, nyugodt vízű öblökben lerakódott kékesszürke agyagok szervesanyag-tartalmának bomlása révén piritszemcsék keletkeznek a kőzetben, melyek a vízzel érintkezve oxidálódnak, oldódva a vizet szulfátossá teszik. Sok agyagban – így Budapesten a Lágymányoson a kiscelli agyagban – a talajvíz szulfáttartalma több tízezer mg-ot is elérhet, ez az érték azonban változó (86. ábra).

A talajvíz oldott gázai közül a szabad szénsav agresszivitása a legintenzívebb (ha  $\text{pH} < 7$ ). Általában mocsaras, lápos területeken – pl. a Balaton és a Velencei-tó térségében – keletkezik káros mennyiségű szén-dioxid a talajvízben az aerob-bomló szervezetek hatására.



87. ábra. A mélyfúrású kutak vízadó rétegeinek kor szerinti eloszlása (URBANCSEK J. 1982 adatainak feldolgozása alapján)

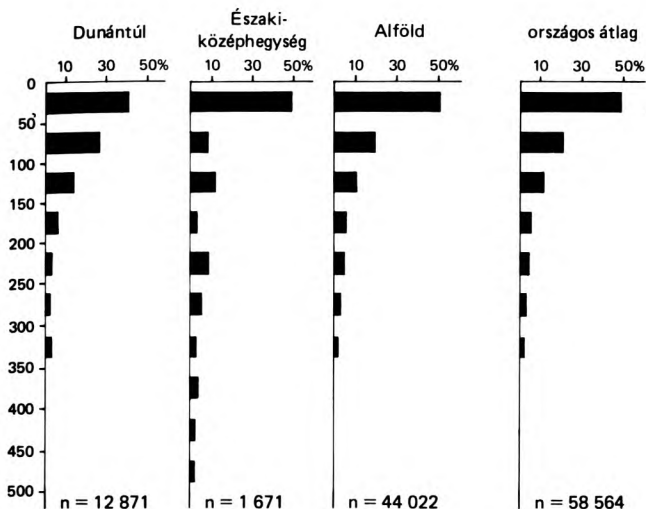
A talajvíz felszínközeli helyzete és nagy elterjedtsége következtében a vízellátás szempontjából is jelentős, az ország területének mintegy  $\frac{1}{3}$ -án közvetlenül utánpótlódik. A nagyobb vízmennyiség koncentrált kivételére is alkalmas, ún. ipari típusú talajvíztároló terület nagysága közel  $15\,400\text{ km}^2$ , és uralkodóan a nagy folyók kavicsteraszaire, hordalékkúpjaira terjed ki. A parti szűrészű víz csak jellegében különül el a talajvíztől, mivel azt is a felszíni vizekkel érintkező rétegekből nyerik. Nagyobb folyóink mentén – Duna, Rába, Dráva, a Tisza felső szakasza – vehető számításba a parti szűrészű víz, itt a nagy városok vízellátásában tölt be fontos szerepet. Az elmondottakból következik, hogy a vízműkutak uralkodóan nagy hányada a fiatal pleisztocén felszíni és felszínközeli rétegekből nyeri vizét (87. ábra).

### Rétegvíz

A felszín alatt 15–20 m-re lévő víz a nagy vastagságú laza üledékes feltöltésből adódóan, az ország mintegy  $\frac{2}{3}$ -ad részén jellemző víztípus. Uralkodóan pleisztocén és pliocén homokrétegekben tárolódik. Mivel ivó- és ipari vízellátás-



ra a hideg víz alkalmas, a hazai geotermikus adottságok figyelembevételével a mintegy 500 m mélységig terjedő\* víztárolók jöhetnek szóba (88. ábra). Legkedvezőbb adottságok a Tiszántúl északi részén, a Tiszavölgy déli szakaszán, valamint a Dunavölgy alföldi szakaszán alakultak ki.



88. ábra. A mélyfúrású kutak vízadó rétegeinek mélység szerinti eloszlása (URBANCSEK J. 1981 adatainak feldolgozása alapján)

### Karsztvíz

A karsztvíz főleg a mészkőből és dolomitból felépülő Dunántúli-középhegység, a Mecsek, valamint a Bükk és az Aggteleki-karszt területén jellemző. Az összefüggő, nagy felszíni karszterület összkiterjedése több, mint 1200 km<sup>2</sup> (54. táblázat).

Napjainkban a bauxit- és kőszénbányászat tetemes és tartós vízemelése (közel 600 m<sup>3</sup>/perc) a Dunántúlon a karsztvíz természetes állapotát nagymértékben megváltoztatta (89. ábra).

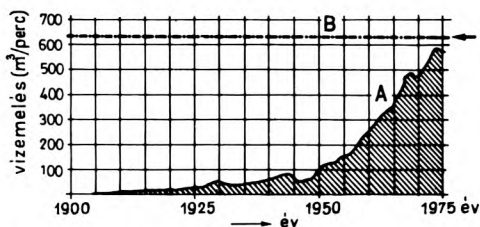
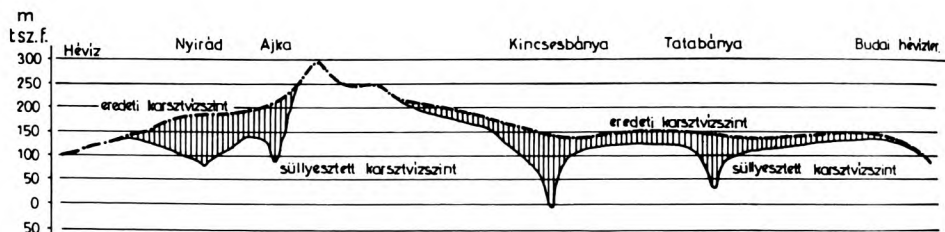
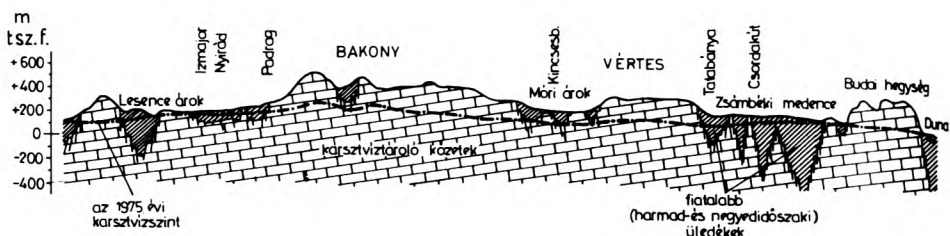
A karsztos (ipari) víztárolók vastagságuk és elterjedésük révén több városunk – Várpalota, Veszprém, Pápa, Ajka, Székesfehérvár, Eger, Miskolc – vízellátásában fontos, vagy kizárólagos szerepet töltenek be. A karsztvíz hévízfeltárás szempontjából szintén jelentős, hiszen a kutaknak mintegy 20%-a, a vízhozamnak pedig kb. 50%-a kapcsolódik hozzá.

\* Az 500 m-es mélységhatár alatt rétegvizeink hőmérséklete általában nagy:  
 500–1000 m mélységben 40–50 °C  
 1000–1500 m mélységben 50–75 °C  
 >1500 m mélységben 75 °C

A felszíni karszt kiterjedése

54. táblázat

	Vízgyűjtő terület nagysága km <sup>2</sup>	Jelentősebb karsztforrások száma
Keszthelyi-hegység	71	6
Balatonfelvidék	181	49
Bakony hegység	340	28
Vértes hegység	150	10
Gerecse hegység	83	1
Pilis hegység	47	
Budai-hegység	56	8
Mecsek hegység	30	11
Villányi-hegység	18	6
Bükk hegység	191	30
Aggteleki-karszt	93	20
<i>Összesen</i>	1260	169



89. ábra. A Dunántúli-középhegység karsztvízszintjének alakulása (SCHMIEDER A.–SZILÁGYI G. 1979 után, módosítva).

Magyarázat a diagramhoz: A = a bányászat által kiemelt karsztvíz, B = a tárolóól az egyensúly veszélyes megbomlása nélkül kiemelhető víz

### *Hasadékvíz*

Ebbe a kategóriába soroljuk a nem karsztosodó szilárd kőzetek vizét (homokkövek, magmás és metamorf összletek). E kőzetek aránylag nagy elterjedésűek – Dunazug, Börzsöny, Cserhát, Mátra, Tokaji-hegység, Mecsek, Soproni- és Velencei-hegység – ennek folytán figyelmet érdemelnek. Mivel azonban jellemzőjük a kis hézagterefogat, az általában csekély repedés- és törésrendszer, ezért kis vízmennyiséget tudnak tárolni. Az ilyen területek rendszerint kis vízhozamú (50–100 l/p) forrásokban gazdagok.

## VÍZGAZDÁLKODÁS, VÍZVÉDELEM

A gazdasági tevékenység minden ágában nélkülözhetetlen a víz. E szükségletek tervszerű kielégítését szolgálja a vízgazdálkodás. A vízzel szemben támasztott mennyiségi és minőségi igények fokozódása következtében egyes területeken időszakosan, vagy állandóan vízhiány is keletkezik. A biztonságos vízellátást központi vízművek segítségével oldják meg, amelynek a következő típusai alakultak ki:

- a) városi és községi közüzemi vízmű,
- b) közüzemi ipari vízmű,
- c) ipartelepek, egyéb létesítmények saját vízműve,
- d) regionális vízmű.

A társadalmi fejlődés nyomán a kommunális vízellátás, az ipari és mezőgazdasági termelés napról-napra növekvő vízigénnyel lép fel, mely a városiasodás folyamatával együtt földrajzi koncentrációt is jelent, nagy víztömeg igényével (55. táblázat).

55. táblázat

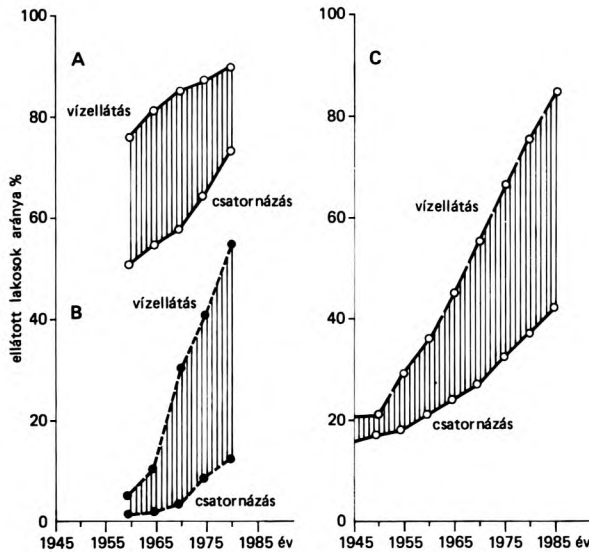
**A hazai vízfelhasználás\* (millió m<sup>3</sup>/év)**

Év	Vízgazdálkodás által értékesített				Más ágazat által termelt víz	Népgazdaság vízfelhasználása összesen
	ivóvíz	ipari víz	öntözővíz	víz összesen		
1970	453,3	44,2	493,7	991,2	1924,3	2915,5
1975	614,0	68,0	693,1	1375,1	2368,8	3743,9
1980	792,7	64,0	530,0	1386,7	3198,3	4585,0

\* Az Országos Vízügyi Hivatal adatai szerint

Az általános vízellátási helyzet, a közművesítés az utóbbi évtizedekben nagy fejlődést ért el. Sajnálatos módon a közműves vízellátáshoz képest messze elmaradt a csatornázás, a közműves szennyvízelvezetés mértéke, ez súlyosan veszélyezteti a vízellátás forrásául szolgáló vízkészleteinket is (90. ábra).

A felszíni vízkészletnek alig 5%-a keletkezik Magyarországon lehulló csapadékból. Ezen túlmenően kedvezőtlen a víz időbeli és területi eloszlása, problémát jelenthet a minősége is. A felszín alatti víznyerés szempontjából általában



90. ábra. A közművesítés fejlődése 1945–1985 között (OVH adatok feldolgozása alapján).  
A = városok, B = községek, C = országos összesítés

kedvezőbb adottságaink vannak. A felszín alatti vízkészletből legjelentősebb a rétegvíz és a parti szűrősű víz hasznosítása, amely ma még a jelenlegi igényeket meghaladó mértékben áll rendelkezésre (56. táblázat). Jól ismert a Pannon-medence vékony kéregszerkezetéből adódó pozitív geotermikus anomáliája. Az ország termákvizekben való gazdagsága regionálisan a pliocén porózus rétegeihez, valamint a triász időszaki repedezett, karsztosodott mészkő- és dolomit-összlethez kapcsolódik. Geotermikus energiakészletünk BOLDIZSÁR T. (1976) becslése szerint igen jelentős (57. táblázat). A termákvutak száma az 1945. évi 67-ről 1980-ig 601-re, a víztermelés 45 000 l/p-ről 500 000 l/p-re növekedett.

56. táblázat

Tartósan hasznosítható felszín alatti vízkészletünk\*

Víz típus	Tartósan hasznosítható készlet millió m <sup>3</sup> /d	Biztonságosan számításba vehető rész	
		millió m <sup>3</sup> /d	%
talajvíz	1,0	0,5	3,5
parti szűrősű víz	5,8	2,9	20,0
rétegvíz	6,4	6,4	44,0
karsztvíz	1,3	0,65	4,5
összesen:	14,5	10,45	72,0

\* Az Országos Vízügyi Hivatal adatai alapján

A termelt víz hasznosítása örvendetes módon sokoldalú (58., 59. táblázat). Egyes településeink üdülőhely jellegű fejlődése, idegenforgalma miatt külön figyelmet érdemelnek az ásvány- és gyógyvizek – melyek részben azonosak a termálvizekkel (60. táblázat).

57. táblázat

**Geotermikus energiakészletünk\***

Mélység (km)	(cal)	kJ
0 – 3	$(12\ 600 \times 10^{18})$	$53 \times 10^{18}$
3 – 10	$(119\ 700 \times 10^{18})$	$501 \times 10^{18}$
összesen:	$(132\ 300 \times 10^{18})$	$554 \times 10^{18}$

\* BOLDIZSÁR T. (1976) adatai

58. táblázat

**Az alföldi termálvízmezők víztermelése\***

Körzet	Termelési időszak	Kutak száma	Termelt víz millió m <sup>3</sup>
Hajdúszoboszló	1926 – 80	3 – 4	58,0
Debrecen	1932 – 80	5 – 6	31,5
Szolnok	1929 – 80	12	42,0
Szentes	1959 – 80	32	120,0

\* KORIM K. (1981) adatai

59. táblázat

**A termálkutak vizének hasznosítása\***

Hasznosítás módja	Kutak száma			
	1965	1970	1975	1980
balneológia	130	161	181	210
kommunális fűtés, melegvíz	3	18	20	20
mezőgazdasági fűtés	17	44	81	97
ivóvízellátás	72	111	134	149
ipari vízellátás	9	12	15	21
egyéb	–	13	21	46
ideiglenesen lezárva	21	76	84	58
összesen:	252	435	536	601

\* A Központi Statisztikai Hivatal adatai

Ásvány- és gyógyvíznyerő helyek\*

Víz hőmérséklet (C°)	Víznyerő helyek száma		
	1970	1975	1980
35	20	23	25
35 – 44	8	8	11
45 – 59	14	16	20
60 – 69	8	8	8
70 – 79	6	8	8
80	7	7	8
<b>összesen:</b>	<b>63</b>	<b>68</b>	<b>80</b>
<b>vízhozam (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>46 914</b>	<b>49 817</b>	<b>54 083</b>
<b>palackozott ásványvíz (1000 l)</b>	<b>19 388</b>	<b>21 003</b>	<b>26 681</b>

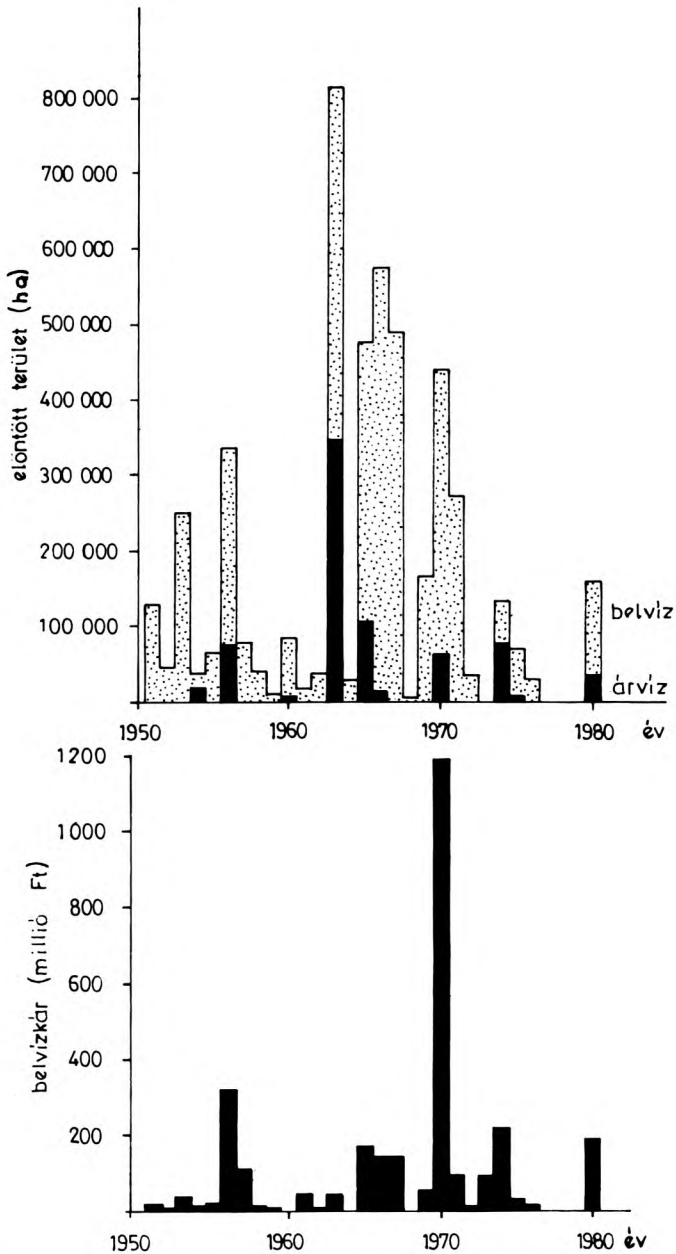
\* Az Egészségügyi Minisztérium adatai

A vízgazdálkodással is szervesen összefüggő fontos feladat a vízvédelem. Az ország területének csaknem a fele, mintegy 43 000 km<sup>2</sup> a nagy folyók ártere. Árvízvédelmi gátrendszerünk – elsősorban a nyomvonalak tekintetében – már lényegében kiépítettnek tekinthető. A síkvidéki, mélyfekvésű részeken azonban még ma is mintegy 20%-ot borít el időszakosan az ár- és belvíz, mely elsősorban a mezőgazdasági kultúrában okoz tetemes kárt (91., 92. ábra), de a hetvenes évektől napjainkig a Tiszántúlon jelentős településszerkezet-változást is eredményezett (93. ábra).

A rendkívüli vízkárok elleni védekezés ma már nemcsak árvízi vonatkozású, hanem a vízminőségre is egyre szélesebb körben kell kiterjednie. Az Országos Vízügyi Hivatal a védekezés, beavatkozás hatékonyságának növelése érdekében a hetvenes évek második felében gyors-információs és országos vízvédelmi figyelőszolgálatot hozott létre (94. ábra).

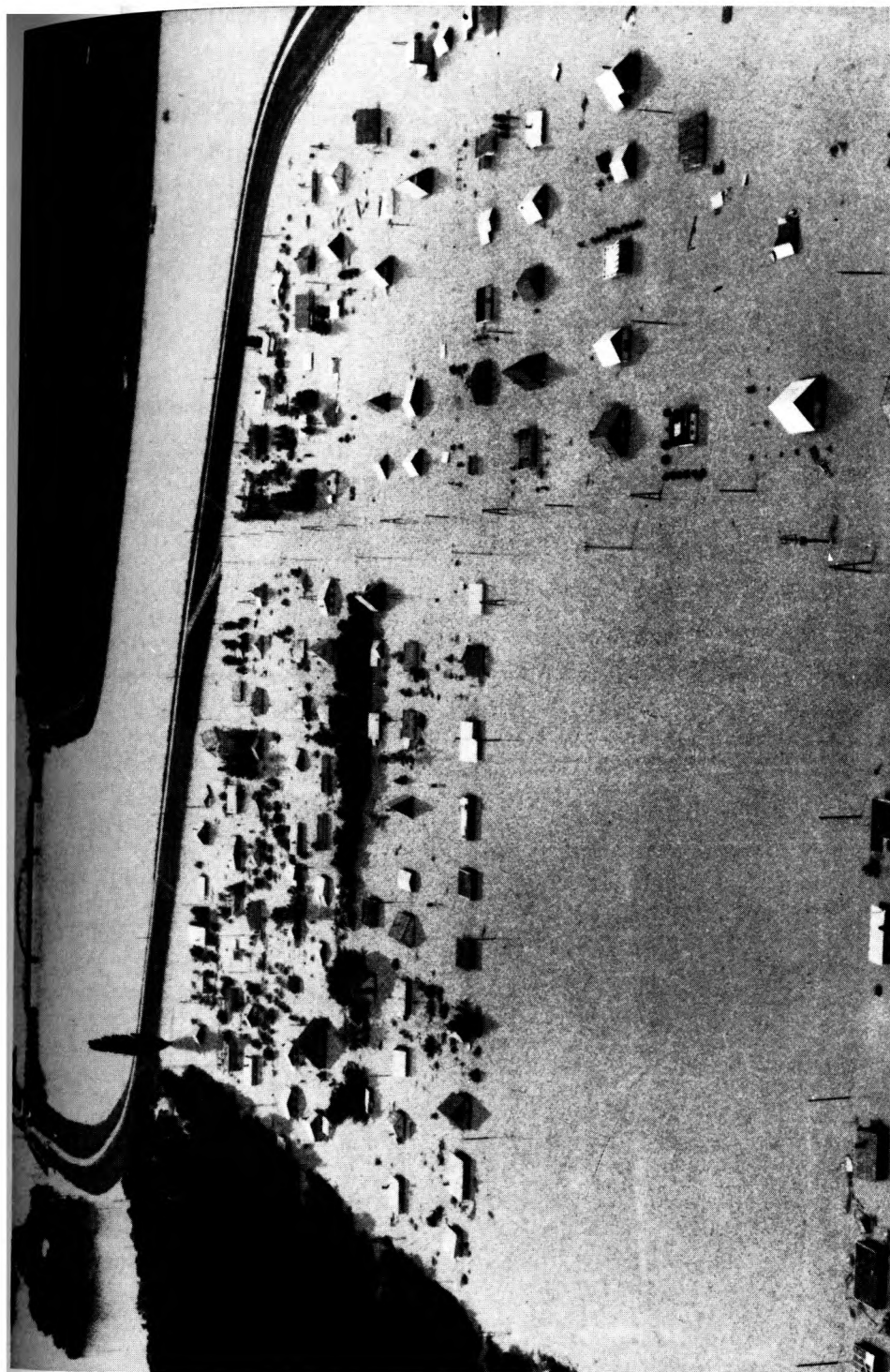
A kiépített gátrendszer rendeltetésének általában megfelel, a bekövetkezett szakadások – eltekintve a gátmagasság elégtelenségétől – kedvezőtlen helyi földtani adottságokra vezethetők vissza (95. ábra). A gátrendszer továbbfejlesztésénél kielégítő ellenállóképességet kell biztosítani.

A vizek elszennyeződésének tendenciája és mértéke szükségessé teszi, hogy a vízvédelem figyelőszolgálatának ellenőrző tevékenysége a felszín alatti vizekre is fokozottabban kiterjedjen. Erre elsősorban a karsztos középhegységi és a homoktakaróval borított alföldi területeinken kell figyelmet fordítani, mert itt a legerőteljesebb a szennyeződés továbbterjedésének lehetősége.

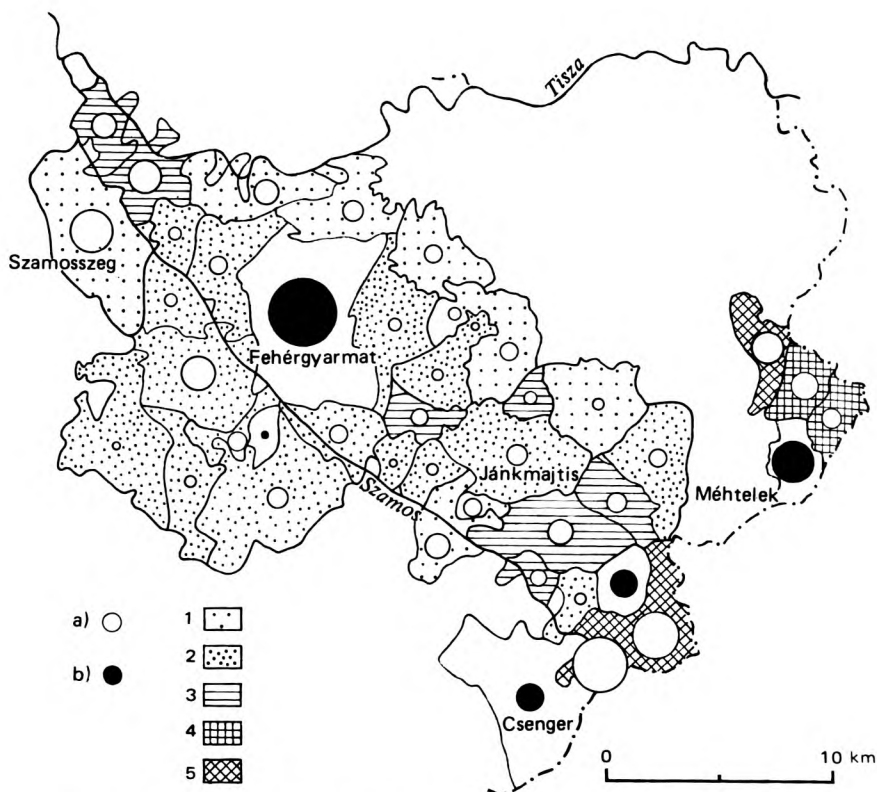


91. ábra. Az ország ár- és belvízzel elöntött területei (felső ábra) az Országos Vízügyi Hivatal adatai alapján és a Körös-vidéki belvízkár (alsó ábra) mértéke 1950–1980 között, 1976-os árszinten számítva (BARANYÓ G. 1981)

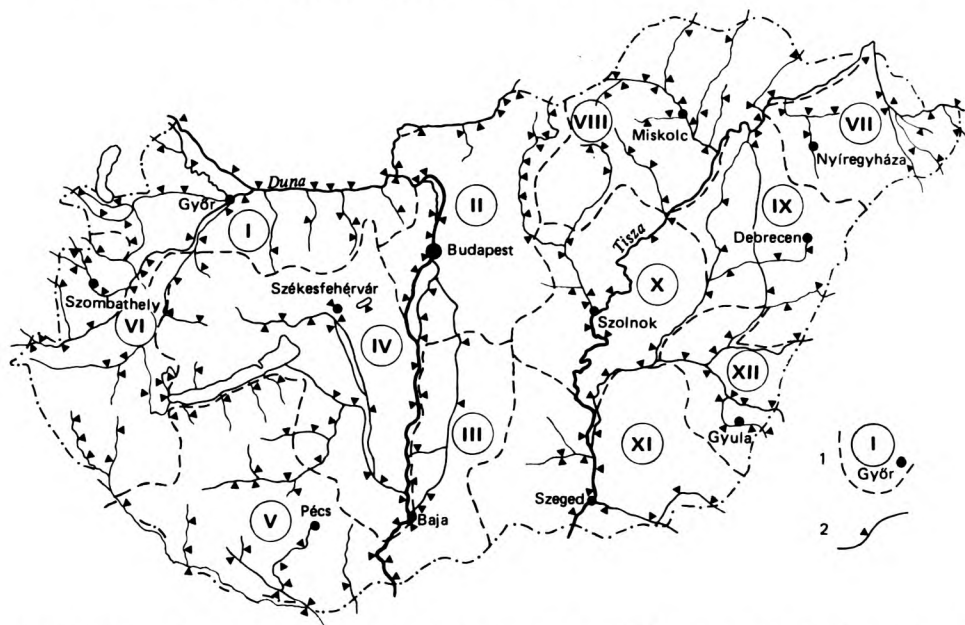




9.2. ábra. Elöntött terület Gyula és Sarkad között 1974. VI. 17-én (MTI foto)

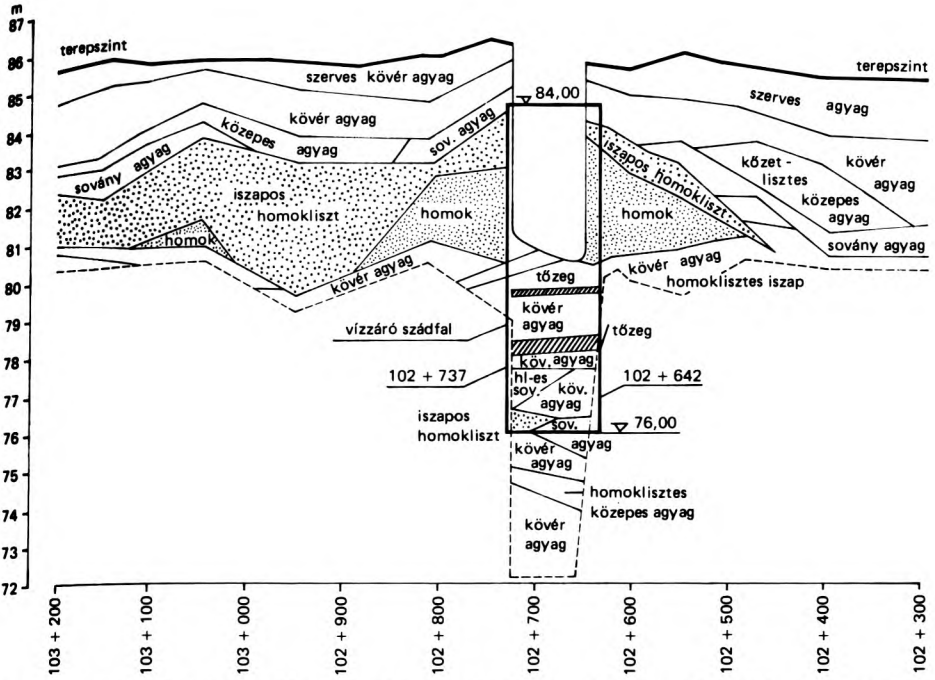


93. ábra. Szabolcs-Szatmári népességvándorlás az 1970. évi árvíz hatására (RAKONCZAI J. 1982)  
*a)* elvándorlás, *b)* bevándorlás; a körök nagysága arányos a vándorlási különbözettel; a jelkulcsbeli körterület 100 főt jelöl. Az 1970-1980 között elvándorolt népesség aránya (%-ban): 1 = 0-10, 2 = 10-20, 3 = 20-30, 4 = 30-50, 5 = 50-100



94. ábra. Vízvédelmi információrendszerek. (Az országos vízvédelmi emissziómérő törzshálózat vízmintavételi helyei)

1. Vízügyi Igazgatóság működési területe és székhelye, 2. törzshálózati vízmintavételi hely



95. ábra. A Kettős-Körös jobb parti töltésszakadási helyének kedvezőtlen földtani adottságai (GYÖNGYÖSI L. 1982)

## AZ ÉPÍTMÉNYEK ÁLLÉKONYSÁGÁT BEFOLYÁSOLÓ FÖLDTANI FOLYAMATOK

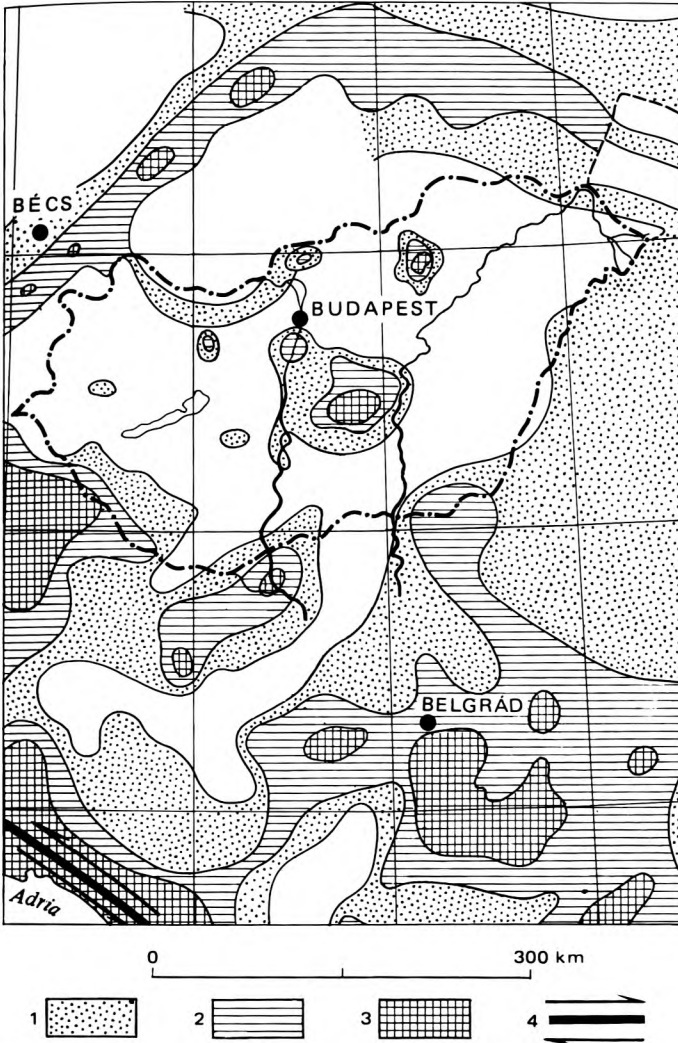
A települések, városok kialakulásában és fejlődésében a természeti, táji adottságok, ezen belül a földtani felépítés jellegei, meghatározóan fontos tényezők. A földtani felépítés nagymértékben befolyásolja az egyes területek beépíthetőségét, a mérnöki munka kivitelezhetőségét, annak ütemezését és költségét, s a létrehozott építmény biztonságát is. A nagy mérnöki létesítmények több évtizedre készülnek, az üzemelési időszak alatt számolni kell az építés során óhatatlanul megzavart természeti viszonyok egyensúlyra törekvésével, valamint az építéstől függetlenül ható földtani folyamatokkal is. A következőkben, a teljesség igénye nélkül, ezekről a hatásokról adunk rövid áttekintést.

### FÖLDRENGÉS-VESZÉLYEZTETETTSÉG

A mérnöki létesítményekre – és magára az emberre is – a földtani folyamatok közül a földrengés jelenti a leggyorsabb és legveszélyesebb pusztító hatást. Szeizmológiai szempontból Magyarország az alpi-mediterrán, más néven az eurázsiai rengési övezet mentén, attól É-ra helyezkedik el (96. ábra) és területét kis erősségű, ritka rengések jellemzik. Az általános minősítés azonban nem jelenti azt, hogy nálunk nem keletkeznek földrengések. Az évszázadok során jelentős számú – közöttük 8–9 °MSK erősségű – rengést is regisztráltak. E rengések fészkeinek (hipocentrumának) mélysége kisebb, mint 20 km (átlag 8,5 km). Az ország földrengési viszonyainak vizsgálatánál elsősorban a makroszeizmikus megfigyelésekre támaszkodtunk, műszeres megfigyelés csak 1905-től folyik.

Nagyobb erősségű rengések Szombathely, Sümeg, Vasvár, Mór, Dunaharaszti, Kecskemét, Zsámbék és Eger városok környezetében voltak, s ezeken a területeken – az elő- és utórengések nagy száma miatt – a gyakoriság is nagyobb (97. ábra). A földrengési maximumok CSOMOR D. szerint az 1763, 1810, 1868, 1903, 1908, 1909, 1911, 1925, 1927, 1951, 1956. évekre estek.

A szeizmikus hatást az utóbbi évtizedig – az aszeizmikus minősítést elfogadva – a létesítmények tervezésénél általában nem vették figyelembe. Napjainkban e kérdés azért érdemel nagyobb figyelmet, mert egyre több olyan létesítmény (nagypaneles magasház, öntötház, vízszintes mozgásra erősen érzékeny vonalas ipari berendezés) épül, melyre – ha a tervezésnél nem számoltunk vele – a kis energiájú földrengés is (elsősorban az elért gyorsulással) komoly veszélyt jelenthet.

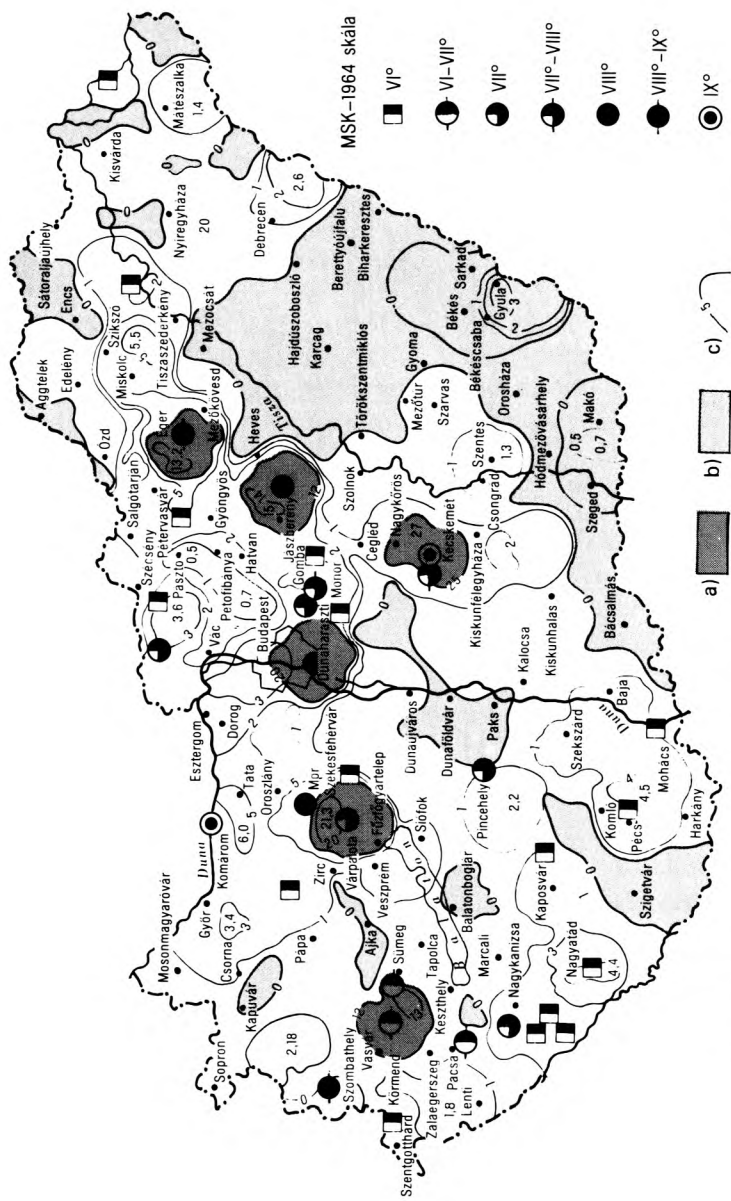


96. ábra. A szeizmikus intenzitás változása hazánkban és tágabb környezetében  
(EKKENBERG J. 1976)

Szeizmikus intenzitás  $a = \text{max. } 6$ ,  $b = \text{max. } 7$ ,  $c = \text{max. } 8-9$ ,  $d = \text{szeizmo-tektonikai vonal}$

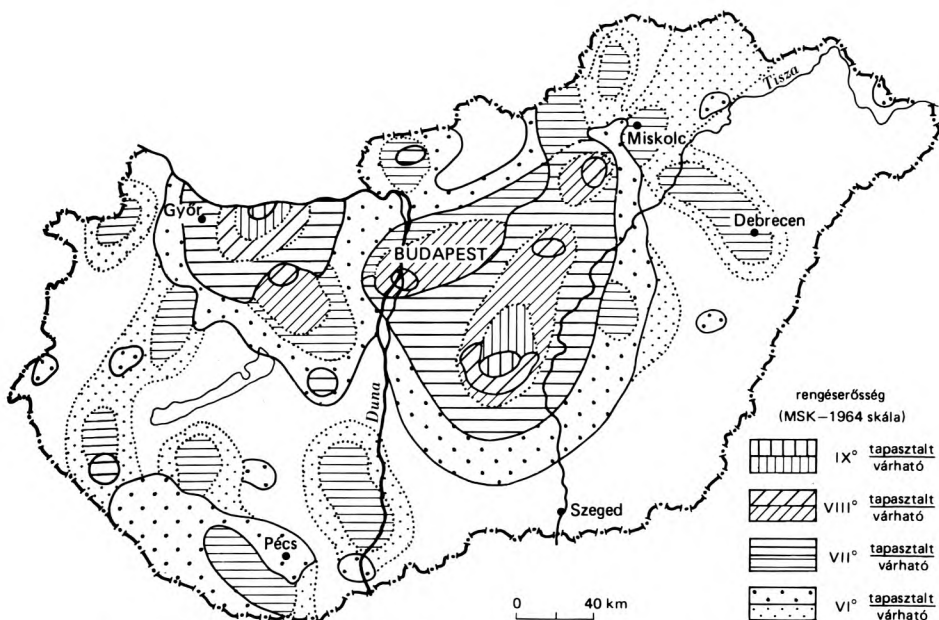
A földrengések előrejelzése ma még megoldatlan, de a területen lezajlott rengések maximális intenzitásának és gyakoriságának, valamint a földtani szerkezetnek a kapcsolata alapján megszerkeszthető a szeizmikusan veszélyes zónák térképe (98. ábra).

Ez a térkép földrengés-várhatósági átlagértéket ad, így közvetlenül nem alkalmazható a tervezett építkezések területére. Az átlag-intenzitás mellett



97. ábra. Magyarország földrengésvakorisági térképe  $I_{0,6}$  MSK-64 erősségű rengésekre (CSOMOR D. 1971).

a) = rengésveszélyes terület, b) = rengésmentes terület, c) =  $10 \cdot 10^{-5}$  rengés  $\text{km}^2 \cdot \text{év}$



98. ábra. Magyarország földrengésveszélyességi térképe (CsOMOR D. 1971)

MEDVEGYEV S. V. (1962) módszerével meg kell határozni az építési terület földtani felépítésének intenzitásnövelő hatását és a térség mikrorengés típusát is.

Hazánkban 1973-tól a paneles épületek tervezésénél az ME 95–72 előírások szerint kell szeizmikus hatásra állékonysági vizsgálatot végezni. 1981-ben „Új méretezési irányelvek földrengési hatásokra” című kiadvány jelent meg (MI-04.133–81 Építésügyi Ágazati Műszaki Irányelv), mely olyan területeken alkalmazható, ahol az MSK–64 skála szerint várható intenzitás legfeljebb 9 fok. Eszerint a veszélyeztetett területeken épülő I. (rendkívül fontos építmények, szerkezetek) és II. (igen fontos építmények, szerkezetek) kategóriájú létesítmények esetében ajánlatos részletes, a mikroterületre vonatkozó szakvéleményt készíteni.

#### A FÖLDKÉREG LASSÚ SZEKULÁRIS MOZGÁSAI

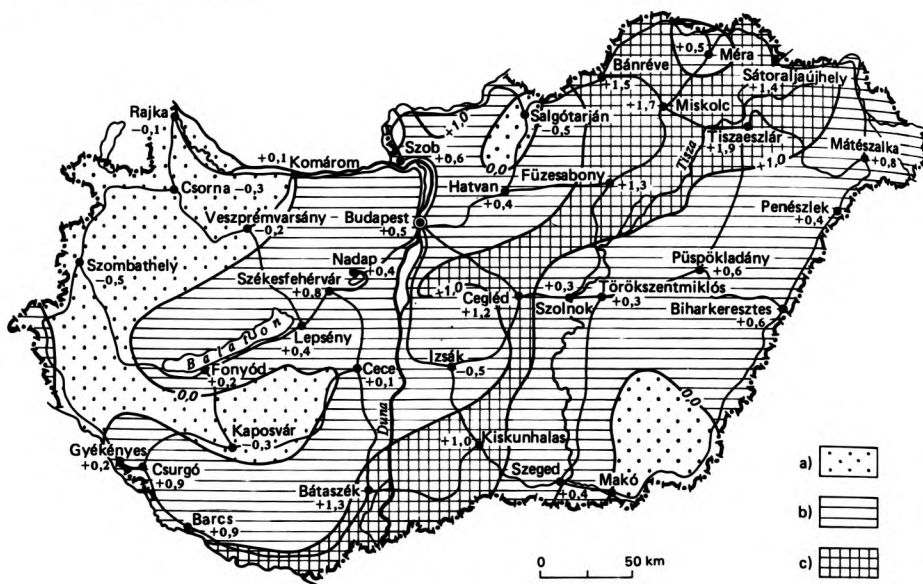
A földfelszín lassú vertikális mozgása – emelkedése és süllyedése – nem zárt le a földtani múltban, hanem napjainkban is tartó folyamat. E felszínváltozásoknak számos oka lehet – így a kéreg mozgása, vagy a vastag, laza szerkezetű üledékanyag tömörödése –, ennek megfelelően a mozgás is lehet regionális, vagy lokális és szekuláris vagy időszakos.

A vertikális mozgás megfigyelésének módszere a szabatos szintezés, mely napjainkban ért el olyan pontosságot, hogy optimális körülmények között a kis



sebességű – évtizedenként néhány milliméteres – elmozdulások is számszerűen kimutathatók. Ezzel magyarázható, hogy a régi szintezési eredmények alapján korábban szerkesztett vertikális mozgástérképek (GÁRDONYI L. 1932, BENDEFY L. 1958) még sok ellentmondást tartalmaztak.

A földkéreg jelenlegi mozgásának vizsgálata nemzetközi méretekben szervezeten folyik. A Kárpát–Balkán régióra, így Magyarország területére is, az újabb adatok alapján 1979-ben elkészült a vertikális kéregmozgások térképe (Joó I. 1979, 99. ábra).



99. ábra. A jelenkori vertikális mozgások térképe (Joó J. 1981).

A vertikális kéregmozgás sebessége a) = süllyedés 0–1 mm/év, b) = emelkedés 0–1 mm/év, c) = emelkedés 1–2 mm/év

Hazánkban a kiépített hálózat sűrűsége 100 km<sup>2</sup>-enként egy pont, az elképzelt mérési ciklus 15–20 év (MISKOLCZI L. 1971). Kisebb területmozgásra, vagy rövidebb periódussal történő mozgás kimutatására ez a hálózat nem alkalmas.

A vertikális mozgások az egyes épületeket nem veszélyeztetik. Vonalas és viszonylag merev mérnöki létesítményeknél – föld alatti vasút, víz- és gáznyomóvezeték – esetében azonban az évtizedek során növekvő elmozdulások már jelentős károsodást, esetenként törést idézhetnek elő.

A vertikális mozgások mellett az ország egyes területein (Budapest, Mecsek hegység) a tört szerkezeti egységekben eltérő irányú és nagyságú vízszintes elmozdulást is kimutattak (BENDEFY L. 1952). E mozgások az egyes épületek, vagy lakó- és ipartelepek építését általában nem befolyásolják. Vonalas és viszonylag merev mérnöki létesítményeknél – föld alatti vasút, víz- és gáznyomóvezeték, szennyvízcsatorna, támfal, stb – esetén azonban számolni kell hatásukkal, mert az évi néhány mm-es elmozdulási érték az évtizedek során összegyűlve komolyabb károsodásokat, töréseket is előidézhet.



Az ország területének 31,2%-a különböző tagoltságú dombság és alacsony hegyvidék. E geomorfológiai adottságból és a földtani felépítésből következik, hogy a felszínmozgások gyakorisága, kialakulásának lehetősége ezen a 29 102 km<sup>2</sup> területen a legnagyobb. Régebben, de a közelmúltban is bekövetkezett mozgások egy része komoly népgazdasági károkat okozott és országos jelentőségű létesítményeket is veszélyeztetett. Ezek közül kiemelendők a Duna menti magaspartok: Rácalmás, Dunaújváros, Dunaföldvár; a Balaton partján: Fonyód, Balatonfüzfő, Balatonaliga és a Tihanyi-félsziget területén bekövetkezett mozgások, továbbá a komlói, ajkai, budapesti, salgótarjáni, miskolci csúszások (100., 101. ábra). A mozgások okozta károk helyreállítása, a nagyobb létesítmények, települések utólagos védelme, vagy egyes létesítmények szükséges áthelyezése több tíz- vagy százmillió nagyságrendű költségráfordítást igényelt (102. ábra). A beépítésre legalkalmasabb területek fokozatos csökkenése és a lezajlott nagy mozgások az 1970-es évek elején a szakemberek figyelmét a felszínmozgásokos területek megismerése felé irányították.

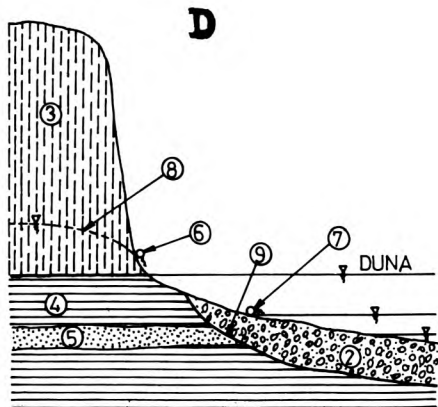
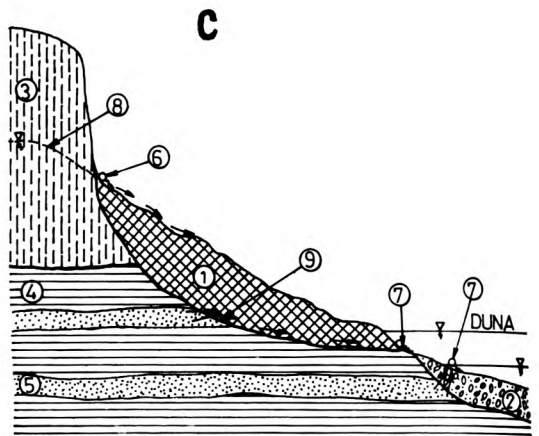
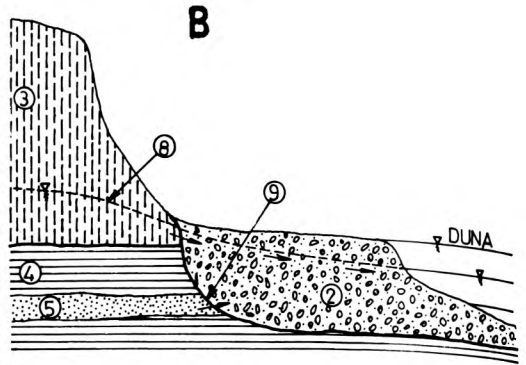
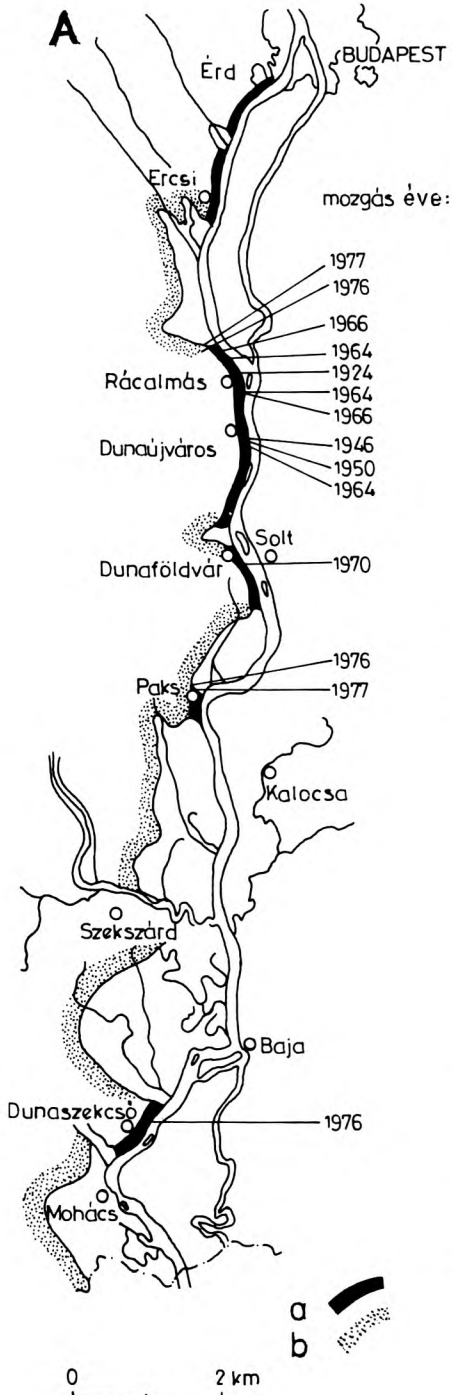
A célszerű és gazdaságos településfejlesztés, területrendezés feltételeinek megteremtéséhez elengedhetetlenül szükséges a felszínmozgásokos területek – ezen belül a veszély jellegének, lehetséges mértékének stb. – ismerete, számbavétele. Ezekről az igényektől indítva 1972-ben a Központi Földtani Hivatal megbízására és irányításával megkezdődött a magyarországi felszínmozgás-veszélyes területek földtani–műszaki vizsgálata, kataszterezése, több intézmény részvételével. A felszínmozgásokos területek egységes katasztere mintegy ezer mozgáshelyet tartalmaz. A mozgásokat az adatlapokon 1:25 000 méretarányú, megyei viszonylatban pedig 1:100 000 méretarányú térképeken ábrázolják egységes jelmagyarázattal (103. ábra). Ezzel a munkával párhuzamosan, ugyancsak megyei bontásban a felszínmozgásokos helyeket 1:2000 és 1:2880 méretarányú kataszteri helyszínrajzokon jelöltük (104. ábra).

A megyei összefoglalók 1:500 000-es térképeken, a magyarázó kötetek szokásos felépítése mellett, a mozgásokat az alábbi szempontok szerinti csoportosításban adják meg:

- a megye területének felosztása a mozgásveszély fokozatai szerint (aktív, vagy potenciálisan mozgásveszélyes, konszolidálódott, nem mozgásveszélyes);

*A felszínmozgások osztályozása:*

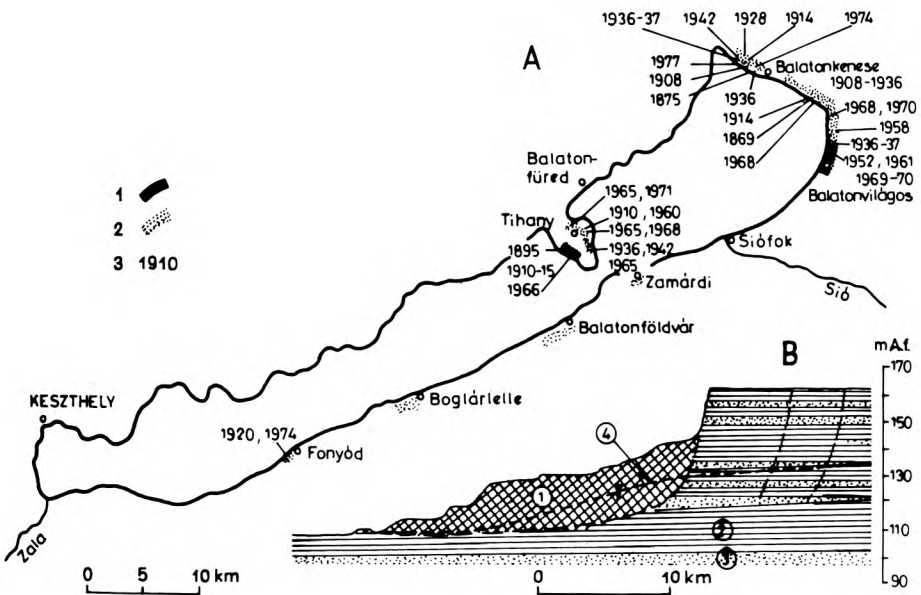
- földtani korok és képződmények szerint (105. ábra),
- az okozott kár jellege szerint (106. ábra),
- nagyság szerint (61. táblázat),
- a mozgást előidéző ok(ok) szerint (107. ábra),
- a beavatkozás hatékonysága szerint,
- a további vizsgálati javaslat szerint,
- a mozgástípusok kifejlődése szerint (aktív, nyílt, fedett, potenciális stb.),
- (megoszlása) a mozgás ideje szerint,
- a mozgás típusa szerint (62. táblázat).



**100. ábra.** A dunai magaspартok helyzete és nagyobb mozgásai

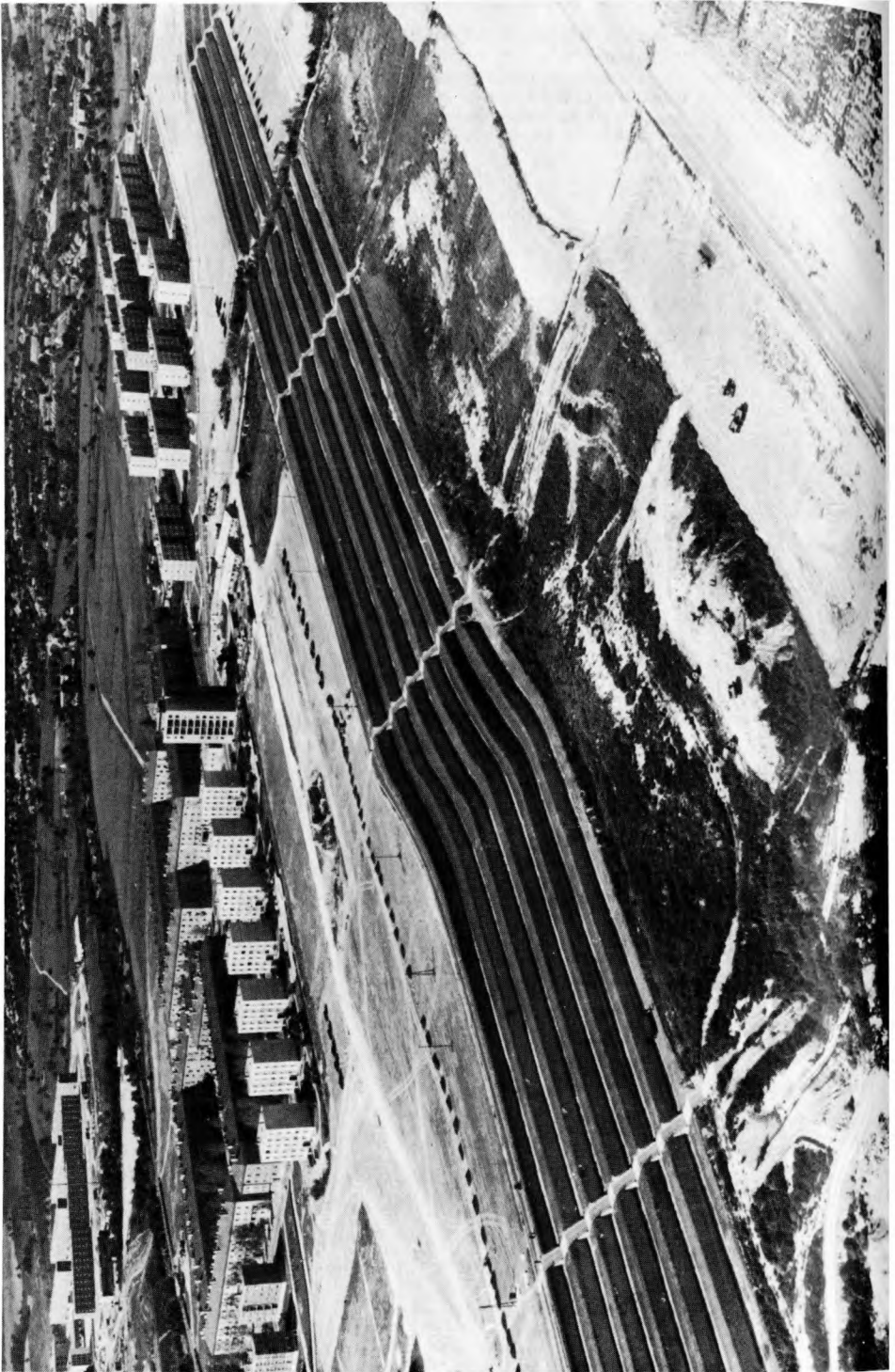
(KARÁCSONYI S. et al. 1972 után).

























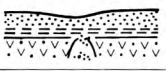

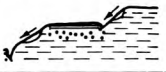



**A ábra:** a) magaspарт a Duna mellett, b) magaspарт távol a Dunától. **B ábra:** elötérrel és folyóvízi üledékekkel védett magaspарт (gyakorlatilag mozgásmentes). **C ábra:** elötérrel és csuszamlásos üledékekkel rendelkező magaspарт (instabil, mozgásveszélyes). **D ábra:** közvetlenül erodálódo magaspарт (a mozgásveszély jelentős). **B-D ábrák** jelkulcsa: 1. régi mozgások kevert anyaga, 2. holocén homokos kavics, 3. pleisztocén lösz, 4. felső-pannóniai agyag, iszap, 5. felső-pannóniai homok, 6. talajvízforrás (duzzasztott), 7. rétegfórrás, 8. talajvíz, 9. rétegvíz



**101. ábra.** A balatoni magaspартok helyzete és a nagyobb mozgások.

**A ábra:** 1. magaspарт a Balaton mellett, 2. magaspарт távolabb, 3. a mozgás éve. **B ábra:** elötérrel és csuszamlásos üledékekkel rendelkező magaspарт, 1. a mozgások kevert anyaga, 2. felső-pannóniai agyag, 3. felső-pannóniai homok, 4. rétegvíz



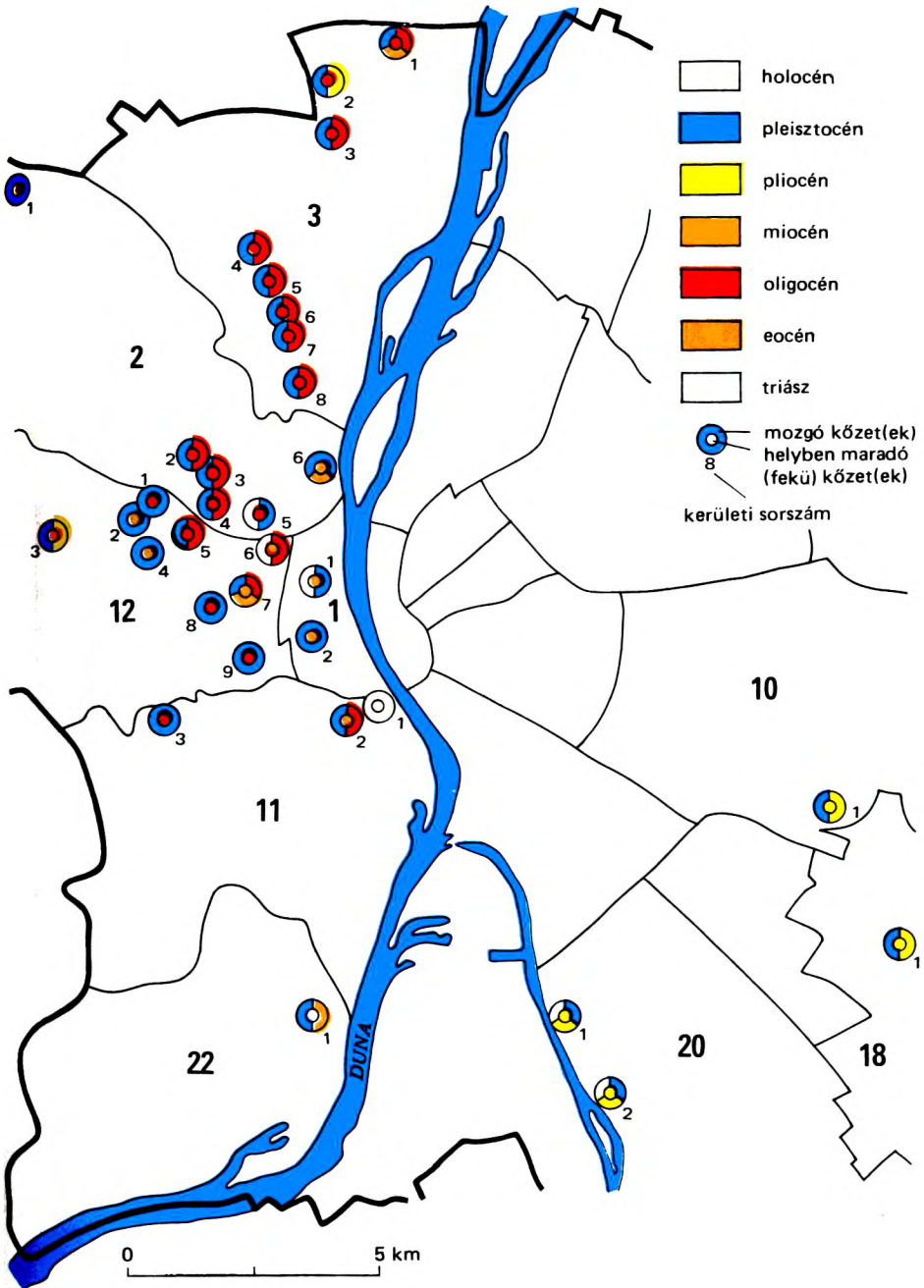
	mozgástípus	jelenség	térképi jel
o m l á s	kőzetomlás		
	föld-(lősz)omlás		
c s u s z a m l á s	rétegcsúszás sík-, összetett, lemezes		
	rogvás szeletes földcsúszás, rogvások suvadás		
	suvadás		
	kúszás földfolyásos csúszás		
f o l y á s	sárfolyás		
	kőfolyás		
	törmelékmozgás		
b e s z a k a d á s	karszt-beszakadás		
	lősz-rozkadás		
	mesterséges üreg beszakadása bányák, pincék		
e g y é b	süllyedés		
	rézsühámlás és kagylósodás		
	hányók folyása		

103. ábra. A magyarországi felszínmozgások főbb típusai

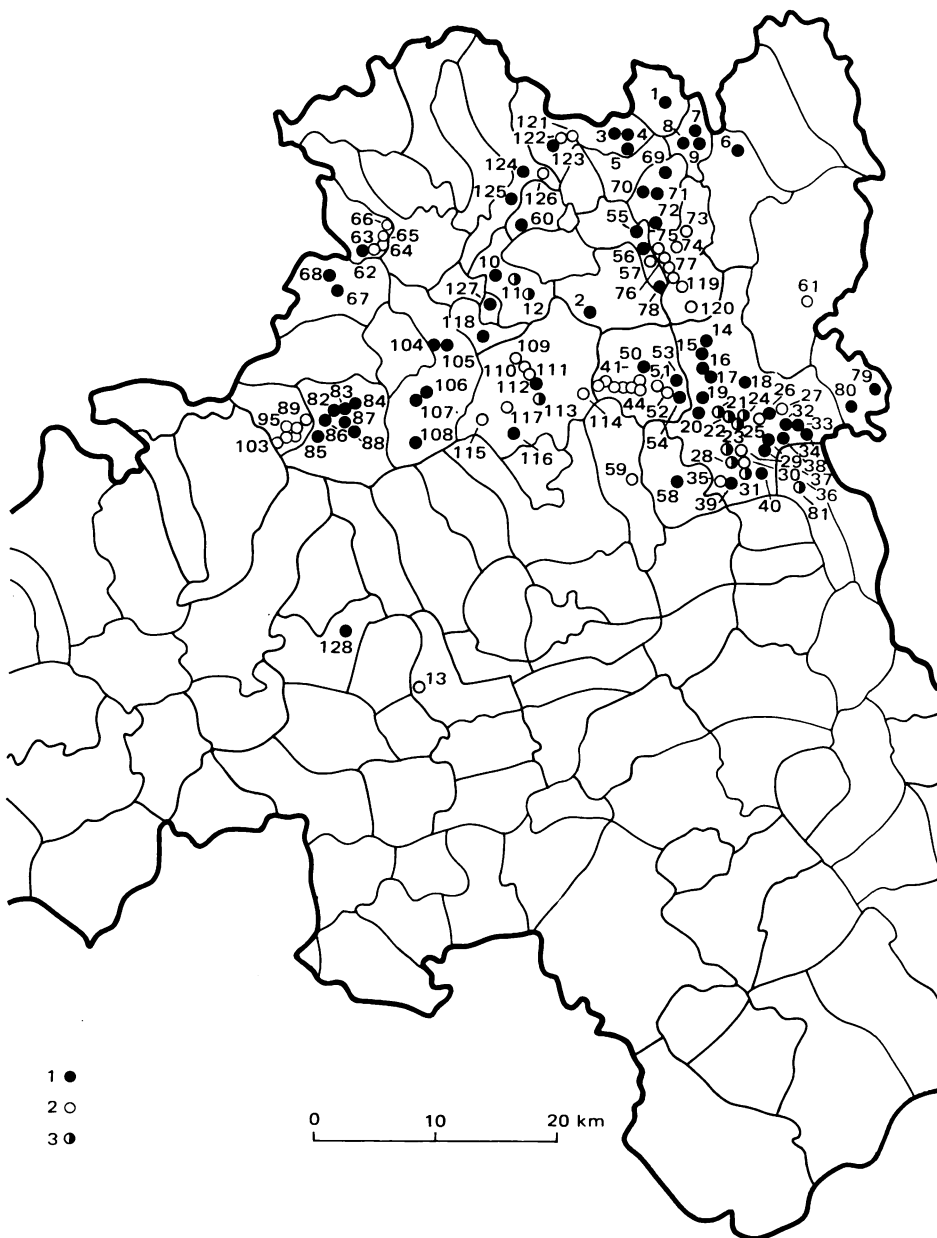
MEGYE		FELSZÍNMOZGÁSOS TERÜLETEK NYILVÁNTARTÓ LAPJA		SORSZÁM												
Veszprém				22												
TAJEGYSÉG	HELY	MOZGÁS IDEJE	MOZGÁS TÍPUS													
Balatonföldvár	TIHANY Kopaszhegy	1936,42,65	összetett csúszás													
HELYSZÍNRAJZ		FÖLDTANI VISZONYOK														
		<p>alapkőzet a felsőpannon kőzet liszt, homok és agyag, melyre vastag pleisztocén forrásvízi mészkő és hidrokvarcit törmelék, kőzetliszt, agyag, iszap és lösz települ</p>														
		VÍZFÖLDTANI VISZONYOK														
		<p>állandó felszíni víz nem jelentkezik, forrás, összefüggő talajvíz sem alakult ki, a pannon üledéksor 8-35 m mélységközben rétegvíz tárol, melynek nyugalmi színtje a Balaton felé esik.</p>														
		FELSZÍNHAJLÁS, NÖVÉNYZET, BEÉPÍTTESÉG														
		<p>változatos domborzatú terület, 20-50° meredekséggel, mesterséges megbontással, teraszokkal, részben üdülőépületekkel beépítve, növényzettel fedve</p>														
		VIZSGÁLATOK TERJEDELME ÉS EREDMÉNYEI:														
		<p>1966-ban az FTV 9 fúrással feltárást végzett, 1975-ben 3 újabb fúrást mélyített, megállapította a terület erőteljes átázását. Később több helyszíni megfigyelés történt.</p>														
MOZGÁS LEFOLYÁSA, IDŐTARTAMA SEBESSÉGE		1936: a Nagymama-lépcsőnél, 1942: a Léczfalvy háznál, 1965. VIII. 1-4: a Wilhelm Pátek üdülőnél komoly mozgás történt, 1966. V-ra szűnt meg														
MOZGÁS KITERJEDÉSE /1965/	FÜGGŐLEGESEN:	3 - 6 m	MOZGÁSBAN RÉSZTVEVŐ ANYAGOK FIZIKAI JELLEMZŐI:													
	HOSSZUSÁGA:	50 - 100 m														
	SZÉLESSÉGE:	40 - 90 m														
	MOZGÓ TÖMEG:	20.000 m <sup>3</sup>														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>w %</th> <th>Ic</th> <th>e</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pleiszt. agyag</td> <td>15-28</td> <td>0,9-1,2</td> <td>0,61-0,82</td> </tr> <tr> <td>felsőpann. agyag</td> <td>24-32</td> <td>1,0-1,4</td> <td>0,62-0,72</td> </tr> </tbody> </table>				w %	Ic	e	pleiszt. agyag	15-28	0,9-1,2	0,61-0,82	felsőpann. agyag	24-32	1,0-1,4	0,62-0,72
	w %	Ic	e													
pleiszt. agyag	15-28	0,9-1,2	0,61-0,82													
felsőpann. agyag	24-32	1,0-1,4	0,62-0,72													
		A MOZGÁS KÖZVETLEN OKAI:														
		időszakos erős átázás														
		VEDEKEZÉSI JAVASLAT: felszíni vízrendezés, szivárgó-bordarendszer építése, teljes esatornázás kiépítése														
ELMOZDULÁS MÉRTÉKE:	VÍZSZINTES:	1 - 5 m														
	FÜGGŐLEGES:	1 - 3 m														
OKOZOTT KÁR: üdülő-épületek komoly károsodása, szennyvízcsatorna, támfal törése																
MEGÉPÍTETT VEDEKEZÉSI MŰVEK: szikkasztást megszüntették, kisebb támfalakat építettek, terepet rendezték																
UTÁNVIZSGÁLAT IDEJE, EREDMÉNYE: 1980. V. a terület rendezett képet mutat, parkosított, támfalakkal ellátott, a járdán, támfalakon kisebb repedések figyelhetők meg, távolabb a magasparton leszakadások jelentkeznek																
VIZSGÁLATOT VÉGZŐ SZERV:		1959 FTV 1965 BME		IRODALMI HIVATKOZÁS: Láng G., Fodor T. né 1970 Tihany, Scheuer Gy.-Tóth I. né 1977. Mérnökgeol. Szemle FTV 66/845												
		Ált. Geod. Tsz. 1966, 1975 FTV														
		Ellenőrizte és véglegesítette:														
		1980. BME ÁFT														

104. ábra. Felszínmozgásos területek kataszterének nyilvántartó lapja





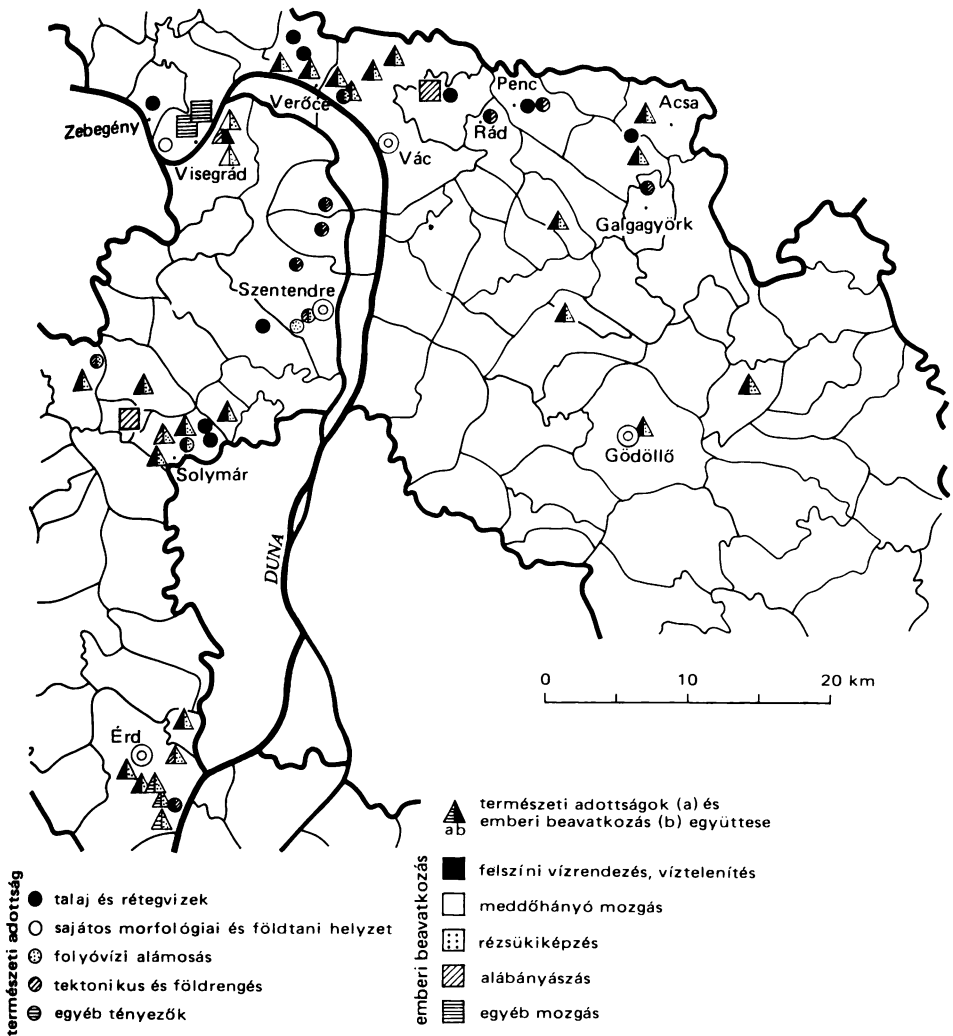
105. ábra. A budapesti felszínmozgások osztályozása a képződmények földtani kora szerint (a lezárás időpontja 1979)



106. ábra. A Heves megyei felszínmozgások osztályozása az okozott kár jellege szerint (a lezárás időpontja 1980)

1. terület, 2. vonalas létesítmény, 3. épület





107. ábra. A Pest megyei felszínmozgások osztályozása a mozgást előidéző ok (okok) szerint (a lezárás időpontja 1980)

A felszínmozgások nagyság szerinti osztályozása\*

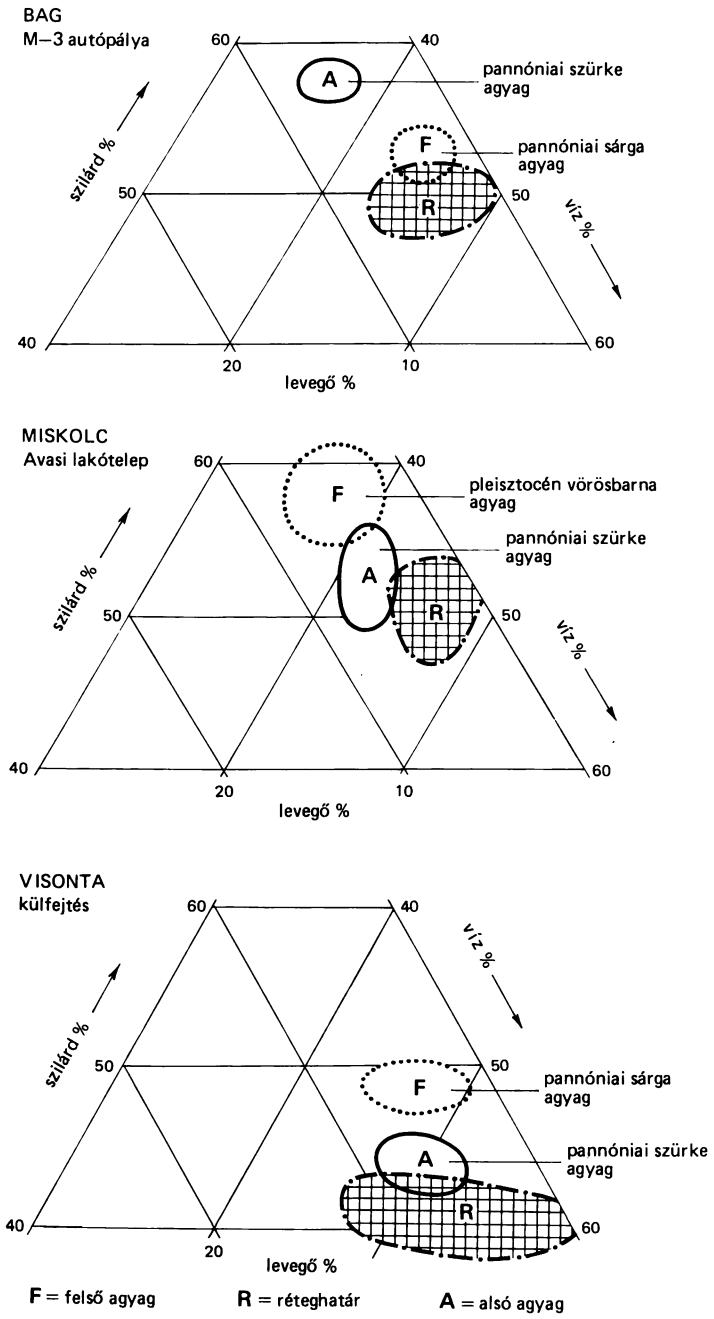
Sorszám	Kódszám	Mozgás helye	Jelentéktelen méretű <10 m <sup>2</sup>	Kisméretű 10–50 m <sup>2</sup>			Közepes méretű 50–250 m <sup>2</sup>			Nagyméretű >250 m <sup>2</sup>			Összes mozgás	
				mélysége m			mélysége m			mélysége m				
				<5	5–10	10–15	<5	5–10	10–20	<5	5–10	15–30		>30
1	02	Baranya megye	1	–	–	–	2	2	–	54	55	35	–	163
2	05	Borsod-Abaúj-Zemplén megye	2	–	–	–	14	1	1	121	26	16	–	184
3	07	Fejér megye	–	–	–	–	3	1	–	3	3	6	–	16
4	08	Győr-Sopron megye	–	–	–	–	–	3	–	18	6	–	3	30
5	10	Heves megye	2	–	–	–	40	8	–	56	4	–	–	128
6	11	Komárom megye	–	–	–	–	2	–	–	17	13	1	–	33
7	12	Nógrád megye	–	–	–	–	10	2	1	33	44	9	–	108
8	13	Pest megye	4	2	–	–	2	2	1	26	11	3	–	55
9	14	Somogy megye	–	2	–	–	1	–	–	5	17	8	–	34
10	17	Tolna megye	1	–	1	–	1	4	1	7	16	15	–	47
11	18	Vas megye	–	–	–	–	2	1	–	56	21	1	–	81
12	19	Veszprém megye	–	–	–	–	3	4	1	8	2	2	6	29
13	20	Zala megye	1	3	1	–	13	–	–	9	17	3	–	47
14	01	Budapest	–	2	1	–	6	1	–	17	6	–	–	33
		Összesen:	11	55	7	1	99	29	6	430	241	99	9	987

\* Nyilvántartás 1980-ban lezárva

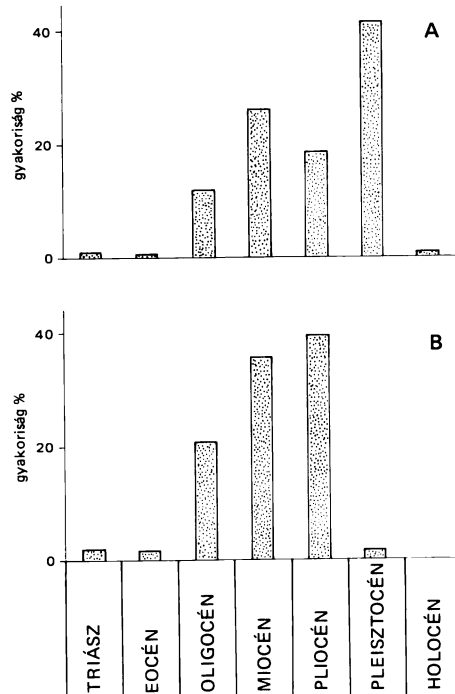
A felszínmozgásos területek osztályozása a mozgás típusa szerint\*

Sorszám	Kódszám	Felszínmozgás helye	Omlás (1)		Csuszamlás (2)				Folyás (3)			Egyéb (4)				Összes mozgás	
			Közetomlás	Földomlás	Rétegcuszas	Rogyás	Suvadás	Kuszas	Sárfolyás	Kőfolyás	Törmék-mozgás	Részühamlás, kagylosódás	Pince	Barlang	Föld alatti üreg felszakadás		Bánya
1	02	Baranya megye	5	12	44	18	49	35	-	-	-	-	-	-	-	-	163
2	05	Borsod-Abaúj-Zemplén megye	1	5	76	3	88	1	4	1	1	-	-	-	4	-	184
3	07	Fejér megye	-	-	2	2	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	16
4	08	Győr-Sopron megye	-	1	5	2	15	-	-	-	3	4	-	-	-	-	30
5	10	Heves megye	4	5	14	4	70	5	11	9	2	4	-	-	-	-	128
6	11	Komárom megye	2	5	17	-	2	-	-	1	1	3	-	-	1	1	33
7	12	Nógrád megye	1	-	31	23	45	-	3	1	1	-	-	-	1	3	107
8	13	Pest megye	4	7	9	16	9	1	-	2	1	1	3	-	2	-	55
9	14	Somogy megye	-	6	1	4	17	6	-	-	-	-	-	-	-	-	34
10	17	Tolna megye	-	6	6	4	19	11	-	-	-	-	-	-	1	-	47
11	18	Vas megye	-	4	9	25	21	21	-	-	1	-	-	-	-	-	81
12	19	Veszprém megye	1	3	6	10	4	2	-	-	2	1	-	-	-	-	29
13	20	Zala megye	-	13	4	4	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	47
14	01	Budapest	-	-	8	2	10	10	1	1	1	-	-	-	-	-	33
		Összesen	18	67	232	117	372	107	19	4	15	12	11	-	9	4	987

\* Nyilvántartás 1980-ban lezárva



108. ábra. Az agyagok fázisösszetétele a csúszólap környezetében (FARKAS J. 1982)

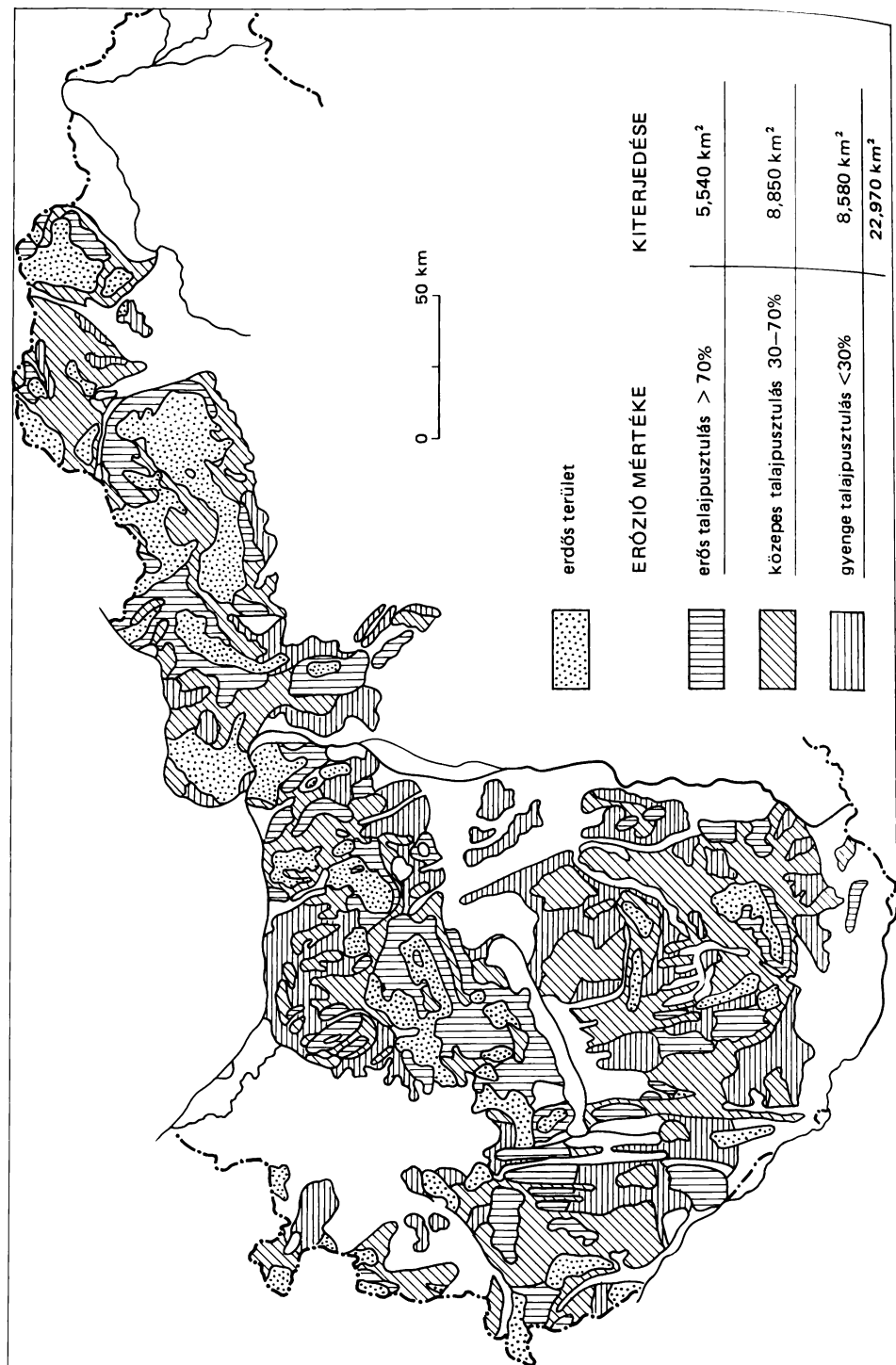


109. ábra. A csúszásos területek (428) képződményeinek kor szerinti eloszlása. **A:** csúszólap alatti, **B:** csúszólap feletti kőzet kora

A kőzetek, ill. kőzetösszetek felszíni mozgása összetett jelenség. Időbeli jelentkezése és lefolyása, megjelenési formája, mérete és kiterjedése nagyon változatos. A mozgásokat általában nem egyetlen ok idézi elő, de legnagyobb a víz szerepe (108. ábra). Ez lehet felszíni – alámosás, átáztatás – és felszín alatti hatás egyaránt. Mellette gyakori az eredeti egyensúlyi helyzet változása (a lejtő mesterséges megbontása, külfejtés, bánya, útbevágás stb.) által előidézett mozgás is. A lejtőmozgás megelőzése, a mozgásveszély megszüntetése szempontjából egyaránt fontos a beavatkozás területének részletes vizsgálata. Felszínmozgás szilárd és laza kőzetekben egyaránt kialakulhat, geomorfológiai és geológiai adottságokból következik, hogy hazánkban az utóbbiakban sokkal gyakoribb (109. ábra).

#### FELSZÍNLEPUSZTULÁS

A felszín lepusztításában a víz és a szél egyaránt részt vesz. Az erózió és a defláció a már kialakult talajrétegeket elhordja, talajpusztulás következik be. Hazánkban az eróziós talajpusztulás a nagyobb mértékű, a megművelt földterület több mint 40%-át érinti (110. ábra). A lejtőviszonyoktól, a talaj fizikai tulajdonságaitól és az emberi tevékenységtől függően a felület, a barázdás és a



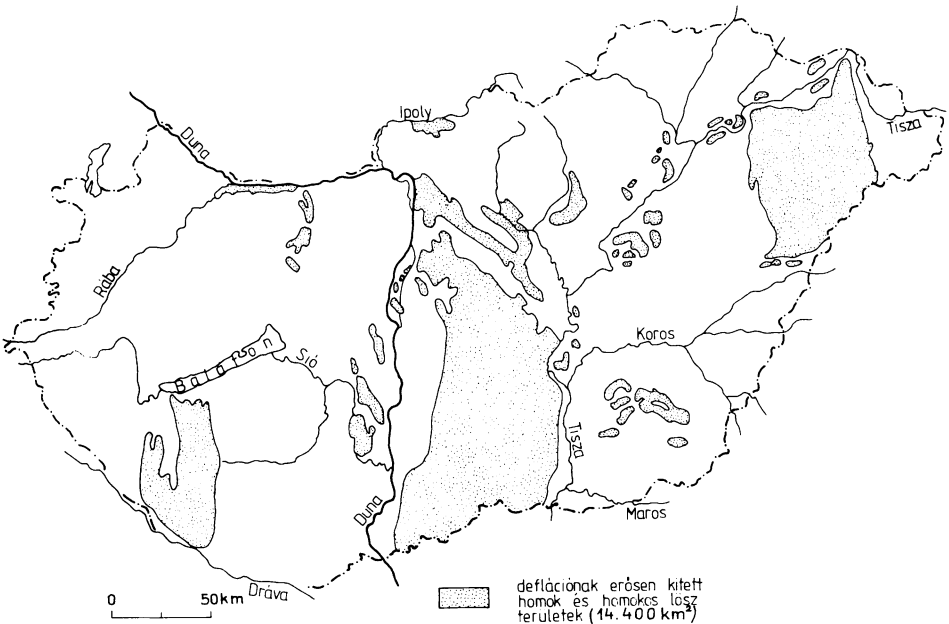
110. ábra. Az eróziós talajpusztulás fő területei (STEFANOVITS P. 1977)

vízmosásos eróziós formák egymáshoz viszonyított aránya más és más. Löss-területeken általános törvényszerűség, hogy a talajpusztulás folyamatának erősségétől függően először a felületi rétegerózió, majd ehhez társulva a barázdás erózió, végül a legerősebb talajpusztulás esetében a vízmosásos erózió formái lépnek fel. Lössvályogon már gyenge, vagy közepes erózió esetén is viszonylag gyorsan kialakul a barázdás eróziós forma. A legelőkön már közepes erózió esetén is a formák között megjelenik a vízmosás. Nyirokon és agyagon képződött talajokon már gyenge talajpusztulás is barázdás formát ölt, a közepes és erős erózió pedig igen sok vízmosás kialakulását okozza. A vízmosások meredek falain gyakran következik be suvadás, rogyás vagy a falak beomlása.

Az eróziós talajpusztulás elleni védekezésnek számos hatékony módszere ismert: sáncolás, teraszolás, övárok létesítése, művelési ág változtatás, táblásítás, talajvédő fasorok, erdősávok telepítése stb.

Folyóvizeink mederalakító tevékenysége, oldalazó eróziója is tetemes károsodást idézhet elő. Főleg a laza kőzetekből felépülő partfalak – pl. a Duna jobb partjának tolnai szakasza – pusztulása lehet erőteljes, ahol nagy kiterjedésű felszínmozgások előidézőjeként is szerephez juthat.

Az erózió okozta károsodásnak csak egy része érinti a mezőgazdaságot, más részük a településekre, ipari létesítményekre, közlekedésre van káros hatással. Az eróziós folyamatok a vasúti és közúti töltések kimosásával, máshol eliszapolódással okoznak károsodást. A közművek (csatornák) gyakori karbantartási és iszapptalanítási munkái – mivel az erózió folytán mintegy évi 1 millió köbméter iszap jut a csatornába – sok millió forint költségkihatásúak. A felszíni víztározók feliszapolódása szintén az eróziós hordalék lerakódásából származik.



111. ábra. A deflációnak erősen kitétt területek (STEFANOVITS P. 1981)

A szél által okozott talajpusztulásnak, a deflációnak erősen kitett homokterületeken kifúvások, szélfodrok, szélbarázdák, homokbuckák, dűnék keletkeznek (111. ábra). A homokbuckák keletkezési területein helyenként 10–20 m szintkülönbség is kialakul, ami változatossá teszi sík területeink felszínét. A deflációs formák képződése sokszor a jelenkorra áthúzódó folyamat, de erőssége a geológiai közelmúltban fokozott volt. A defláció ellen növényvédősávok, mezővédő erdősávok, fasorok, ligetek telepítésével és agrotechnikai módszerekkel lehet védekezni, de megakadályozásában segít az esőztető öntözés, a növényborítottság és a helyes növényváltás is.

Sokszor az erózió és a defláció jelensége egyazon területen, egymás mellett jelenik meg. Különösen a Dunántúli-középhegység északi előterében gyakori jelenség, de ismeretes a Pilis, Bakony vagy a Mecsek területén is, ahol a löszön képződött talajokat vékonyítják el együttes erővel.

A Balaton esetében az erős déli irányú hullámverés – az „elhabolás” – jelentett a múltban partállékonysági problémát évi 1,5–1,8 m-es előrehaladással. Ez a folyamat a partvédő művek kiépítésével fokozatosan megszűnt, de ugyanakkor a tó természetes öntisztulása is lefékeződött.

#### AZ EMBERI TEVÉKENYSÉGGEL KIVÁLTOTT MÁSODLAGOS FOLYAMATOK

A természeti folyamatok mellett a gazdasági–műszaki behatásokkal az emberi tevékenység is egyre nagyobb mértékben válik földfelszín alakító tényezővé.

A közvetlen emberi, antropogén tevékenységgel végbevitt domborzatformálás, a felszín feltagolása (árkok, útbevágások, bányagödrök), a felszín egyengetése (települések és útvonalak planációja), az anyagfelhalmozás (bányahányók, töltések, kultúrrétegek) egyre nagyobb területen válnak jellemzővé (63., 64., 65. táblázat).

63. táblázat

**Az építőipari földmunka méretei 1970 – 1980 között\***

Év	Elvégzett földmunka	
	m <sup>3</sup>	gépesítés %
1970	42 259 000	70,3
1975	56 603 000	87,2
1976	57 124 000	88,7
1977	60 256 000	89,9
1978	65 706 000	92,0
1979	63 969 000	93,1
1980	53 335 000	92,8

\* A Központi Statisztikai Hivatal adatai



**Köszénbányák meddőhányóinak mennyisége\***

Vállalat	Hányókészlet összes mennyisége tonna	Jelenlegi évi növekedés tonna/év
Borsodi	23 259 000	1 199 000
Középdunántúli	14 041 000	530 000
Mátraaljai	50 000 000	
Mecseki	16 700 000	1 216 000
Nógrádi	2 060 000	74 000
Oroszlányi	4 621 000	126 000
Tatabányai	2 700 000	480 000
Várpalotai	990 000	48 000
Összesen	114 371 000	3 673 000

\* FARKAS B. – FEIGLY B. (1979) adatai

**A meddőhányók mennyisége Borsod megyében\***

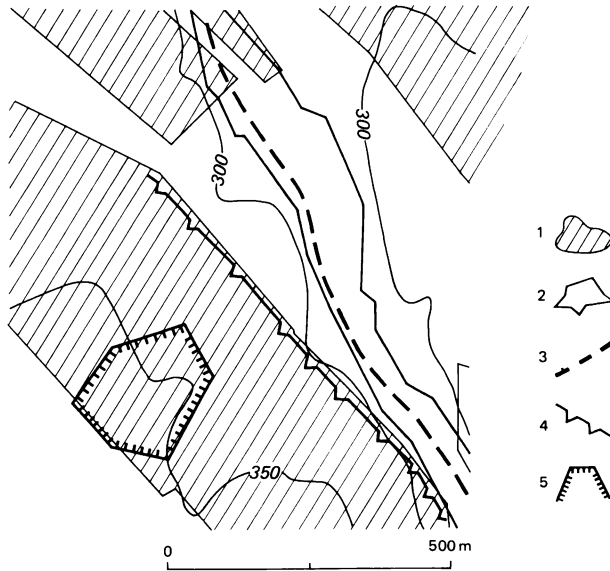
Bányatípus	Hányókészlet m <sup>3</sup>
agyagbányák	2 680 000
kavics és homok	2 742 000
mészkö és dolomit	977 000
magmás kőzetek és tufái	3 345 000
nemesagyag	326 000
vasérc	53 000 000
anhidrit	50 000
ipari üzemek salakhányói	25 200 000
összesen	88 320 000

\* EGERER F. – NEMESÁNSZKY K. (1980) adatai

E tevékenység nem csupán felszínváltozást jelent, mely önmagában is jelentős lehet, hanem egyes természeti folyamatok másodlagos felgyorsítását, amelynek következtében olyan jelenségek is létrejönnek, melyek egyébként nem játszódtak volna le. A lejtőegyensúly megbontásával az egyre nagyobb méreteket öltő külszíni bányászat és az autópályaépítés jár az élen, amelyekhez több száz felszínmozgási eset kapcsolódik.

A mélyművelésű bányák felhagyott vágatainak esetenkénti beszakadása a vágat kiterjedésétől, mélységétől, a kőzetminőségtől függően felszínmozgást idézhet elő. Ezek általában felszín-süllyedésben, depressziós térszínalakulatok

formájában jelentkeznek, de egyéb felszínmozgási formák is követhetik. Így pl. a dorogi területen 1–1,5 m, Tatabányán 2,2 m süllyedés, Pilisvörösváron, Ajkán, Pécsszabolcsan 3–5 m süllyedés felszínszakadásba ment át (112. ábra).

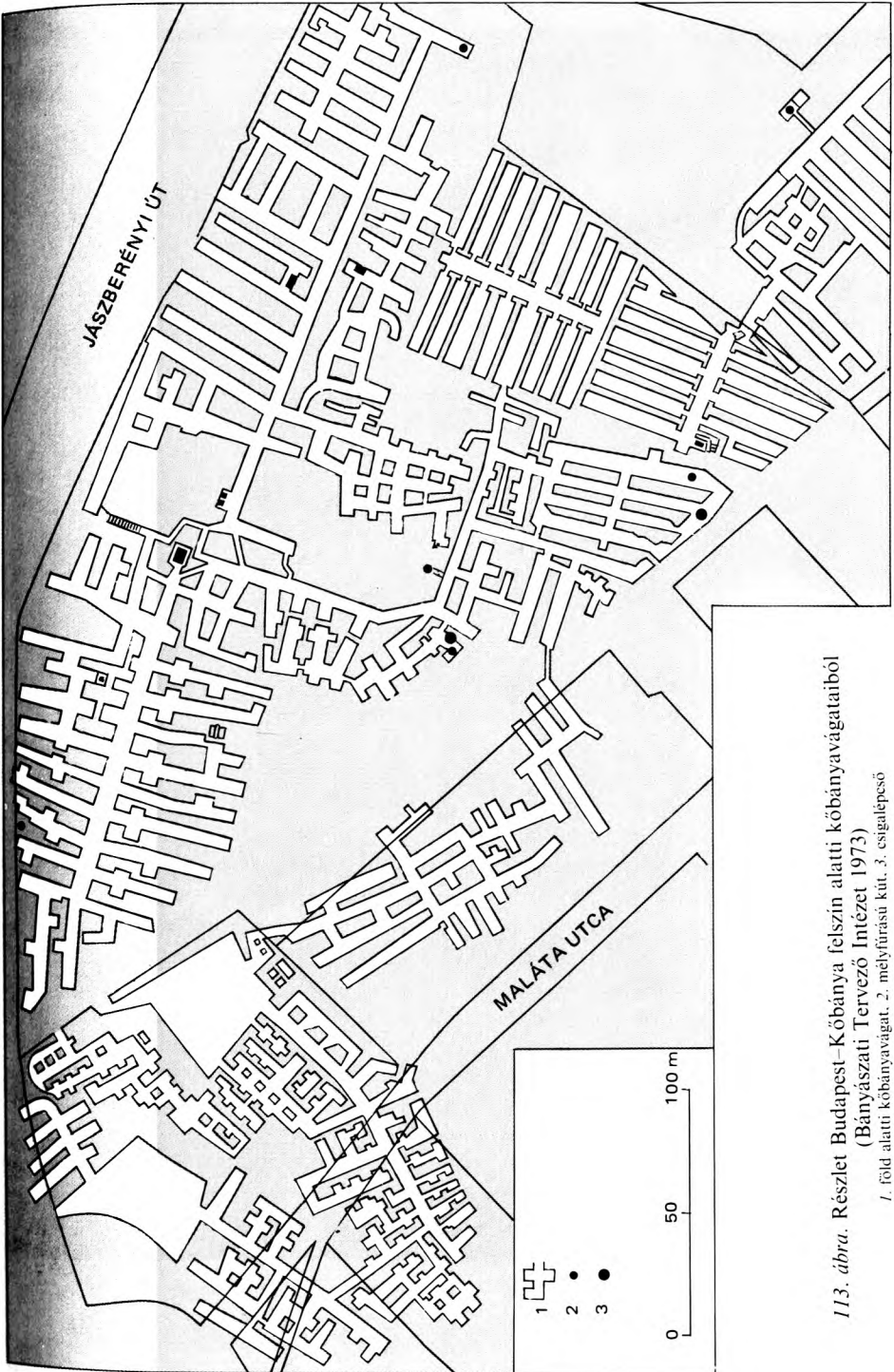


112. ábra. Részlet Ajka alábányászott területéből (Középdunántúli Szénbánya Vállalat, 1971)  
1. aláfejtett terület, 2. lakott terület, 3. vasút, 4. kőzetmozgás okozta külszíni repedés, 5. kőzetmozgás okozta külszíni szakadás

Külön figyelmet érdemelnek a főváros területén – Kőbánya, Budafok – a felszín alatti kőbányavágatok, melyek a nagy porozitású durva mészkőbe hatolnak és a hagyományos bányavágatoknál jóval kisebb (15–30 m) mélységben helyezkednek el, így a külszíni statikus és dinamikus hatásokra is sokkal érzékenyebbek (113. ábra).

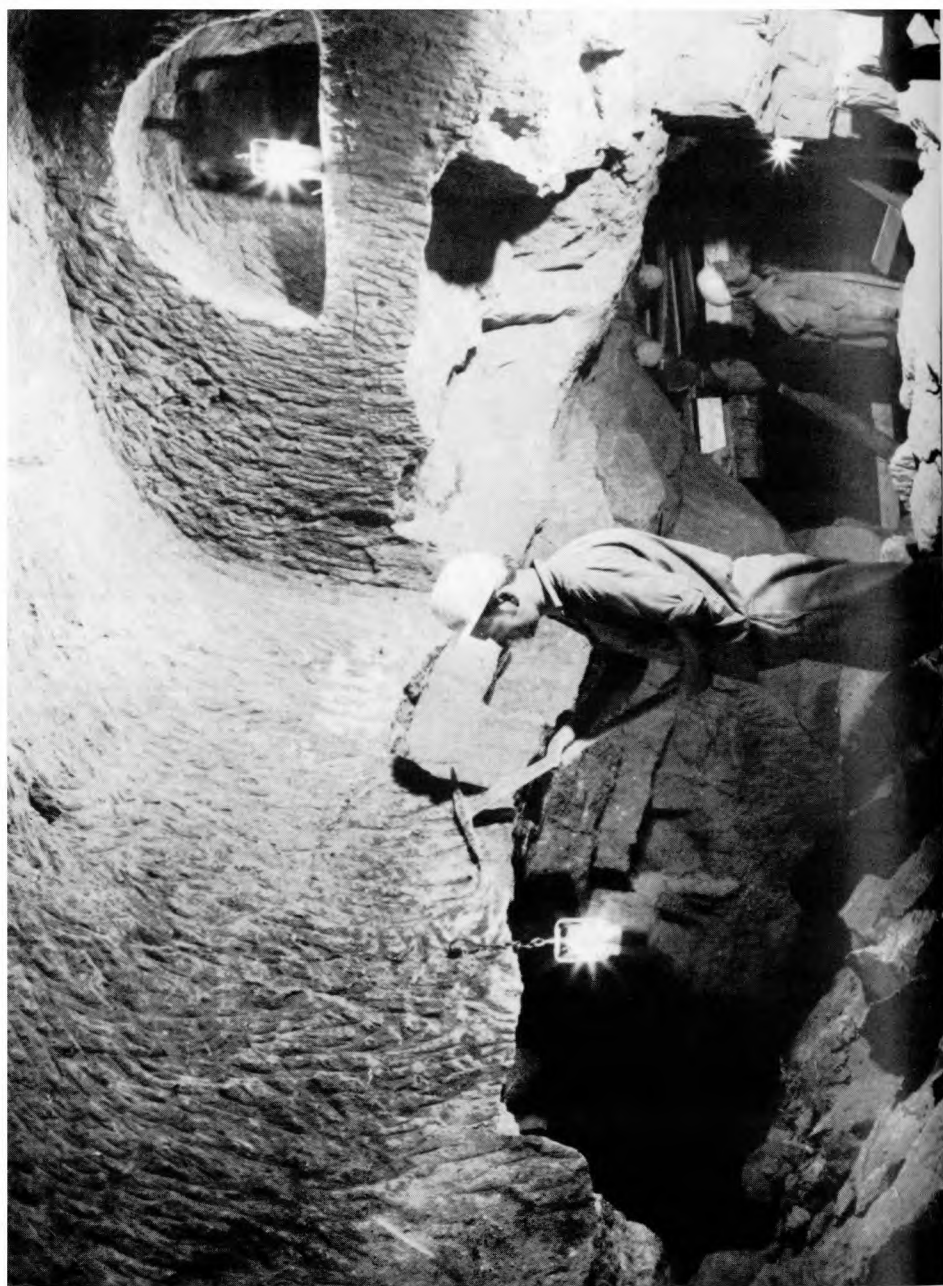
A bányavágatoknál is nagyobb problémát jelent egyes városaink történelmi városmagja alatt húzódó több évszázados pincerendszer. Ezek esetében a veszély, a felszínre gyakorolt hatás mértéke azért is nagyobb, mert mélységük 1–2 m-től akár 10–15 m-ig terjedhet, másrészt egymáshoz viszonyított helyzetük következtében – mivel nem tervszerűen, hanem kistulajdonosi alapon készültek és így hatástávolságon belül helyezkednek el (114., 115. ábra).

Külön kell szólni a modern technológiával, tervszerű kivitelezés mellett a fővárosban napjainkban folyó metróépítésről, mert vonalát felszínhez közel és sűrűn beépített területek alatt vezetik. A metróépítés okozta felszínsüllyedés a Ny–K-i vonalon az alagútszakaszok felett 18–45 mm, az állomások nagyobb ürszelvénye felett ennek közel háromszorosa, 50–102 mm. A felszínhez közelebb, kedvezőtlenebb földtani környezetben vezetett É–D-i metróvonalon ennél jóval nagyobb süllyedés következett be, mely a belvárosban számos épületkárosodást is okozott (116. ábra).



113. ábra. Részlet Budapest–Köbánya felszín alatti kőbányavágataiból  
 (Bányászati Tervező Intézet 1973)

1. föld alatti kőbányavágat, 2. mélyfúrási kút, 3. csigalepéső

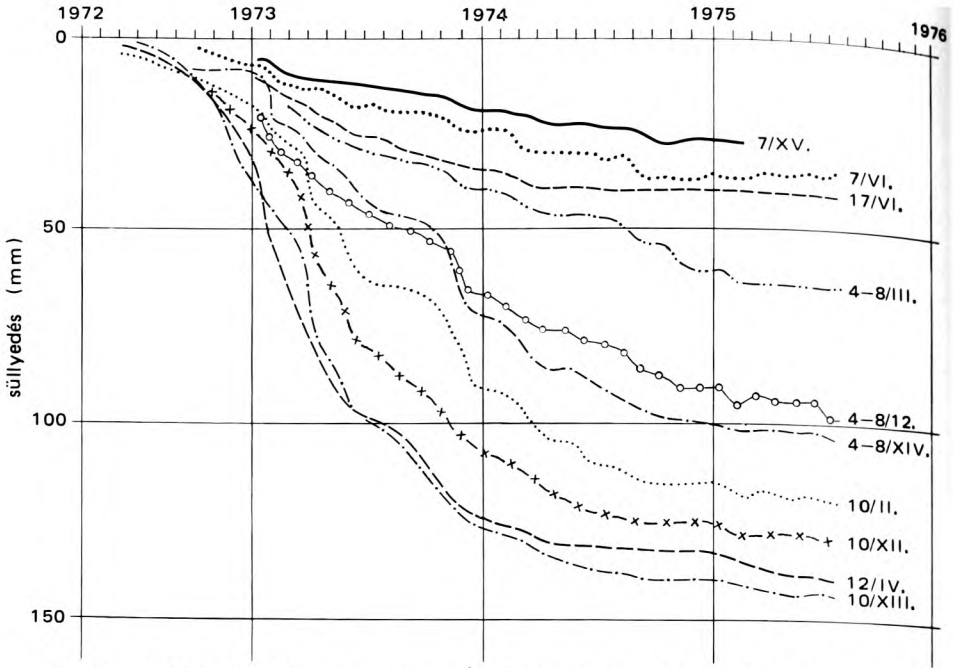


114. ábra. Egy másikba szakadó pinceágak az Eger–Felnémet-i Templomdombon (1975) (MTI fotó)

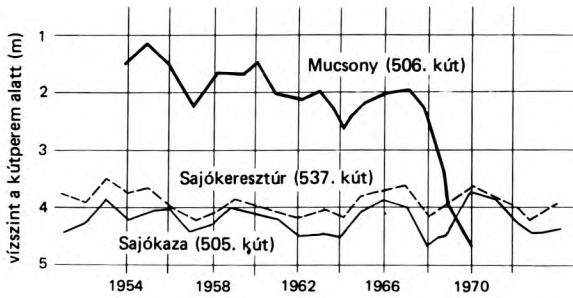


115. ábra. Pincék Pécs belvárosa alatt (Pécsi Tervező Vállalat, 1973)

1. épület, 2. kerékpár (szúterén) 0,3 m mélységben, 3. mélypince 3-7 m mélységben, 4. mélypince 7 m alatt

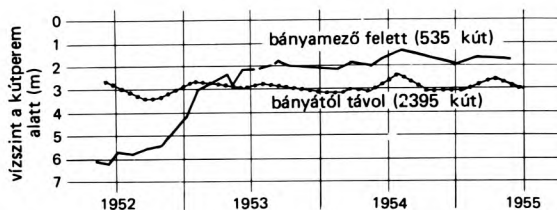


116. ábra. A Felszabadulás téri metróállomás építésénél mért süllyedések (RÓZSA L. 1978)

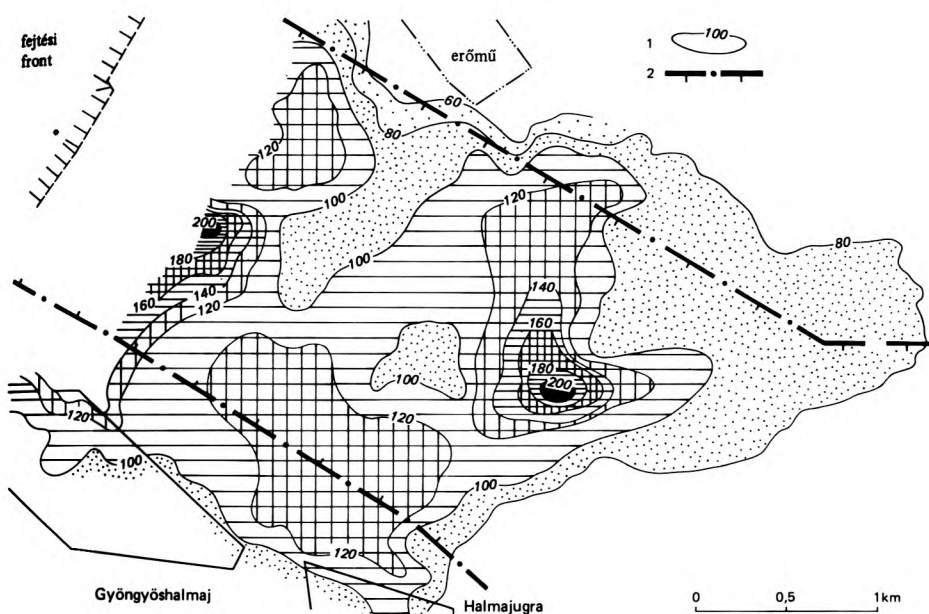


117. ábra. Talajvízszintsüllyedés bányaművelés hatására Mucsonyban (RÉTHÁTI L. 1977)

A bányászat a ma már hatalmas méreteket elérő vízeleléssel nagy területek hidrológiai egyensúlyát is megbontja. A felszínközeli talajvíz helyzetére is kihatással lehet. Hatására történt vízszintsüllyedésre, illetve a bányaművelés felhagyását követő emelkedésre egyaránt találunk hazai példát (117., 118. ábra). A laza porózus kőzetek rugalmas térfogatváltozása és a konszolidáció hatására kipréselődő vízmennyiségnek megfelelően a megcsapolt víztározórétegek tömörödnek, mely a felszín süllyedésében nyilvánul meg. Így pl. a visontai külfejtés



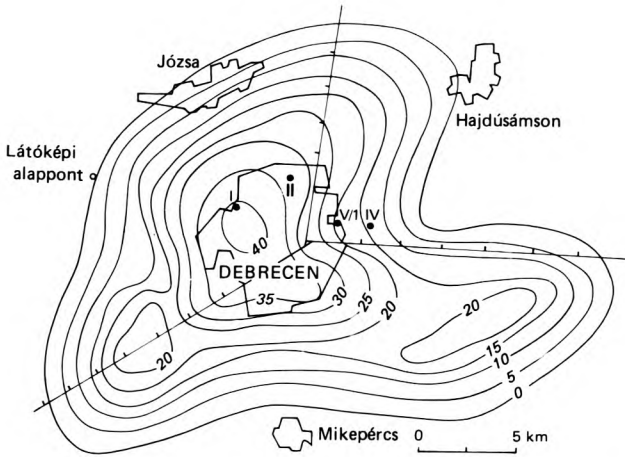
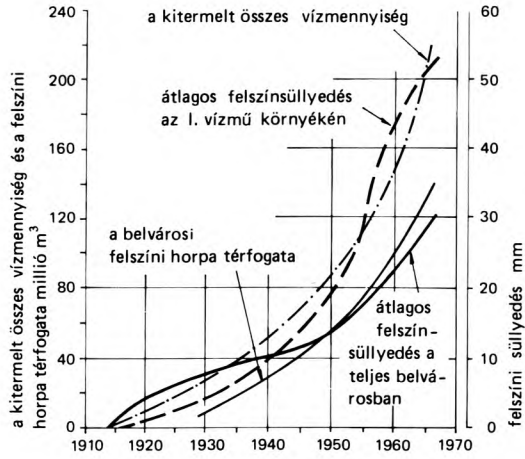
118. ábra. Bányaművelés felhagyását követő talajvízszint-emelkedés Salgótarjánban (NAGY Z. 1956)



119. ábra. A visontai külfejtés környezetében mért felszínsüllyedés (1967. III.–1968. X.) (KESERÜ Zs. 1970).

1. felszíni süllyedés mm-ben, 2. víztelenítés vízszintsüllyesztés határa

térségében másfél év alatt a vízszintsüllyesztés 10–15 m semleges feszültségcsökkenést, 200 mm-t elérő felszínsüllyedést eredményezett, mely számos épület károsodásához vezetett (119. ábra). Hosszú időn át folytatott vízkivétel még 100–200 m mélységben fekvő rétegvíz megcsapolása esetén is jelentős felszínsüllyedést idézhet elő. Jellemző példája Debrecen, ahol a négy évtizedes víztermelés regionális felszínsüllyedést hozott létre (120. ábra).



120. ábra. A debreceni Vízművek rétegviztermelésének hatására bekövetkezett felszín-süllyedés (1927–1966) (BENEFY L.–ORLÓCZY I. 1968)



## ÉPÍTŐ- ÉS ÉPÍTŐANYAGIPARI ÁSVÁNYI NYERSANYAGOK ÁTTEKINTÉSE

A korszerű település- és területfejlesztés elveinek gyakorlati megvalósítása szempontjából lényeges tényező a helyi építő- és építőanyagipari ásványi nyersanyag-lelőhelyek ismerete. A növekvő építési tevékenység fokozott minőségi és mennyiségi igényt támaszt az építőanyag-ellátással, s magukkal az építőanyagokkal szemben is. Jelenleg az évi 70 millió tonnát meghaladó ásványi nyersanyag termeléssel az építő- és építőanyagipar az ország legjelentősebb bányászati ága (66. táblázat). Az építőanyagok bányászatának – mivel kizárólag külszíni műveléssel dolgoznak – általános velejárója a nagymértékű környezetkárosító hatás, ezért egyre gyakrabban kerül összeütközésbe a természet és környezet, a termőföld, a vízvédelem érdekeivel (121. ábra). Egy-egy térség ezért ebből a szempontból komplex elemzést kíván, de az ásványi nyersanyagvagyonnal való körültekintő gazdálkodás is fokozottan válik időszerűvé (122. ábra).

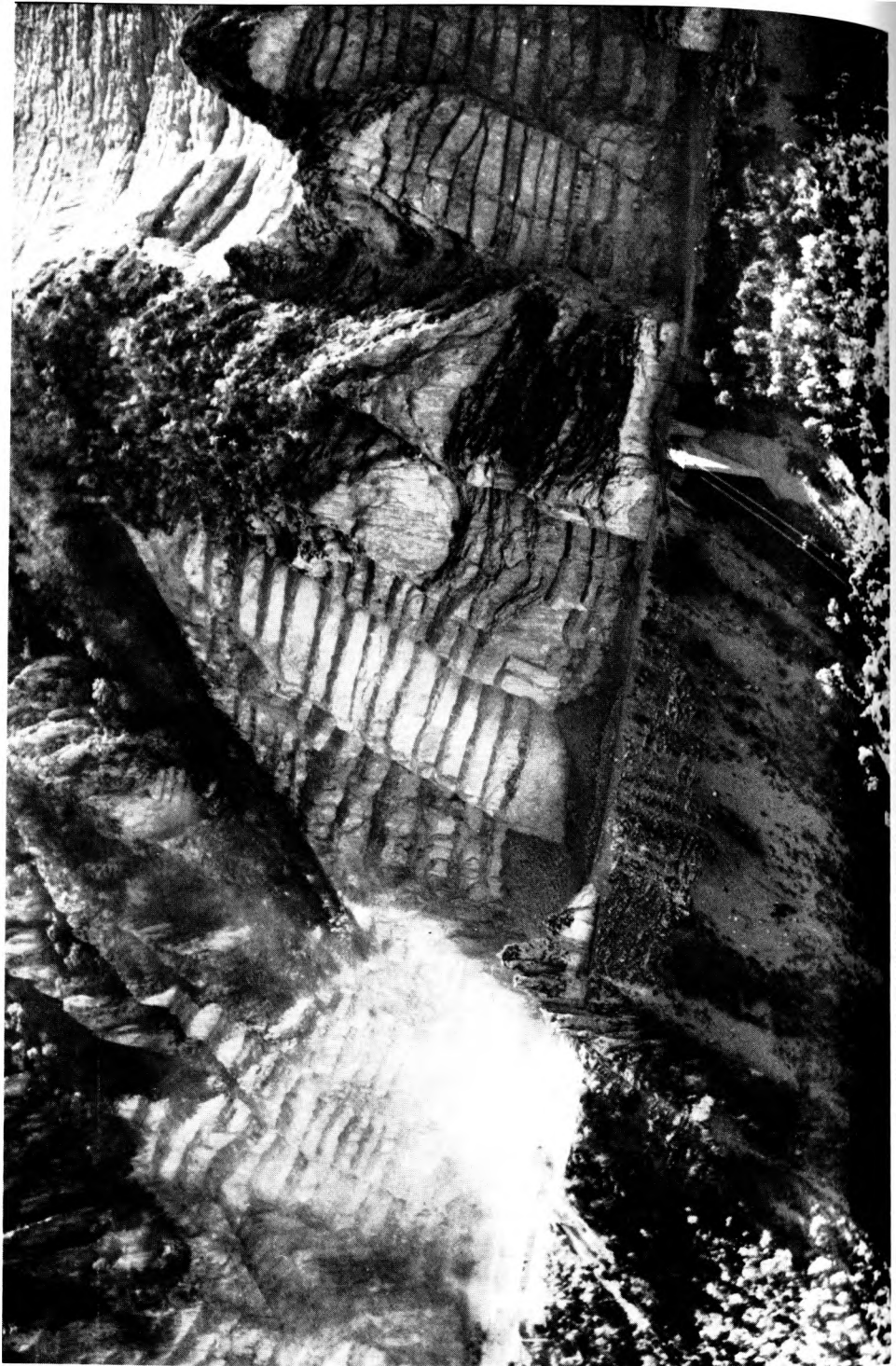
Az építőkövek bányászata, a földtani felépítésből eredően, a hegységekre korlátozódik. Minőségi aránytalanságok vannak a karbonátos és magmás kőzetek elterjedésében (123. ábra). A hazai ismert építőköv-vagyon és -termelés fedezi a szükségletet, korlátozottak azonban készleteink a tömbkő fejtésre alkalmas és díszítőköként is felhasználható gránitokból és márványból. Az utóbbi időben fokozott érdeklődés nyilvánul meg a karbonátos kőzetek iránt, részben széles körű felhasználási lehetőségük miatt, részben mert helyettesíthetik a magmás kőzeteket.

66. táblázat

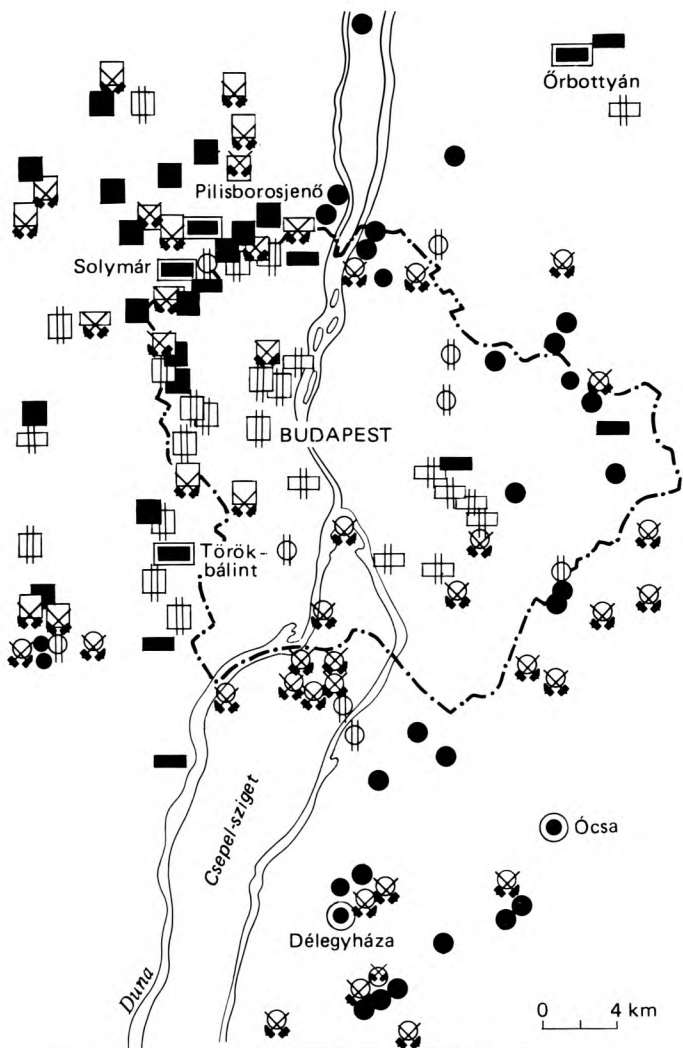
**Építőanyagipari ásványi nyersanyagtermelés az V. ötéves tervben\***

Iparág	Millió t					
	1976	1977	1978	1979	1980	összesen
cementipar	8,9	9,7	10,0	9,2	9,5	47,3
kőipar	12,1	12,7	13,2	13,8	12,4	64,2
kavicsipar	45,0	45,1	49,8	49,3	41,9	230,6
tégla-cserépipar	10,7	9,8	9,5	8,6	9,6	48,2
összesen	76,7	77,3	82,5	80,9	72,9	390,3

\* MÉSZÁROS M. (1981) adatai alapján

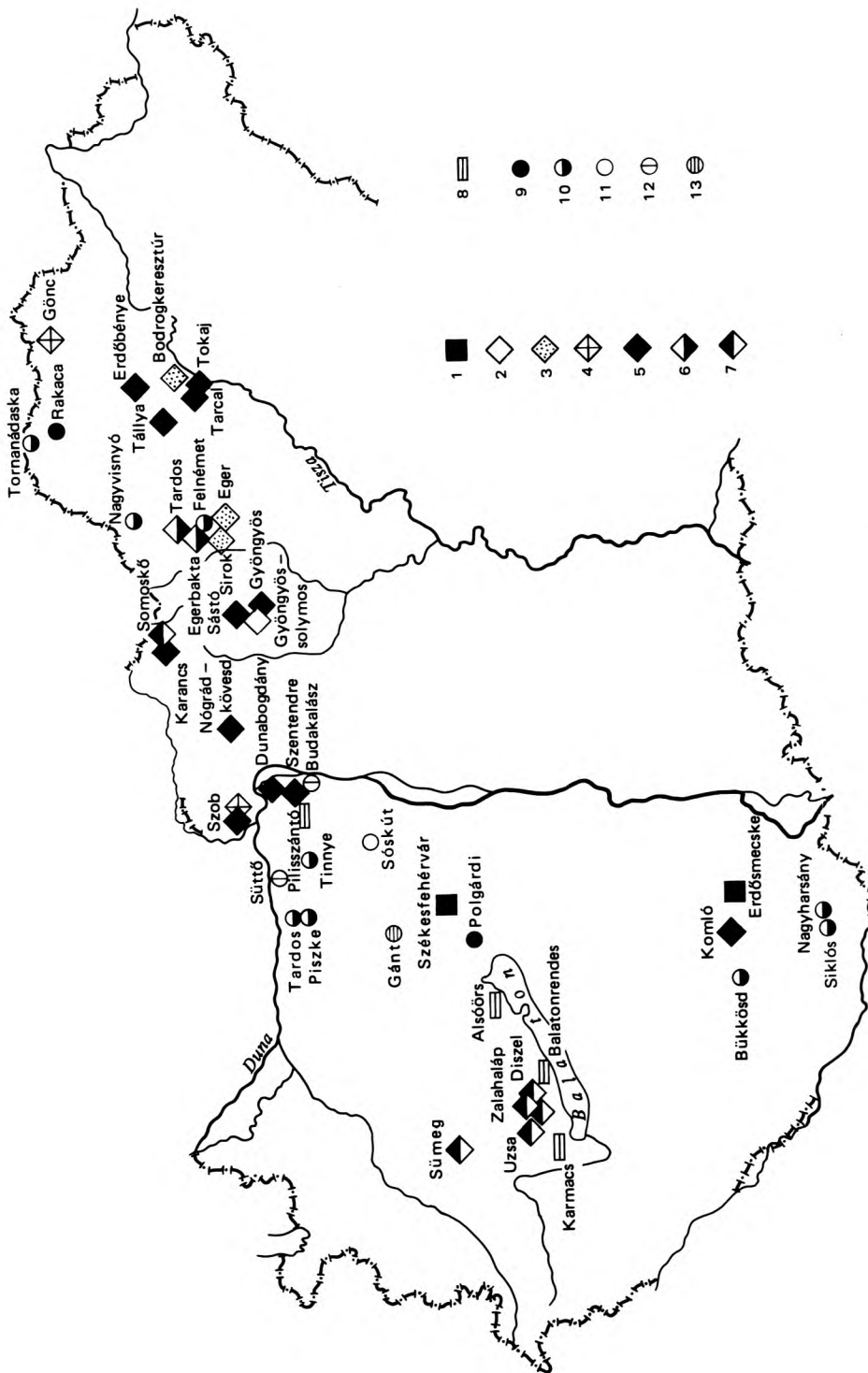


121. ábra. A bélapátfalvi Cementgyár belkői mészkőbányájának tájromboló hatása (MTI fotó)



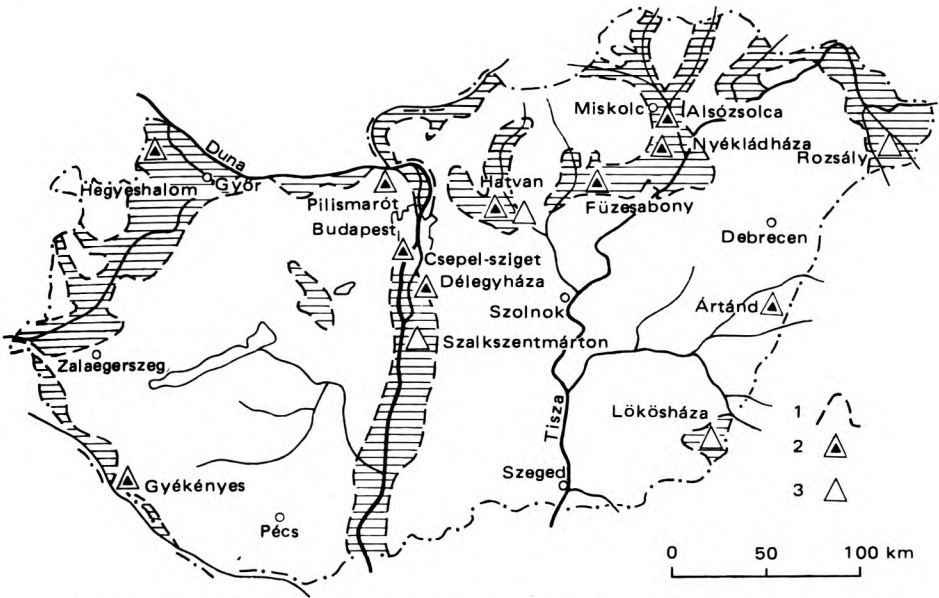
Jelen- több	Korszerű, új	Felhá- gyott	Rekultivált, feltöltés alatti	ásványi nyersanyag
bányaüzem		bánya		
■		☒	☒	építőkő, díszítőkö
●	⊙	☒	⊕	kavics, homok
▬	▬	☒	☒	durvakerámiai agyag

122. ábra. Az építőanyagbányászat térbeli eloszlása a fővárosban és környékén (BADINSZKY P. 1979 után, módosítva)



123. ábra. Az építőkőbányászat fő területei  
 1. gránit, 2. riolit, 3. riolittufa, 4. dácit, 5. andezit, 6. diabáz, 7. bazalt, 8. homokkő, 9. kristályos mészkő, 10. tömött mészkő,  
 11. durva mészkő, 12. édesvízi mészkő, 13. dolomit

A cement- és mészipar a mintegy évi 4,6 millió tonna cementtermeléshez kb. 6 millió tonna mészkövet, 1,4 millió tonna márgát, agyagot és 100 kt homokot használ fel. A mészipar kb. 600 kt évi termeléséhez 1 millió tonna nyersanyag szükséges. A nyersanyagkutatás egyrészt a meglévő gyárak ásványvagyonának növelését célozza, másrészt a dunántúli tervezett új cementgyár telepítéséhez nyersanyagok felkutatására irányult Látatlan, Vértestolna és Csabrendek környezetében. A mészgártási mészkővagyon elsősorban Nagyharsány térségére korlátozódik.



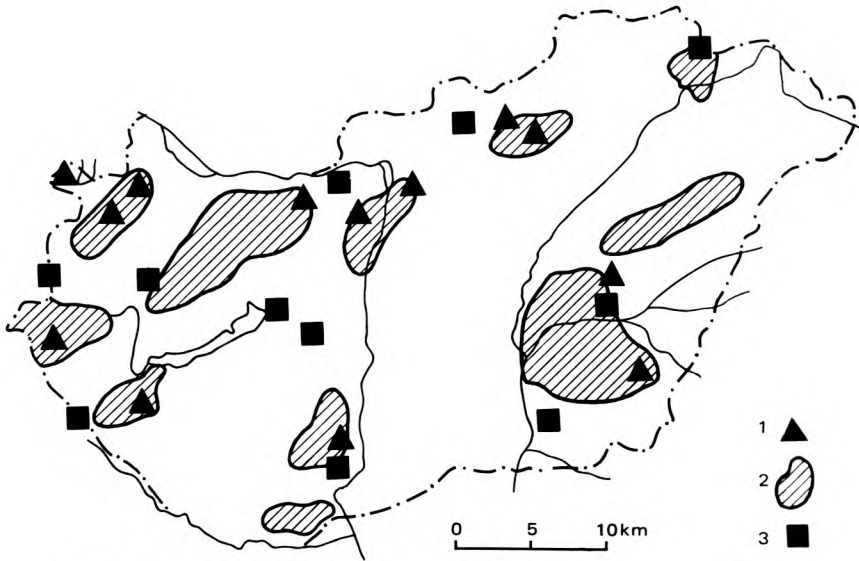
124. ábra. Az építőanyagipari hasznosításra figyelembe vehető kavicselfordulások  
1. kavicselfordulás területe, 2. építőanyagipari kavicsbánya, 3. tervezett új bánya

A kavics, homokos kavics, betonadalékanyag lelőhelyek az ország területén egyenletesebb eloszlásúak, mint az építőköbányák. Nagyobb hiány jelenleg a Tiszántúlon van (124. ábra). Jelentős előrelépést jelentett a rozsályi, kapuvári, kiskunlacházi kavicsmezők feltárása, valamint a pilismaróti öblözet kavicstermelésének beindítása, mivel Budapest környezetében az utóbbi években az ellátottság nem volt kielégítő. A kavicselekták ásványvagyon-védelmi kérdései fokozottabban kerülnek előtérbe, mert jelentős kihatással bírnak a vízbeszerzésre, termőföld-gazdálkodásra és környezetvédelemre. A veszteségek, visszahagyások csökkentése érdekében mélykotró eszközöket kell beszerezni.

A durvakeraiaipar nyersanyaga az agyag, felszínközeli helyzetben a sík- és dombvidéki, valamint a hegységperemi területeken egyaránt megtalálható és elméletileg a nyersanyag-ellátottság problémamentesnek mondható. Az anyag minősége iránti kíváncsosság azonban, mind az új típusú termékek (pl. vázkerámia), mind a nagyfokú gépesítés miatt egyre fokozódik, a kutatás részletesebb

vizsgálatokra kényszerül (125. ábra). A téglá- és cserépipar évente közel 10 millió tonna nyersanyagot dolgoz fel.

Az üvegipar évi 550 kt ásványi nyersanyagot igényel, ennek 90%-át hazai bányákból termelik. A legfontosabb és minőségi üveg előállítására is alkalmas bánya Fehérvárurgón van (vasmentes kvarchomok).



125. ábra. A durvakéramia-ipar fő agyagelőfordulásai (SZILÁGYI A. 1978 után)

Az építő- és építőanyagipar ásványi nyersanyagainak és termékeinek – kő, kavics, homok, agyag – ipari értékét különösen befolyásolja a szállítási távolság. Ezért a gazdaságos építőanyagellátás érdekében az igények és a lehetőségek területi megoszlását is elemezni kell. Ilyen értelemben nagy jelentőségűek az egész országra kiterjedő építőanyagipari ásványi nyersanyagok kataszteri és prognózis munkálatai, amelyeket a jóváhagyott programok szerint a Magyar Állami Földtani Intézet Területi Földtani Szolgálatai és az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium Földtani Szolgálati végez.

## MÉRNÖKGEOLÓGIAI TÉRKÉPEK

A hatvanas évek elejétől napjainkig a hazai mérnökgeológiai kutatások a vizsgálati-értékelési módszerekben és a gyakorlati hasznosításban jelentős fejlődést értek el. A regionális mérnökgeológiai-építésföldtani térképezés a legdinamikusabban fejlődő, egyre növekvő társadalmi igényt kielégítő kutatási terület. Az alábbiakban a Központi Földtani Hivatal szakmai irányításával végzett mérnökgeológiai térképezést ismertetjük (126. ábra). Bemutatásra olyan kivágatokat választottunk ki, amelyek a tematikus térképcsoportokból egy-egy térképváltozatot szemléltetnek.

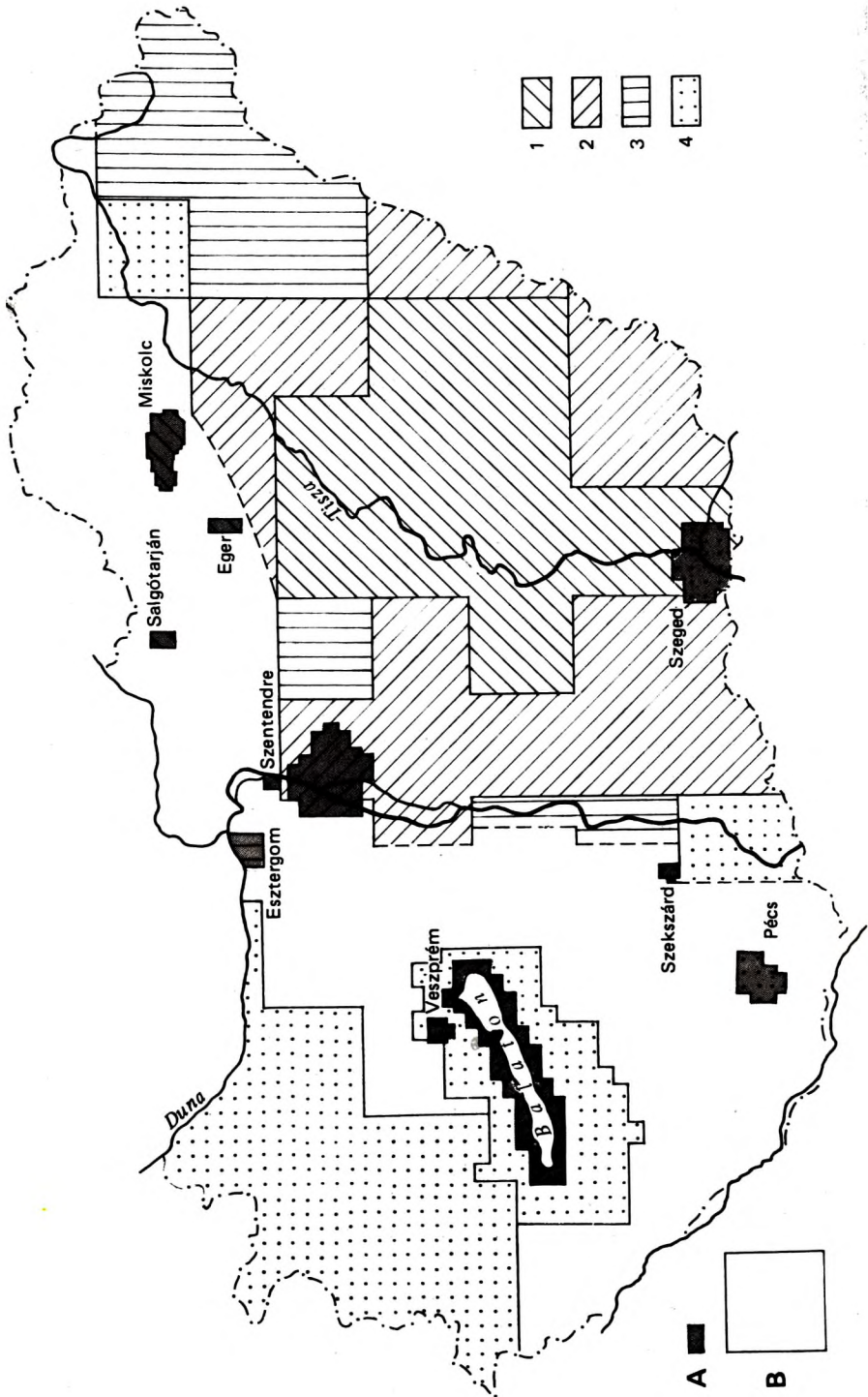
### AZ ALFÖLD ÉS A KISALFÖLD KOMPLEX FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉSE

Az 1964-ben jóváhagyott kutatási program alapján indult az Alföld 1:100 000 méretarányú komplex földtani térképezése a Magyar Állami Földtani Intézetben. E hatalmas térségben megvalósított egységes koncepciójú munka a nagyszámú feltárással és anyagvizsgálattal, a közreadott térképváltozatok sokszínűségével az Alföld regionális mérnökgeológiai megismerését is hasznosan szolgálja.

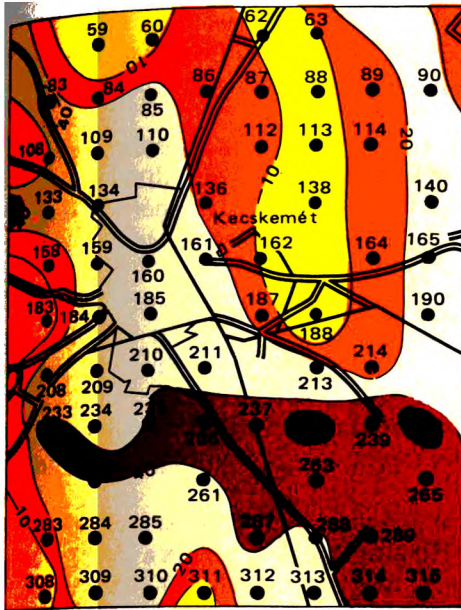
Az egyes térképlapok területe átlagosan 1500 km<sup>2</sup>. Ezen belül 1,5 km távolságra, hálózatosan telepített, mintegy 300–400 db sekélyfúrás részletes anyagvizsgálattal, az ásott kutak vízszintjének mérésével egységes megismerést eredményezett, mely közvetlenül felhasználható pl. az öntözőcsatornák, árvízvédelmi töltésrendszerek tervtanulmányainak, a rendezési tervek területismertető szakvéleményeinek készítéséhez. A vizsgálati eredmények térképi feldolgozása 17–21 változatban történik. A 7–9 építésföldtani változat a mélyépítéshez, alapozáshoz nyújt jó támpontot. Hasznosak a talaj- és rétegvíz szintjének és kémiai összetételének változásait bemutató vízföldtani térképek is. Külön figyelmet érdemelnek az agrogeológiai térképváltozatok, amelyek a felszín vízáteresztő-képességéről és mésztartalmáról nyújtanak felvilágosítást (127., 128. ábra). Az atlaszokat a Magyar Állami Földtani Intézet nyílt minősítéssel, rövid magyarázó szöveggel adja ki, így könnyen hozzáférhető, értékes szakanyagot képviselnek.

A Kisalföld komplex földtani térképezését a Magyar Állami Földtani Intézet az 1982-ben kidolgozott program szerint kezdte el. A térképezendő

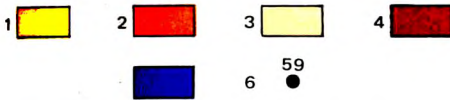








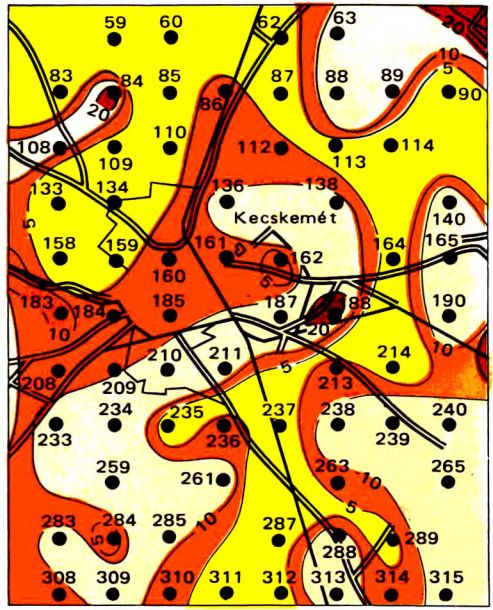
0 4 km



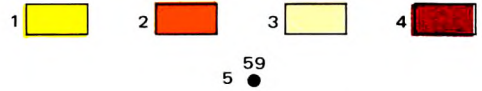
127. ábra. A felszín vízáteresztőképesége  
0,4-0,5 m mélységben.

Részlet az Alföld térképsorozatából  
(MÁFI 1973).

1. teljesen vízáteresztő felszín (0-10‰);
2. vízáteresztő és gyengén víztartó felszín (10-20‰);
3. jó vízfelvevő és jó víztartó felszín (20-40‰);
4. vízbefogadó és erősen víztartó felszín (40-60‰);
5. erősen vízzáró és repedező felszín (60-80‰); 6. fúrás



0 4 km



128. ábra. Mész tartalom 0,4-0,5 m mélységben.  
Részlet az Alföld térképsorozatából  
(MÁFI 1973)

1. 0-5‰, 2. 5-10‰, 3. 10-20‰, 4. 20-30‰, mész tartalom.
5. fúrás helye, száma.

terület mintegy 10 000 km<sup>2</sup>. A tervezett kutatás célja, hogy hazánk e jelentős tájegységéről komplex földtani vizsgálatra alapozott térképsorozatot és értékelést készítsen. Meg kell adnia a nagyüzemi mezőgazdaság, vízgazdálkodás, a regionális terület- és településfejlesztés, a környezetvédelem tervezési munkáihoz is azt a földtani adatbázist és információt, amelyet a jelenlegi tudományos felkészültség, technikai felszereltség és anyagi források lehetővé tesznek. A tervezett tematikus térképsorozatok (földtani, vízföldtani, geomorfológiai, agrogeológiai, építésföldtani és környezetvédelmi térképek 1:100 000, 1:200 000 (esetként 1:500 000) méretarányban készülnek. A tervezett mérnökgeológiai, környezetvédelmi térképváltozatok száma térképlaponként 9-10.

## VÁROSOK ÉS A BALATONI ÜDÜLŐKÖRZET MÉRNÖKGEOLÓGIAI TÉRKÉPEZÉSE

A mérnökgeológiai térképezés hazai megkezdésének gondolata az 1960-as évek elején vetődött fel, elsősorban Budapest és a Balaton környékének vonatkozásában.

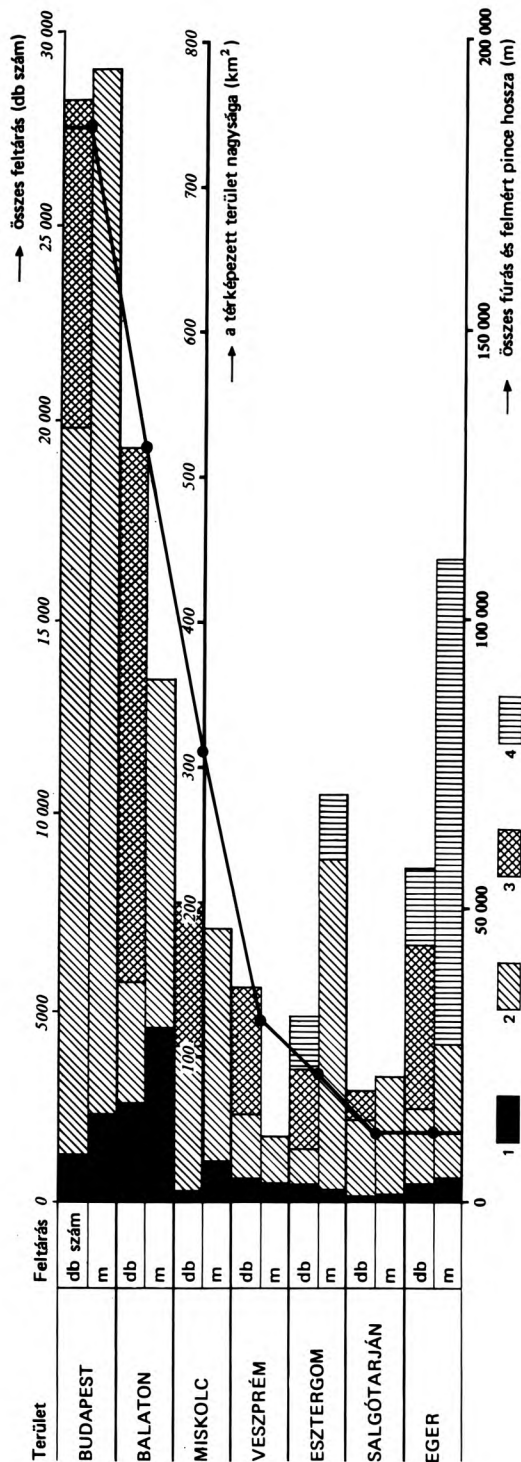
A Földtani Tanács 1962. novemberi ülésén tárgyalta a térképezés megindításának feltételeit és határozatainak megfelelően a Központi Földtani Hivatal akkori jogelődje a Magyar Állami Földtani Intézetet bízta meg a mérnökgeológiai térképezés módszereinek kidolgozásával és a mintául szolgáló terület kiválasztásával.

A mérnökgeológiai térképezés mintaterületeként kiválasztott Tihanyi-félszigetről készült első atlasz a Földtani Intézet centenáriuma (1969-ben) jelent meg 1:10 000 méretarányban. A növekvő igényeket tükrözi, hogy a hatvanas évek végén a Balaton környékén kívül már Budapesten, Egerben és Miskolcon is folyt a jóváhagyott részletes kutatási program alapján 1:10 000 (a belvárosokban esetenként 1:5000, vagy 1:4000) méretarányú mérnökgeológiai felvétel.

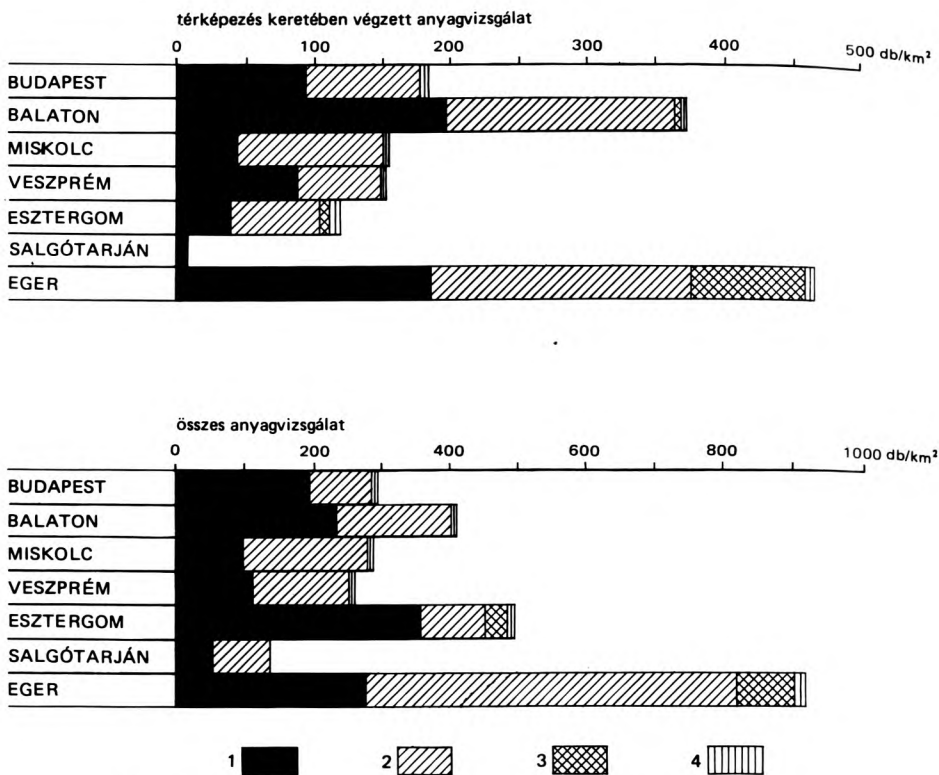
A kezdeti évek gyakorlati tapasztalatai alapján, a nemzetközi eredményeket is figyelembe véve a Központi Földtani Hivatal 1971-ben kiadta a térképezés célját egyértelműen megadó, a végrehajtást egységesen szabályozó „Irányelvek az 1:10 000 méretarányú mérnökgeológiai térképezéshez és térképszerkesztéshez” című kötetet. Az „Irányelvek” alapján került sor Eger és Miskolc térképezésének befejezésére és nyomdai közreadására, Budapest, a Balaton-környék és Salgótarján térképezésének befejezésére és nyomdai közreadásának megkezdésére, Esztergom és Veszprém városok területének felvételére, valamint a folyamatban lévő térképezésre Pécs, Szeged, Szentendre, Szekszárd és a kiterjesztett balatoni üdülőkörzet területén. E széles körű kutatás eredményeképpen – aránylag nagyon rövid idő alatt – a hazai térképezésben soha nem látott méretű, földtani-mérnökgeológiai feltárási és komplex anyagvizsgálati adatok halmozódtak fel.

A befejeződött térképezés területének nagyságáról, a feltárások jellegéről és terjedelméről, a széles körű anyagvizsgálatról összevontan tájékoztat (129., 130. ábra).

A mérnökgeológiai térképezés eredményeit foglalja össze a tematikus változatokból álló atlasz. A térképváltozatok számát és tartalmát elsősorban a vizsgált terület földtani felépítése, a feltárások száma és minősége, valamint a céltérképezés jellegéből eredően a területfelhasználás és -fejlesztés követelménye határozza meg. Minden esetben vannak azonban kötelezően elkészítendő térképváltozatok (l. „Irányelvek”), amelyekből az igényeknek megfelelően különböző céltérképek szerkeszthetők. Az eddig térképezett területekről, ill. városokból minimálisan 14, maximálisan 30 térképváltozat készült.



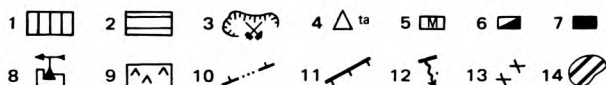
129. ábra. A térképezett területek nagysága, a feltárások mennyiségi és minőségi eloszlása.  
 1. térképező fűrés, 2. archív fűrés, 3. terepi észlelés, árkolás, ásott kút, 4. közetbe vágott pince



130. ábra. A térképezett területek anyagvizsgálatának eloszlása  $\text{km}^2$ -enként.  
 1. földtani, 2. laza kőzet fizikai, 3. szilárd kőzet fizikai, 4. vízkémiai vizsgálat

Tematikus csoportosításban a térképváltozatok a következők:

*Dokumentációs és észlelési térképek.* A mérnökgeológiai térképezés fontos változatai tartoznak ebbe a csoportba. A komplex vizsgálatnak megfelelően a beépített, városias térségekben az észlelési, megfigyelési és feltárási pontok adatszámja olyan jelentős, hogy gyakran egy térképen nem is ábrázolhatók a földtani és vízföldtani észlelések és a feltárások. Bár egy adott időszakra vonatkozik, igen értékes információk hordozója a műszaki állapot térképe, amely a beépítettségről, a közművel való ellátottságról, az épületkárokról, lejtőmozgásokról egyaránt tájékoztatást nyújt (131. ábra).



131. ábra. Részlet Budapest–Óbuda műszaki állapotterképéből (Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, 1977)

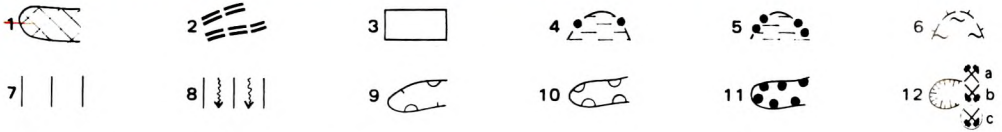
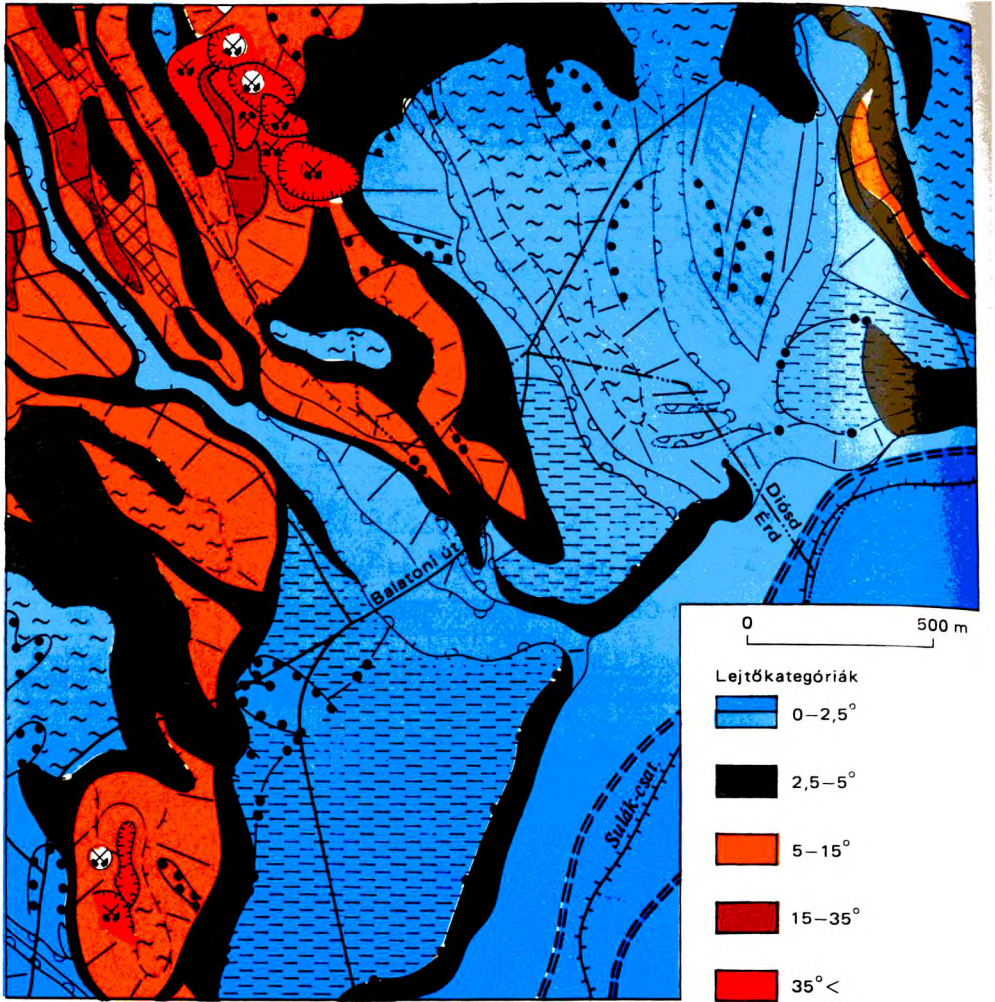
1. vegyes beépítésű (földszintes, többszintes), 2. földszintes szétszórt épületek, 3. külszíni (felhagyott bánya, 4. téglaagyag, 5. műemlék, 6. épületkár, 7. pincevíz, 8. meteorológiai állomás, 9. feltöltés, 10. csatornázott terület határa, 11. nyomóvezetékes vízellátás határa, 12. aktív felszínmozgás, 13. gyakori útkárosodás, 14. gazdaságos beépítésre alkalmatlan terület (lejtésszög > 15%)

**Földtani térképek.** Fedett, fedetlen, vastagsági, szelet-, tektonikai és geofizikai változatban készülnek. A hagyományos földtani felvételekkel szemben itt a felszint borító laza üledékes kőzetek részletes ábrázolása és minősítése fontos feladat.

**Geomorfológiai térkép.** A nagy, közepes és kis felszinformák rögzítése, a lejtőkategóriák részletes bemutatása és a lejtőállapot minősítése, a mozgásveszélyes területek lehatárolása révén e térkép a sorozat fontos változatát képezi (132. ábra).

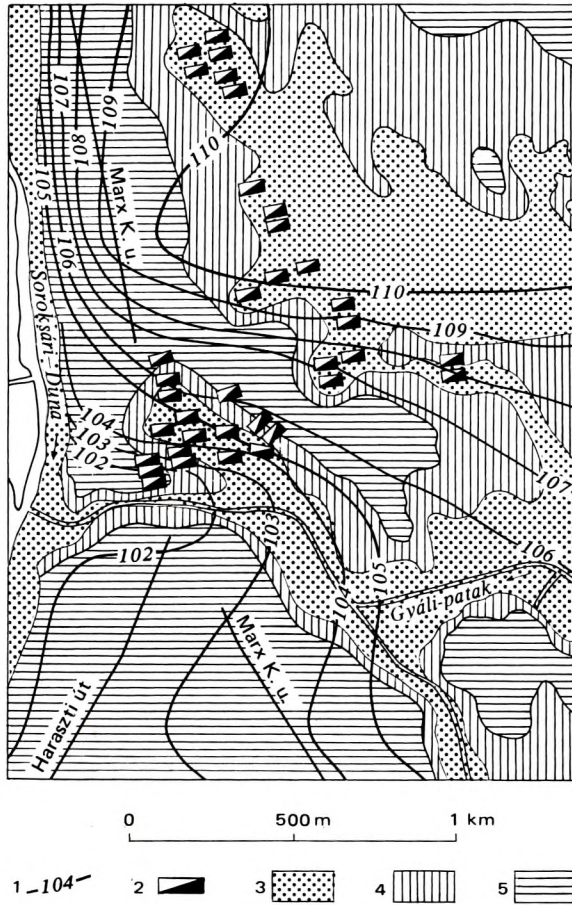
**Vízföldtani térképek.** A helyi viszonyoktól függően változatos számú és tartalmú, eltérő kivitelű térképváltozatok készülnek a talajvíz átlagos, minimális és maximális helyzetének feltüntetésével (133. ábra). Mellette a víztároló összlet hidrodinamikai jellemzése is több formában feldolgozásra került. Külön térképek mutatják be a vízminőséget, hangsúlyozottan kiemelve a talajvíz agresszivitását, illetve a víz szennyezettségét.





132. ábra. Részlet Budapest–Diós geomorfológiai térképéből. (MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, 1981)

1. alacsony gerinc, 2. jelenkori holt Duna-ág, 3. alacsony ártér, 4. II/a terasz, 5. II/b terasz, 6. erodált síkok enyhén hullámos felszíne, 7. stabil lejtő, 8. barázdás eróziós lejtő, 9. eróziós deráziós völgy, 10. deráziós völgy, 11. deráziós fülke, deráziós függővölgy, 12. külszíni bánya: a) művelés alatt, b) felhagyott, c) feltöltött

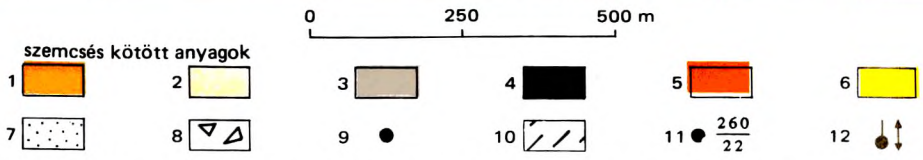
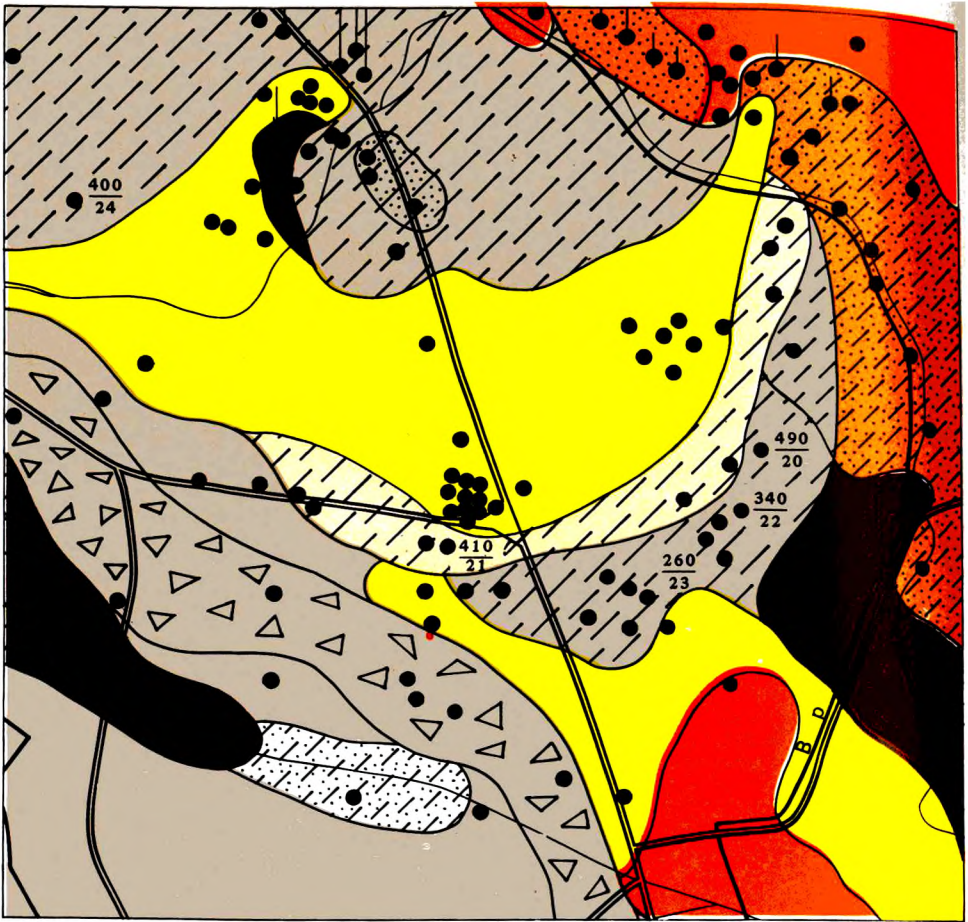


133. ábra. Részlet Budapest–Soroksár becsült maximális talajvízszint térképéből. (Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, 1978)

1. becsült maximális talajvízszint izometrikus vonalai bf (m). 2. észlelt pincevíz. 3. maximális talajvíz a felszín fölé emelkedő. A becsült maximális talajvízszint felszín alatti mélysége: 4. 0–2,5 m között, 5. 2,5 m alatt

*Kőzetfizikai jellemzők, alapozási adottságok térképei (építésföldtani szelettérképek).* Altalánosságban az alapozás mélységi zónáihoz kapcsolódva az 1,5 m, 3,5 m, 5,5 m, 10 m, esetenként a 20 m mélységű metszet kőzetfizikai jellemzőit ábrázolják (134. ábra). Másol az átlagos kőzetkifejlődés 0–1,5 m, 1,5–3,5 m stb. szeletének ábrázolásával jellemzik az alapozási, mélyépítési vonatkozásban fontos adottságokat. Egyes területeken külön térképen ábrázolják a teherbírást és süllyedésérzékenységet (135. ábra). Az ábrázolt szelet kőzeteinek átázottságát, valamint a fejthetőségét is értéklik.

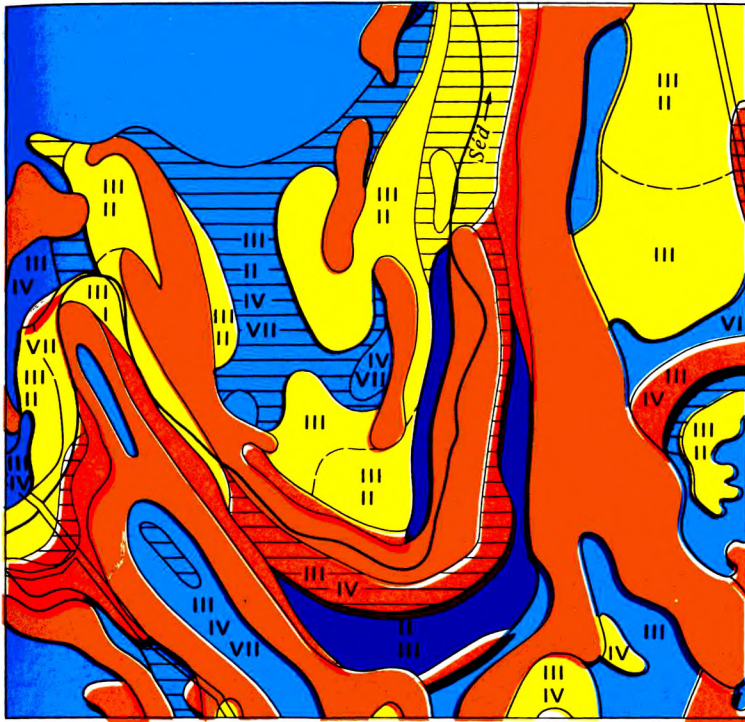




134. ábra. Részlet Miskolc–Avas 5,5 m mélységű közetfizikai térképéből. (Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem, 1972)

Szemcsés kötött anyagok: 1. iszap ( $I_p$  7–15), 2. sovány agyag ( $I_p$  15–25), 3. kövér agyag ( $I_p$  25–40), 4. kövér agyag ( $I_p > 40$ ).  
 5. homok, 6. kavics, 7. szerves anyag, 8. kötőmelékes (agyag). 9. feltárás helye, 10. száraz térfogatsúly  $14,5 < \gamma_o < 16,0$  kN m<sup>-3</sup>,  
 11. egyirányú nyomószilárdság kPa (felső szám), természetes víztartalom  $v\%$  (alsó szám), 12. lineáris zsugorodás (10 mm = 12,5%)





0 100 200 300 m



135. ábra. Részlet Veszprém süllyedésre érzékeny épületek alapozási térképéből.  
(Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem, 1977)

1. kedvező alapozási sík mélysége a: 0-1,5 m között, b: 1,5-3,5 m között, 2. határfeszültség alapértéke ( $\sigma_0$ ) a: 100-200, b: 200-300, c: 300-500, d: > 500 kPa; 3. beépítésre nem javasolt terület, 4. a kedvező alapozási sík feletti kőzetek fejtési osztálya

*Építésföldtani szintetizáló (rayon) térképek.* A részletes mérnökgeológiai feltárás és vizsgálat eredményeit összegező térképváltozat. Kiemeli a terület földtani, szerkezeti, domborzati és vízföldtani adottságai alapján a beépíthetőség szempontjából mérlegelendő sajátosságokat, külön hangsúlyozva a kedvezőtlen, esetenként veszélyesnek is tekinthető, beépítésre alkalmatlan területeket. A meghatározó tulajdonságok alapján a térképezett területet a nagyobbtól a kis egységek felé haladva régiókra → tájegységekre → területegységekre → körzetekre osztva ábrázolja. Az egyes terület-egységeket a beépíthetőség (építésalkalmasság) szempontjából értékeli.

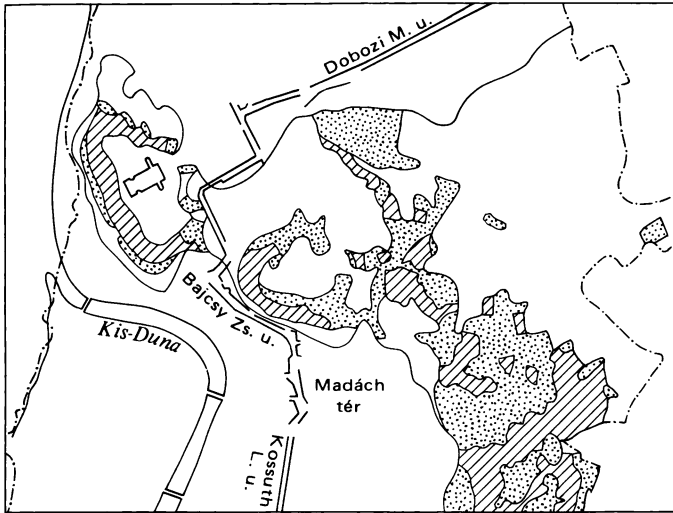
Gyakran nem indokolt a gazdaságföldtani adottságokat külön térképen ábrázolni, így számos esetben ez a térképváltozat tartalmazza az építő- és építőanyagipari ásványi nyersanyag-lelőhelyeket és üzemeket, a vízműtelepeket, az ásvány- és gyógyvíz lelőhelyeket, a védett területeket és a környezetvédelmi vonatkozású jellegzetességeket (pl. a hulladéklerakó helyeket) is.

Az itt röviden bemutatott térképváltozatokon túlmenően a helyi adottságok és igények szerint *egyéb térképváltozatok* is készültek az eddigi felvételi



136. ábra. Részlet Salgótarján alábányászottsági térképéből.  
(MÁFI Északmagyarországi Területi Földtani Szolgálat, 1975)

1. belsőség határa, 2. külszíni szintvonal, 3. bányavágot a vágat-talpszint Af magasságával, 4. fejtés éve



137. ábra. Részlet Esztergom geodinamikai térképéből.  
(Dorogi Szénbányák Tervező Irodája, 1976)

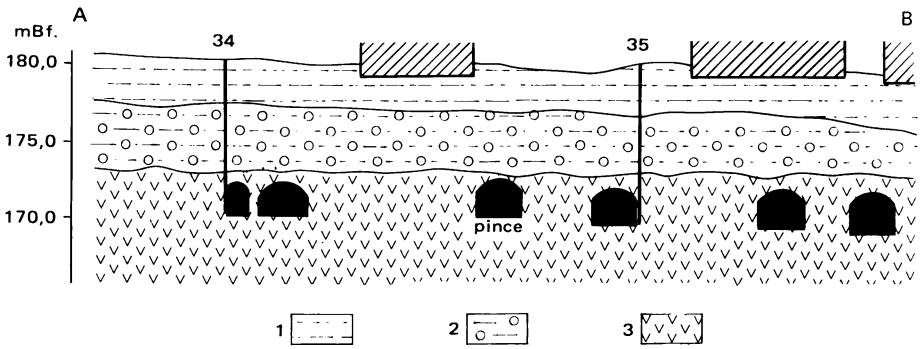
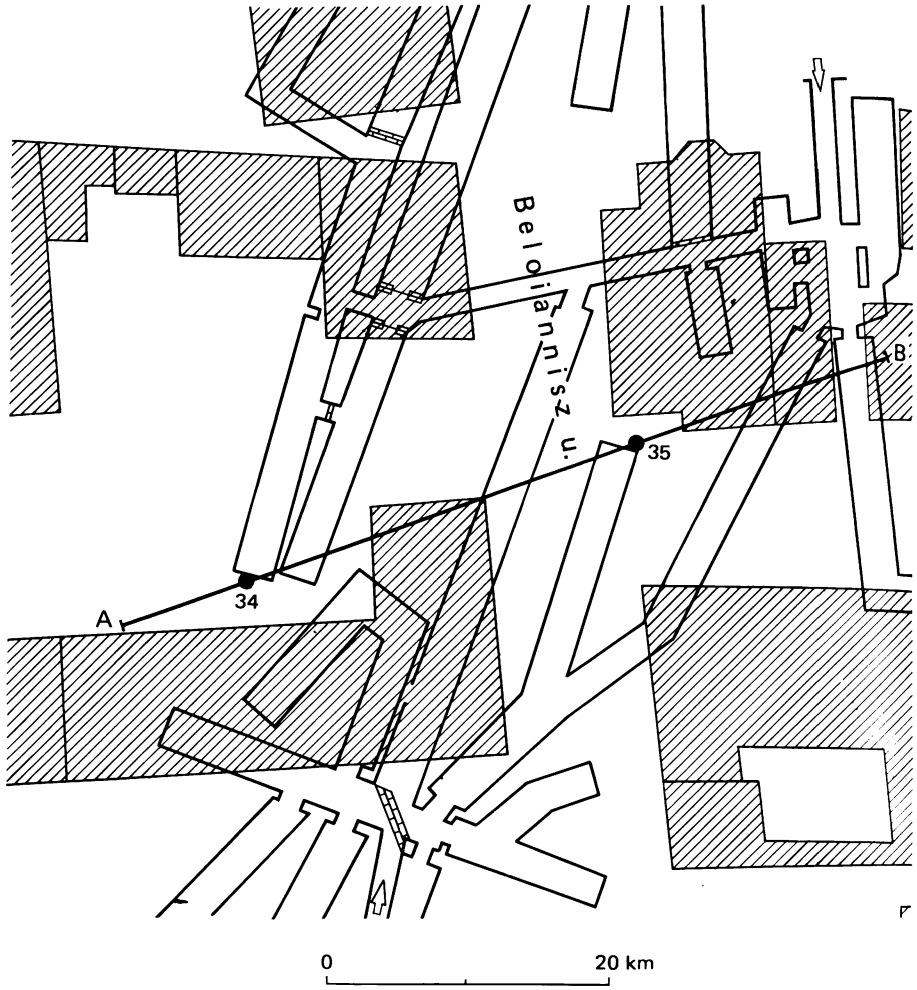
1. beépítésre alkalmatlan, csúszásveszélyes terület. 2. átmeneti terület (beavatkozásra mozgásveszéllyessé válhat).  
3. állékonyasági szempontból veszélytelen terület

területeken. Egyesek csupán helyi problémákat dolgoznak fel, mások egyéb területen is alkalmazásra javasolhatók. Ilyen változatok például a következők:

- földrengésveszélyességi térkép (Budapest, Eger),
- erózióveszélyességi térkép (Balaton környéke),
- alábányászottsági térkép (Salgótarján; 136. ábra),
- lejtőállékonyasági térkép (Esztergom; 137. ábra),
- pincerendszer kataszter és térkép (Eger, Pécs, Esztergom, Szekszárd, Szentendre; 138. ábra),
- támfal kataszter és térkép (Veszprém),
- építésalkalmassági térkép (Miskolc, Budapest, Veszprém),
- építésgazdaságossági térkép (Balaton környéke),
- környezetvédelmi, szennyeződéserzékenységi térkép (Balaton környéke).

A térképsorozatok tartozéka a szöveges magyarázó és alapadatgyűjtemény.

A városok és egyéb területek mérnökgeológiai térképezésének ma már kifejlesztett módszertana, jelentős eredményei és viszonylag széles körű felhasználó táborra van. A jelenlegi és további térképezésekben még nagyobb hangsúlyt kell adni a beépíthetőségi kategorizálás gazdasági vonatkozásainak és a környezetvédelmi szempontoknak.



138. ábra. Részlet Eger belvárosának pincetérképéből. (Budapesti Műszaki Egyetem 1973)  
 1. pleisztocén agyag, 2. pleisztocén agyagos kavics, 3. miocén riódacittufa

## A TERÜLETRENDEZÉSI TERVEK FÖLDTANI MEGALAPOZÁSA

A hetvenes évek közepén a korábbi különböző típusú rendezési tervek felülvizsgálatát követően az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium megbízta a Városépítési Tudományos Tervező Intézetet a korszerű szemléletnek és igényeknek megfelelő rendezési tervek új tartalmi előírásainak kidolgozásával. Az általános rendezési tervek új követelményrendszerének figyelembevételével kísérleti jelleggel és biztató eredményekkel 1979-ben megkezdődött a gazdasági-tervezési körzetek, közép- és felsőfokú vonzáskörzetek, településcsoportok, valamint kiemelt táj- és üdülőkörzetek tervezői rendszerének és igényeinek megfelelő, földtani megalapozást adó mérnökgeológiai térképezés és térképszerkesztés.

A Magyar Állami Földtani Intézet Területi Földtani Szolgálatok készítik a gazdasági-tervezési körzetek megyei bontású – programban is rögzített – térképi feldolgozását és az alapadatgyűjtemény összesítését.

A helyi adottságokat is figyelembe vevő térképváltozatok a következő csoportosításban készülnek:

- megkutatottsági térképek,
- földtani térképek,
- geomorfológiai térképek,
- vízföldtani és vízminőségi térképek,
- ásványi nyersanyagok térképe,
- műszaki állapotterkép,
- antropogén területek térképei,
- különböző hulladékok lerakásának tényterképei,
- szennyeződéserzékenységi térkép,
- építésalkalmassági térkép.

Eddig 9 megye kéziratossal készült el, 12–20 térképváltozattal. Az alapadatgyűjteményt a Területi Földtani Szolgálatok kezelik.

A településcsoportok, vonzáskörzetek és kiemelt üdülőterületek mérnökgeológiai felvétele 1:100 000, 1:75 000, 1:25 000 és (kivágatokban) 1:10 000 méretarányban készül tematikus térképváltozatokkal, szöveges magyarázóval és alapadatgyűjteménnyel. Ilyenek pl. Miskolc és vonzáskörzete, Eger és településcsoportja, Győr és Sopron környéke, valamint a Dunakanyar üdülőkörzet kéziratossal készült.

## IRODALOM

- ALBERT J.–BÁLINT P. 1974: Hazai téglagyagok vizsgálatának eredményei. – Földt. Kut. XVIII (1–2): 13–20.
- ALFÖLDI L.–BALOGH K. 1975: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M–34–XXXIII. MISKOLC. – Földt. Int. kiadv.: 1–277, Budapest.
- ALFÖLDI L.–BÉLTEKY L. et al. 1968: Budapest hévizei. – VITUKI kiadv.: 1–365, Budapest.
- ALFÖLDI L.–BÉLTEKY L. et al. 1965, 1971, 1977: Magyarország hévízkútjai. I–II–III. – VITUKI kiadv. 1–420; 1–290; 1–282, Budapest.
- ALMÁSSY B.–TÓTH I.–NÉ 1967: Regionális mérnökgeológiai térképezés a területi rendezés szolgálatában. – Műsz. Terv. (7): 1–3.
- ALMÁSSY E.–DEÁK N.–NÉ 1981: A közműves vízellátás bázisául szolgáló vízkészletek mennyiségi és minőségi alakulása. – Hidr. Közl. 61 (10): 446–457.
- ÁDÁM L.–MAROSI S. (szerk.) 1975: A Kisalföld és a Nyugatmagyarországi peremvidék. Magyarország tájféldrajza 3. – Akad. Kiadó: 1–605, Budapest.
- ÁDÁM L.–MAROSI S. (szerk.) 1981: A Dunántúli-domság (Dél-Dunántúl). Magyarország tájféldrajza 4. – Akad. Kiadó: 1–704, Budapest.
- ÁLL L.–SZIROTA I. 1981: Magyarország vízellátásának és csatornázásának helyzete és fejlődése. – Hidr. Közl. 61 (10): 429–437.
- BADINSZKY P. 1981: Az építő- és építőanyagipar ásványi nyersanyagkutatásainak iparági célkitűzései. – Szilikástechnika, 4–5: 92–95.
- BADINSZKY P.–KÉRI J. 1981: Építő- és építőanyagipari nyersanyagkataszterek és prognózisok módszertana. – Földt. Kut. 19 (1): 9–16.
- BALÁZS GY.–ERDÉLYI A.–HORVÁTH A. 1967: Visegrád környéki andezitek és dácitok tartóssági vizsgálata vízepítési beton-adalékanyag szempontjából. – Építőanyag. 19 (4): 141–148.
- BALOGH K. 1966: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M–34–XXXII. SALGÓTARJÁN. – Földt. Int. kiadv. 1–155, Budapest.
- BALOGH K.–ERDÉLYI M. et al. 1956: Magyarország földtani térképe. M = 1:300 000. – Földt. Int. kiadv. Budapest.
- BALOGH K.–HORUSITZKY F. et al. 1958: Magyarázó Magyarország 1:300 000-es földtani térképéhez. – Földt. Int. kiadv.: 1–115, Budapest.
- BALOGH K.–RÓNAI A. 1965: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–34–III. EGER. – Földt. Int. kiadv.: 1–173, Budapest.
- BARABÁS A. 1980: Magyarország építőipari, építőanyagipari, ásványbányászati, kohászati és talajjavító ásványi nyersanyagainak 1980. I. 1-i mérlege. – Közp. Földt. Hív. kiadv.: 1–971, Budapest.
- BÁCSKAY E. 1980: A magyar holocénsztratigráfia régészeti dokumentációs pontjai az Alföldön. – Földt. Int. Évi Jel. 1978-ról: 429–433.
- BÁLDI T.–NAGYMAROSI A. 1976: A hárshegy homokkő kovásodása és annak hidrotermális eredete. – Földt. Közl. 106 (3): 257–275.
- BENDEFFY L.–V. NAGY I. 1969: A Balaton évszázados partvonalváltozásai. – Műsz. Kiadó: 1–215, Budapest.
- BIDLÓ G. 1980: Néhány közelfelszíni mozgás anyagának ásványtani vizsgálata. – Mérnökgeol. Szemle, 26: 9–17.

- BIDLÓ G.–KLEB B.–TÖRÖK E. 1967: Vízépítési beton adalékanyagainak vizsgálata. – *Építőanyag*, 19 (11): 426–432.
- BISZTRICSÁNY E. 1977: A Kárpát-medence földrengés-veszélyeztetettségéről. – *Földt. Közl.* 107 (1): 97–101.
- BISZTRICSÁNY E. 1974: Mérnökseizmológia. – Akad. Kiadó: 1–215, Budapest.
- BÓCZÁN B.–FRANYÓ F. et al. 1966: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M–34–XXXIV. SÁTORALJAÚJHELY. – *Földt. Int. kiadv.*: 1–199, Budapest.
- BODÓ I. 1981: A durvakeramiaipar nyersanyagkutatásainak eredményei, feladatai, célkitűzései. – *Szilikáttechnika*, 4–5: 102–107.
- BOGÁRDI J. 1971: Vízfolyások hordalékszállítása. – Akad. Kiadó: 1–837, Budapest.
- BOGNÁR S.–MOYZES A. 1979: Bányaművelés által kiváltott felszínmozgások. – *Mérnökgeol. Szemle*, 24: 153–167.
- BOGNÁR GY.–VERMES L. 1980: A szennyvizek és hulladékok mezőgazdasági elhelyezésének, ill. hasznosításának hatása a mezőgazdasági vízgazdálkodásra. – *Hidr. Közl.* 60 (4): 145–153.
- BOHN P. 1980: Környezetföldtani elmélet és gyakorlat. Módszertani Közlemények, IV. 1. – *Földt. Int. kiadv.*: 1–229, Budapest.
- BOLDIZSÁR T. 1978: Geotermikus energiatermelés Magyarországon I. rész. A Pannon-medence geotermikus anomáliája. – *Geonómia és Bányászat*, MTA X. Oszt. Közl. 11 (3–4): 233–254.
- BÖCKER T. 1965: A mérnökgeológiai térképeken ábrázolt építésföldtani körzetek kialakításának egységes alapelvei. – *Mérnöki Továbbképző Int. kiadv.*: 1–39, Budapest.
- BÖCKER T.–TÖRÖK E. 1965: Mérnökgeológiai térképek ábrázolási technikája. Egységesített jelkulcs. – *Mérnöki Továbbképző Int. kiadv.*: 1–47, Budapest.
- CSÁK B.–HUNYADI F.–VÉRTES GY. 1981: Földrengések hatása az építményekre. – *Műsz. Kiadó*: 1–355, Budapest.
- CSEERNY GY.–GASZTONYI É. 1975: A szulfáttartalom változása térben és időben. – *Előtervezés–Mélyépítés 1950–1975*. FTV kiadv.: 213–215, Budapest.
- CSEERNY T. 1977: Az 1:25 000-es méretarányú építésföldtani mintatérképek szerkesztésének elvi alapjai. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1975-ről: 315–318.
- CSEERNY T.–GELEI G.–NÉ–GUOTH P. 1981: Badacsony környékének építésföldtana. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1979-ről: 283–292.
- CSOBÓ I. 1975: Pécs építésföldtani-geotechnikai adottságai, különös tekintettel a pincék állapotromlására és a kimosásos üregképződésre. – *Városi pincerendszerek konferencia*. MTESZ kiadvány: 49–54, Pécs.
- CSOMOR D. 1973: A magyarországi földrengések ciklikusságáról. – *Geonómia és Bányászat*. MTA X. Oszt. Közl. 6 (1–4): 85–91.
- CSOMOR D.–KISS Z. 1962: Magyarország szeizmicitása. – *Geofiz. Közlem.* 11 (1–4): 51–75.
- CSÓKÁS J. 1978: Geoelektromos üregkutatási módszerek alkalmazásának eredményei a pincefeltárásoknál. – *Városi pincerendszerek konferencia*. MTESZ kiadvány: 90–106, Pécs.
- CSÓKÁS J.–GYULAI Á.–LÉNÁRD M. 1974: Mérnökgeofizika az építőiparban. Alapozásra kedvezőtlen feltöltésű, üreges talaj kimutatása és lehatárolása geofizikai mérések segítségével. – *Építőanyag*, 26 (1): 13–17.
- DEÁK M. szerk. 1972: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–33–XII. VESZPRÉM. – *Földt. Int. kiadv.*: 1–266, Budapest.
- DULÁCSKA E. 1978: A felszínüllyedések és az épületkárok összefüggései. – *Mélyépítéstud. Szemle*, 28 (1): 31–33.
- DULÁCSKA E. 1978: A metroállomások építésénél jelentkező tölcészerű süllyedési horpa magyarázata. – *Mélyépítéstud. Szemle*, (1): 156–158.
- EGERER F.–NEMESÁNSZKY K. 1980: Építő- és építőanyagipari nyersanyagok meddőhányóinak kataszterezése. – *Építőanyag*, 32 (6): 221–225.
- ERDÉLYI M. 1979: A magyar medence hidrodinamikája. – *VITUKI Közlem.* 18: 1–82.
- ERDÉLYI M. 1977: Mérnökgeológiai térképsorozatok talajvíz és vízminőségi térképeinek ismertetése. – *Mérnökgeol. Szemle*, 18: 21–31.
- ERDÉLYI M. 1979: Mérnöki célú vízföldtani térképezés. – *VITUKI Közlem.* 19: 1–41.
- FALU J. 1968: A mérnökgeológiai térképezés célja, korábbi térképezési munkák. – *Mérnökgeol. Szemle*: 105–115.

- FALU J. 1977: Földrengésveszélyesség és a gazdaságföldtani adottságok mérnökgeológiai térképezése. – Mérnökgeol. Szemle, 18: 53–59.
- FALU J. 1968: Mérnökgeológiai térképezés. – Tankönyvkiadó: 1–126, Budapest.
- FARKAS B.–FEIGLY B. 1979: Meddőhányók rendezési és hasznosítási lehetőségei. – Mérnökgeol. Szemle, 24: 73–85.
- FEKETE S.–KLESPITZ J. 1981: A kőbányaipar V. ötéves tervidőszakban végzett földtani kutatásainak értékelése és a VI. ötéves terv kutatási feladatai. – Szilikástechnika, 4–5: 107–115.
- FODOR T.–NÉ 1972: A Balaton-környék építésföldtani térképezésének programja. – Földt. Kut. 15 (4): 23–27.
- FODOR T.–NÉ 1975: A mérnökgeológiai térképezés története és jelenlegi helyzete Magyarországon. – Mérnökgeol. Szemle, 15: 5–21.
- FODOR T.–NÉ 1971: Irányelvek a 10 000-es méretarányú mérnökgeológiai térképezéshez és a térkép-szerkesztéshez. – Közp. Földt. Hiv. kiadv.: 1–150, Budapest.
- FODOR T.–NÉ–ÁDÁM O. 1979: A hazai mérnökgeológiai térképezés eredményei és feladatai. – MTA X. Oszt. Közl. 12 (1–3): 297–308.
- FODOR T.–NÉ–HORVÁTH ZS. et al. 1981: A Dunaföldvár–Paks közötti dunai magaspart mérnökgeológiai térképezése és vizsgálata. – Földt. Közl. 111. (2): 258–280.
- FORGÓ L.–MOLDVAY L. et al. 1966: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–34–XIII. PÉCS. – Földt. Int. kiadv.: 1–195, Budapest.
- FRANYÓ F. 1971: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–33–VI. GYŐR. – Földt. Int. kiadv.: 1–157, Budapest.
- FRANYÓ F. 1976: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L–33–XI. ZALAEGERSZEG. Földt. Int. kiadv.: 1–144, Budapest.
- FÜLÖP J. 1968: A földtani térképezés története, helyzete és feladatai Magyarországon. MTA X. Oszt. Közl. 2 (1–2): 27–45.
- GABOS GY. 1966: A mérnökgeológiai térképezéshez szükséges talajmechanikai ismeretek – Mérnöki Továbbképző Int. kiadv.: 1–52, Budapest.
- GABOS GY.–JANCSÓ G. 1979: Környezetvédelem-építésföldtani térképezés. – Tankönyvkiadó: 1–240, Budapest.
- GALLI L. 1977: A földtan alkalmazása a víz- és mélyépítésben. – Vízügyi Dokum. Közp. kiadv.: 1–404, Budapest.
- GALLI L. 1951: A lösztalajok keletkezése és tulajdonságuk, mérnöki szempontból. – Mélyépítéstud. Szemle, 1 (5): 270–274.
- GALLI L.–VITÁLIS GY. 1972: Hegy- és dombvidékek légifényképeinek vízföldtani és műszaki-földtani értelmezése. – Hidr. Közl., 52 (10): 419–427.
- GALLI L.–VITÁLIS GY. 1972: Síkvidékek és folyóvölgyek légifényképeinek vízepítési és építésföldtani értékelése. – Hidr. Közl. 52. (12): 529–537.
- GÁLOS M.–KERTÉSZ P. 1981: Műemlékeink építészeti kőanyagkatasztere. – Műemlékvédelem, 25 (3): 241–245.
- GÁLOS M.–KÜRTI I. 1974: Közetszilárdsági tulajdonságok műszaki megítélése többtengelyű feszültségi állapot alapján. – Építőanyag, 26 (9): 329–335.
- GRESCHIK GY. 1975: A harmadkori üledékek genetikájának az építésföldtani tulajdonságokra kiható szerepével kapcsolatos megfigyelés. – Mérnökgeol. Szemle, 15: 81–87.
- GRESCHIK GY. 1977: A mérnökgeológiai térképsorozatok építésföldtani-, alapozási-, műszaki állapot-, és szintetizáló- (illetve rayonizáló-) térképváltozatainak kritikai értékelése. – Mérnökgeol. Szemle, 18: 39–52.
- GRESCHIK GY. 1978: Építésföldtani adottságok hatása az alapútépités kapcsán bekövetkező felszín-süllyedésekre. – Mélyépítéstud. Szemle, (1): 28–30.
- GUOTH P. 1974: Guidelines for engineering-geological mapping on the scale of 1:10 000. – Special Papers 2. Földt. Int. kiadv.: 1–47, Budapest.
- HÁMOR G. 1969: A földtani térképezés helyzete és feladata a Magyar Állami Földtani Intézetben. – Földt. Kut. 10 (1): 7–13.
- HEGYINÉ PAKÓ J.–VITÁLIS GY. 1977: Cementipari nyersanyagaink és kutatásuk módszertana. – Műsz. Kiadó: 1–219, Budapest.



- HORUSITZKY H. 1935: Budapest dunabalsparti részének talajvize és altalajának geológiai vázlata. – Hidr. Közl. 15 (1–6): 1–171.
- HORUSITZKY H. 1939: Budapest dunajobbparti részének (Budának) hidrogeológiája. – Hidr. Közl. 18: 1–404.
- HORVÁTH ZS.–KENÉZLŐI L. 1979: Az óbudai (Újlaki I.) felhagyott agyagbánya rekultivációs tervezésének előmunkálatai. – Mérnökgeol. Szemle, 24: 93–110.
- HORVÁTH ZS.–MOYZES A.–SCHEUER GY. 1978: A hulladékéltelvezés környezetföldtani irányelvei. – Műsz. Terv. 7: 8–11.
- HORVÁTH ZS.–SCHEUER GY. 1975: A balatonföldvári és a fonyódi magasparkok állékonyságának mérnökgeológiai vizsgálata. – Földt. Közl. 105 (3): 335–343.
- HORVÁTH ZS.–SCHEUER GY. 1976: A dunaföldvári partrogyás mérnökgeológiai vizsgálata. Földt. Közl. 106 (4): 425–440.
- HORVÁTH ZS.–SCHEUER GY.–SZILVÁGYI I. 1978: Az ország felszínmozgásos területeinek kataszteri helyszínrajzokon történő lehatárolása. – Műsz. Terv., 7: 18–20.
- HORVÁTH ZS.–SZILVÁGYI I.–TÓTH I.–NÉ 1974: Budapest csúszásveszélyes területeinek katasztere. – Műsz. Terv., 7: 21–22.
- HUNYADI F. 1975: Épületek földrengés elleni védelme. – Előtervezés–Mélyépítés 1950–1975. FTV kiadv.: 94–95, Budapest.
- HUNYADI F.–TÖRÖK I. 1982: Nemzetközi törekvések az aszeizmikus építés egységesítésére. – Műsz. Terv. 2: 46–47.
- ILKEYNÉ PERLAKI E. 1966: Tokaj hegységi riolituffák alkalmazási közetjellegei. – Földt. Közl. 96 (2): 155–170.
- JANTSKY B. szerk. 1966: Ásványtelepeink földtana. Nyersanyag-lelőhelyeink. – Műsz. Kiadó: 1–315, Budapest.
- JÁMBOR Á. szerk. 1981: Magyarország molassz képződményei. – Földt. Int. kiadv.: 1–179, Budapest.
- JÁMBOR Á.–MOLDVAY L. et al. 1966: Magyarazó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–34–II. BUDAPEST. – Földt. Int. kiadv., 1–358, Budapest.
- JÁRAY J.–BIDLÓ G. 1967: Összefüggés a talajfizikai jellemzők és a talaj ásványi összetétele között. – Földt. Kut. 10 (1): 20–29.
- JUHÁSZ J. 1973: A kitermelhető sztatikus vízkészlet. – Hidr. Közl. 53 (4): 187–195.
- JUHÁSZ J. 1979: A mérnökgeológiai térképezés általános kérdései. – Mérnökgeol. Szemle, 23: 215–231.
- JUHÁSZ J. 1972: Beszámoló Miskolc építésföldtani térképezési munkájának eddigi munkavégzéséről. – Földt. Kut. 15 (4): 55–70.
- JUHÁSZ J. 1976: Hidrogeológia. – Akad. Kiadó: 1–766, Budapest.
- KABAI I.–LAZÁNYI I. 1980: Puha, szerves talajon épült töltés vizsgálata. – Mélyépítéstud. Szemle. XXX (5): 185–194.
- KARÁCSONYI S. 1968: A budapesti mérnökgeológiai térképezés terve. – Mérnökgeol. Szemle, 91–103.
- KARÁCSONYI S. 1981: A felszín alatti vízszerezés időszzerű kérdései. – Hidr. Közl. 61 (6): 239–249.
- KARÁCSONYI S. 1971: Budapest építésföldtani térképezésének problémái. – Mérnökgeol. Szemle, 10: 45–53.
- KARÁCSONYI S. 1972: Budapest mérnökgeológiai mintatérképei. – Földt. Kut. 15 (4): 28–33.
- KARÁCSONYI S.–REMÉNYI P. 1972: A városfejlesztéshez kapcsolódó feltárások jelentősége a mérnökgeológiai térképezésnél. – Földt. Kut. 15 (4): 84–90.
- KARÁCSONYI S.–REMÉNYI P. 1971: Az építésföldtani térképezés értelmezése az építőipar szemszögéből. – Mérnökgeol. Szemle, 5: 51–56.
- KARÁCSONYI S.–SCHEUER GY. 1972: A dunai magasparkok építésföldtani problémái. – Földt. Kut. 15 (4): 71–83.
- KARÁCSONYI S.–SCHEUER GY. 1972: A dunai magasparkok vízföldtani sajátosságai. – Hidr. Közl. 52 (9): 375–383.
- KASZAB I. 1975: Újszeged építésföldtani térképezése. – Földt. Kut. 18 (1–2): 55–69.
- KASZAB I. 1977: Újszeged építésföldtani viszonyai. – Földt. Int. Évi Jel. 1975-ről: 187–198.
- KAUSAY T. 1980: A szobi dácit közetértékelése. – Építőanyag, 32 (9): 352–360.
- KERTÉSZ P. 1981: A közettani elemek rendszere, mint az építési kőanyagok tulajdonságmeghatározó szerkezete. – Építőanyag, 33 (11): 406–414.

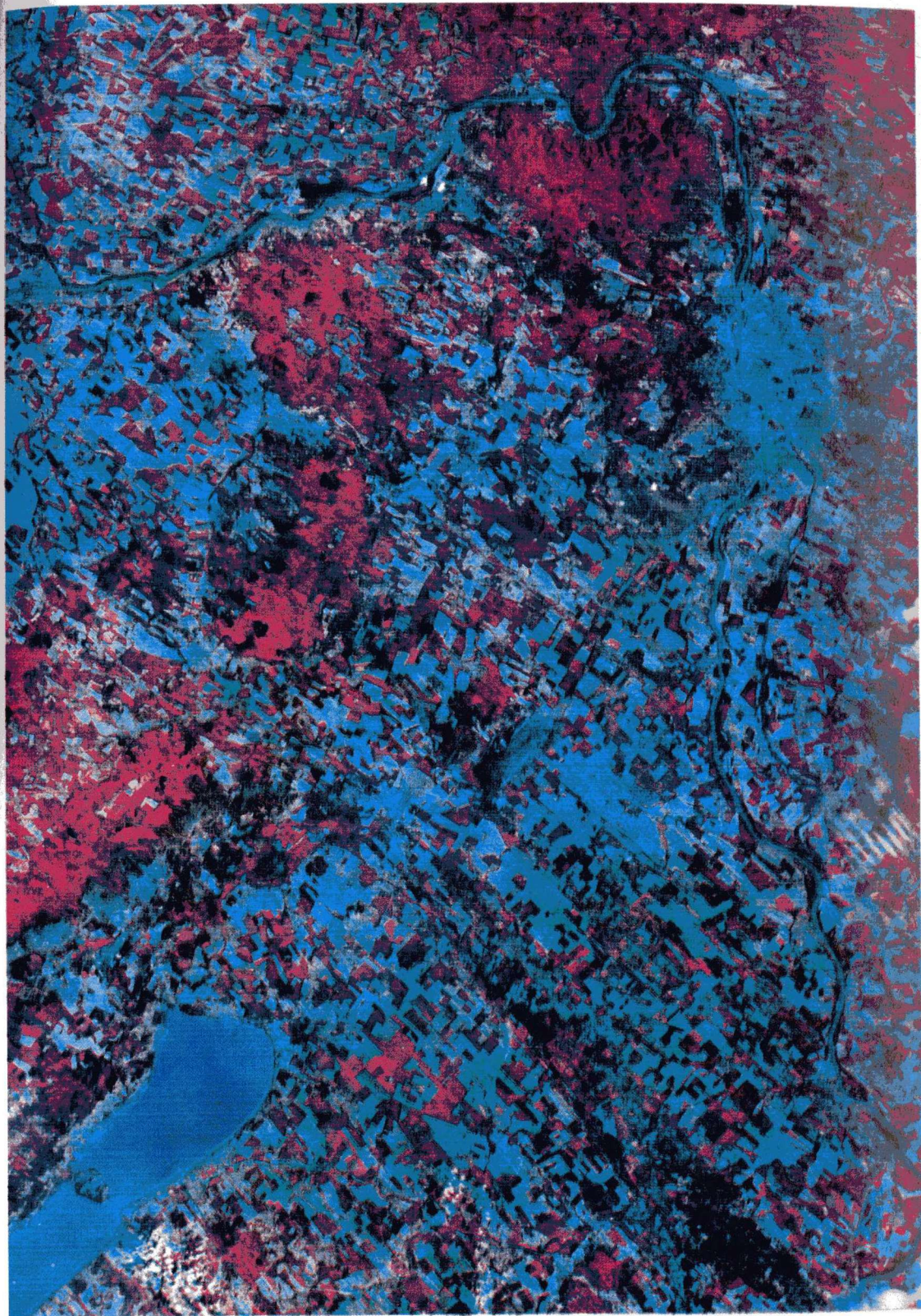
- KERTÉSZ P. 1980: A mállás szerepe a mérnökgeológiában. – Mérnökgeol. Szemle, 22: 5–35.
- KERTÉSZ P. 1981: A mérnöki munkák környezetének modellezései – a mérnökgeológiai közetmodell. – Mélyépitésstud. Szemle, 31 (12): 540–545.
- KERTÉSZ P. 1965: Kőzetek műszaki földtani tulajdonságainak vizsgálata a mérnökgeológiai térképezés céljaira. – Mérnöki Továbbképző Int. kiadv.: 1–40, Budapest.
- KERTÉSZ P. 1970: Kőzetfizika. – Tankönyvkiadó: 1–216, Budapest.
- KERTÉSZ P. 1980: Mérnökgeológia az építőanyagbányászatban. – Mérnökgeol. Szemle, 24: 7–22.
- KERTÉSZ P. 1965: Összefüggés kimutatása a kőzetek közettani és szilárdságtani tulajdonságaiban. – Építőip. és Közl. Műsz. Egyetem Tud. Közlem., 11 (3–4): 109–120.
- KÉRI J. 1978: Néhány Salgótarján környéki üledékes kőzet talajfizikai jellemzőinek matematikai statisztikai vizsgálata. – Földt. Közl. 108 (2): 199–212.
- KÉRI J. 1975: Salgótarján építésföldtani térképezése. – Mérnökgeol. Szemle, 15: 23–43.
- KÉZDI Á. 1970: A dunaujvárosi partrotyás. – Mélyépitésstud. Szemle, 20 (7): 281–298.
- KÉZDI Á. 1969, 1975: Talajmechanika I–II. – 3. kiadás, Tankönyvkiadó: 1–409; 1–515, Budapest.
- KÉZDI Á. 1976: Talajmechanika. Példák és esettanulmányok. – Tankönyvkiadó: 1–271, Budapest.
- KÉZDI Á.–MARCZAL L.–JANCSECS S. 1979: A szegedi nagypaneles lakóépületek süllyedése. – Mélyépitésstud. Szemle, 29 (1): 1–7.
- KÉZDI Á.–PAÁL T.–PÁLFY L. 1970: Az Apostol utcai suvadás vizsgálata. – Mélyépitésstud. Szemle, 20 (1): 37–48.
- KLEB B. 1972: Az egri építésföldtani térképezés feltárási munkái. – Mérnökgeol. Szemle, 11: 53–65.
- KLEB B. 1972: Eger mérnökgeológiai térképezése. – Földt. Kut. 15 (4): 46–54.
- KLEB B. 1978: Eger múltja a jelenben. A város alatti üregek településtörténeti és építésföldtani vizsgálata. – KÖZDOK kiadása 1–399, Budapest.
- KLEB B. 1975: Eger város komplex mérnökgeológiai térképezésének jelentősége a pince-kérdés megoldásának előkészítésében. (Városi pincerendszerek konferencia). – MTE SZ kiadv.: 15–45, Pécs.
- KLEB B. 1964: Építőipari és díszítő célra alkalmas kristályos és tömött mészköveink közettani vizsgálata. – Építőip. és Közl. Műsz. Egyetem Tud. Közlem. 10 (1): 133–149.
- KLEB B. 1971: Kőzetminősítés Schmidt kalapáccsal építésföldtani térképezés keretében. – Földt. Közl. 101 (1): 55–61.
- KLEB B.–TÖRÖK E.–ZSILÁK GY. 1965: Településtervezések építésföldtani előkészítése. – Földt. Kut. 8 (2): 41–47.
- KOLTAI I. 1981: A cementipar nyersanyagkutatási eredményei, feladatai az V. és VI. ötéves tervidőszakban. – Szilikáttechnika. 4–5: 95–102.
- KORIM K. 1981: Üledékes medencékben előforduló termálvizek kutatásainak módszerei és eszközei. – GEOINFORM, Földt. Int. kiadv.: 1–102, Budapest.
- KOVÁCS GY. 1974: A felszíni lefolyás általános vizsgálata és az árvizek előrejelzése. – Vízügyi Közlem. 1: 5–60.
- KOVÁCS GY. 1970: A víz felszín alatti előfordulási formáinak jellemzése. – Földt. Közl. 100 (1): 23–42.
- KOVÁCS L. 1967: Magyarország regionális földtana. – Tankönyvkiadó 1–250, Budapest.
- KÜRTI I. 1981: A mállottság és a kőzetfizikai viselkedés összefüggése néhány hazai andezitnél. – 13. (Szilikátipari és szilikátudományi konferencia, II): 250–256, Budapest.
- LANTOS M. 1975: Geoelektromos módszerekkel végzett üregkutatás eddigi eredményei és további lehetőségei. (Városi pincerendszerek konferencia.) – MTE SZ kiadv.: 128–137, Pécs.
- LÉCFALVY S. 1976: Üdülőtérületek vízbeszerzése. – Műsz. Kiadó 1–103, Budapest.
- LÓCZY L. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. – A Balaton Tud. Tan. Eredm. I (1): 1–617, Budapest.
- LÓCZY L.–KOCH A. 1900: Magyarország áttekintő földtani térképe. M = 1:360 000. – Budapest.
- MÁREK I. 1979: Feltárt kőzetvagyon minőségi értékelése. – Mérnökgeol. Szemle, 24: 43–52.
- MAROSI S.–SZILÁRD J. szerk. 1969: A tiszai Alföld. Magyarország tájféldrajza 2. – Akad. Kiadó: 1–381, Budapest.
- MAROSI S.–SZILÁRD J. szerk. 1967: A dunai Alföld. Magyarország tájféldrajza 1. – Akad. Kiadó: 1–359, Budapest.
- MARTOS F. 1964: Víztartalom és közetzilárdság. – Bány. Kut. Int. Közlem. 9 (2): 66–84.

- MATULA, M.–DEARMAN, W. R. et al. 1979: Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part I: Rock and soil materials. – *Engineering Geol.*, 19: 364–371, Krefeld.
- MÉSZÁROS M. 1981: Az építő és építőanyagipari ásványi nyersanyagok földtani kutatásának helyzete és fő feladatai a VI. ötéves terv kezdetén. – *Szilikáttechnika*, 4–5: 87–91.
- MÉSZÁROS M. 1981: Az építő- és építőanyagipari nyersanyagok földtani kutatásának helyzete és perspektívái. – *Földt. Kut.* 26 (1): 3–8.
- MISKOLCZI L. 1973: Kéregmozgások vizsgálata szabatos szintezéssel. – Akad. Kiadó: 1–182, Budapest.
- MITÓK B.–SOLYMOSSI S. 1970: Építmények alapozása alábányászott területen. – *Előtervezés–Mélyépítés 1950–1970*. FTV kiadv.: 229–232, Budapest.
- MOLDVAY L. 1971: A balatonfelvidéki építésföldtani térképezés feltárási munkáinak tapasztalatai. – *Mérnökgeol. Szemle*, 10: 35–37.
- MOLDVAY L. 1977: Építésföldtani környezetvédelmi kérdések a Balaton térségében. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1975-ről: 277–282.
- MOLDVAY L. 1975: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M–34–XXXV. KISVÁRDA, L–34–V. MÁTÉSZALKA. – *Földt. Int. kiadv.*: 1–115, Budapest.
- MOLNÁR B. 1961: A Duna–Tisza közli eolikus rétegek felszíni és felszín alatti kiterjedése. – *Földt. Közl.* 91 (3): 300–315.
- MOLNÁR B. 1966: Pliocén és pleisztocén lehordási területek változása az Alföldön. – *Földt. Közl.* 96 (4): 403–413.
- MOLNÁR B. 1980: Hiperszalin tavi dolomitképződés a Duna–Tisza közén. – *Földt. Közl.* 110 (1): 45–64.
- MOSONYI E.–PAPP F. 1959: Műszaki földtan (Mérnökgeológia). – Műsz. Kiadó: 1–534, Budapest.
- MOYZES A.–SCHEUER GY. 1978: A dunaszekcsői magaspárt mérnökgeológiai vizsgálata. – *Földt. Közl.* 108 (2): 213–226.
- NAGY J. 1978: Pinceproblémák Magyarországon. – *Műsz. Terv.* 7: 4–7.
- NAGY J.–SZABÓ P. 1981: Városi pincerendszerek hatástalanításához alkalmazott technológiák műszaki-gazdasági értékelése. – *Műsz. Terv.* 7: 44–47.
- NÉMETH G. 1980: Az Újlaki III. bánya Jablonkai úti szakaszán bekövetkezett felszínmozgás vizsgálata. – *Mélyépítéstud. Szemle*, 30 (5): 195–206.
- ORAVECZ J. 1981: A Magyar-Középhegység fototektonikai vázlata. – *Földt. Közl.* 111 (2): 197–204.
- OZORAY GY. 1966: A mérnökgeológiai térképezés helyzete és kérdései az Alföldön. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1964-ről: 513–523.
- PAÁL T. 1976: A budai agyagok mérnökgeológiai összehasonlítása matematikai statisztikai alapon. – *Földt. Közl.* 106 (3): 229–256.
- PALOTÁS L. szerk. 1981: Mérnöki kézikönyv I. – Műsz. Kiadó: 1–926, Budapest.
- PAPP F. 1966: Műszaki közettan. – Tankönyvkiadó: 1–240, Budapest.
- PAPP F. 1968: Budapest mérnökgeológiai szempontból. – *Mérnökgeol. Szemle*: 7–24.
- PAPP F.–VITÁLIS GY. 1967: Magyarország műszaki földtana. – Tankönyvkiadó: 1–306, Budapest.
- PÉCSI M. 1971: A domborzati egyensúly megváltozása az ember műszaki-gazdasági tevékenysége következtében. – *MTA Biol. Tud. Oszt. Közl.* 14: 29–37.
- PÉCSI M. 1959: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalakítása. Földrajzi monográfiák III. – Akad. Kiadó: 1–345, Budapest.
- PÉCSI M. 1971: Geomorfológia mérnökök számára. – Tankönyvkiadó: 1–243, Budapest.
- PÉCSI M.–ÁDÁM L. et al. 1972: Magyarország geomorfológiai térképe. M = 1:500 000. – MTA Földrajztud. Kut. Int. kiadv. Budapest.
- PÉCSI M.–JUHÁSZ Á. 1974: A magyarországi csuszamlásos területek katasztere és térképi ábrázolásuk. – *Földr. Ért.* 23 (2): 193–202.
- PÉCSI M.–RÉTVÁRI L. 1980: A környezetminősítő térképezés problematikája. – *Földr. Közlem.* 28 (4): 295–307.
- RADÓCZ GY. 1981: Földtani és földtani vonatkozású térképfajták. Módszertani Közlemények 1. – *Földt. Int. kiadv.* 1–148, Budapest.
- RÁNER G.–MÉSZÁROS F. et al. 1975: Az Egerben végzett üregkutató mérések tapasztalatai. Üregkutatás geofizikai módszerekkel. (Városi pincerendszerek konferencia.) – *MTESZ kiadv.*: 81–122, Pécs.

- REMÉNYI P.–VARGA M. 1971: A földtani adottságok hatása lakótelepek alapozási költségeinek alakulására. – Mérnökgeol. Szemle, 7: 27–33.
- REMÉNYI P.–VARGA M. 1978: A területrendezés gazdaságossági számításai építésföldtani oldalról. – Mérnökgeol. Szemle, 22: 71–84.
- REMÉNYI P.–VARGA M. 1965: Hazai építési talajtérképek. – Földt. Kut. 8 (4): 36–42.
- REMÉNYI P.–VARGA M. 1970: Magyarország építésföldtani viszonyaira vonatkozó összefoglaló ismereteink a területrendezési tervekben. – Tankönyvkiadó: 1–103, Budapest.
- RÉTHÁTI L. 1977: Altalaj eredetű épületkárok. – Akad. Kiadó: 1–251, Budapest.
- RÉTHÁTI L. 1970: A mértékadó talajvízszint meghatározása. – Előtervezés–Mélyépítés 1950–1970. FTV kiadv.: 87–89, Budapest.
- RÉTHÁTI L. 1980: Magas talajvízállású időszakok összehasonlító elemzése. – Műsz. Terv. 7: 14–17.
- RÉTHÁTI L. 1974: Talajvíz a mélyépítésben. – Akad. Kiadó 1–497, Budapest.
- RÉTHÁTI L.–UNGÁR T. 1978: Nagyobb települések talajfizikai jellemzőinek statisztikai értékelése, Szeged példáján. – Építés-Építészettudomány, 10 (1–2): 97–115.
- RÉTHLY A. 1952: A Kárpátmedencék földrendései (455–1918). – Akad. Kiadó: 1–511, Budapest.
- RÓNAI A. 1956: A magyar medence talajvíze. Az országos talajvíztérképező munka eredményei. – Földt. Int. Évk. 46 (1): 1–245.
- RÓNAI A. 1972: A mérnökgeológiai térképezés feladatai az Alföldön. – Földt. Kut. 15 (4): 13–22.
- RÓNAI A. 1965: Földtani adatok felhasználása és értékelése a mérnökgeológiai térkép szerkesztésénél; térképszerkesztési alapfogalmak. – Mérnöki Továbbképző Int. kiadv.: 1–47, Budapest.
- RÓNAI A. 1975: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–34–X. BÉ-KÉSCSABA. – Földt. Int. kiadv.: 1–125, Budapest.
- RÓNAI A. 1967: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–34–VIII. KECSKEMÉT. – Földt. Int. kiadv.: 1–144, Budapest.
- RÓNAI A. 1972: Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében. – Földt. Int. Évk. 56. (1) 1–421.
- RÓNAI A.–BÓCZÁN B. 1961: Az Alföld talajvíztérképe. M = 1:200 000. – Földt. Int. kiadv. Budapest.
- RÓNAI A.–BÓCZÁN B. et al. 1974: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L–34–XV. SZEGED. L–34–XVI. GYULA. – Földt. Int. kiadv.: 1–190, Budapest.
- RÓNAI A.–MOLDVAY L. 1966: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L–34–IV. DEBRECEN. – Földt. Int. kiadv.: 1–116, Budapest.
- RÓNAI A.–SZENTES F. 1972: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L–34–VII. SZÉKESFEHÉRVÁR. – Földt. Int. kiadv. 1–179, Budapest.
- RÓZSA L. szerk. 1971: Alapozások kézikönyve. – Műsz. Kiadó: 1–1116, Budapest.
- RÓZSA L. 1978: Metró-alagútépítés okozta felszinsüllyedések. – Mélyépítéstud. Szemle, 28 (1): 1–12.
- SCHEUER GY. 1979: A dunai magaspartok mérnökgeológiai vizsgálata. – Földt. Közl. 109 (2): 230–254.
- SCHEUER GY.–TÓTH I.–NÉ 1981: Az emberi beavatkozás hatása az építéshidrológiai viszonyokra Budapesten. – Műsz. Terv., 7: 3–5.
- SCHEUER GY.–TÓTH I.–NÉ–SZENTIRMAI L.–NÉ 1980: Hidrológiai megfigyelések és tapasztalatok néhány budapesti felszínmozgásos területen. – Műsz. Terv., 7: 18–21.
- SCHMIDT E. R. et al. 1962: Magyarország vízföldtani atlasza. – Földt. Int. kiadv.: 1–73, Budapest.
- SCHMIDT E. R. et al. 1962: Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani atlaszához. – Földt. Int. kiadv.: 1–655, Budapest.
- STAUDINGER J. 1968: Bauxit és fedőrétegek kőzetfizikai jellemzői. – Bány. Kut. Int. Közlem. 12 (2): 31–40.
- STEFANOVITS P. 1981: Talajtan. – Mezőgazdasági Kiadó: 1–379, Budapest.
- STEFANOVITS P. szerk. 1977: Talajvédelem, környezetvédelem. – Mezőgazdasági Kiadó: 1–243, Budapest.
- SZABÓ I. 1976: Földtani kor és a kőzetfizikai jellemzők kapcsolata. – Földt. Kut. 19 (1): 15–23.
- SZABÓ I. 1976: Összefüggés telített agyagok lineáris zsugorodása és hézagtenyezője között. – Földt. Kut. 19 (1): 25–30.
- SZEBÉNYI L. 1977: Az építésföldtani dokumentációs térképek jelentősége. – Mérnökgeol. Szemle, 18: 8–12.

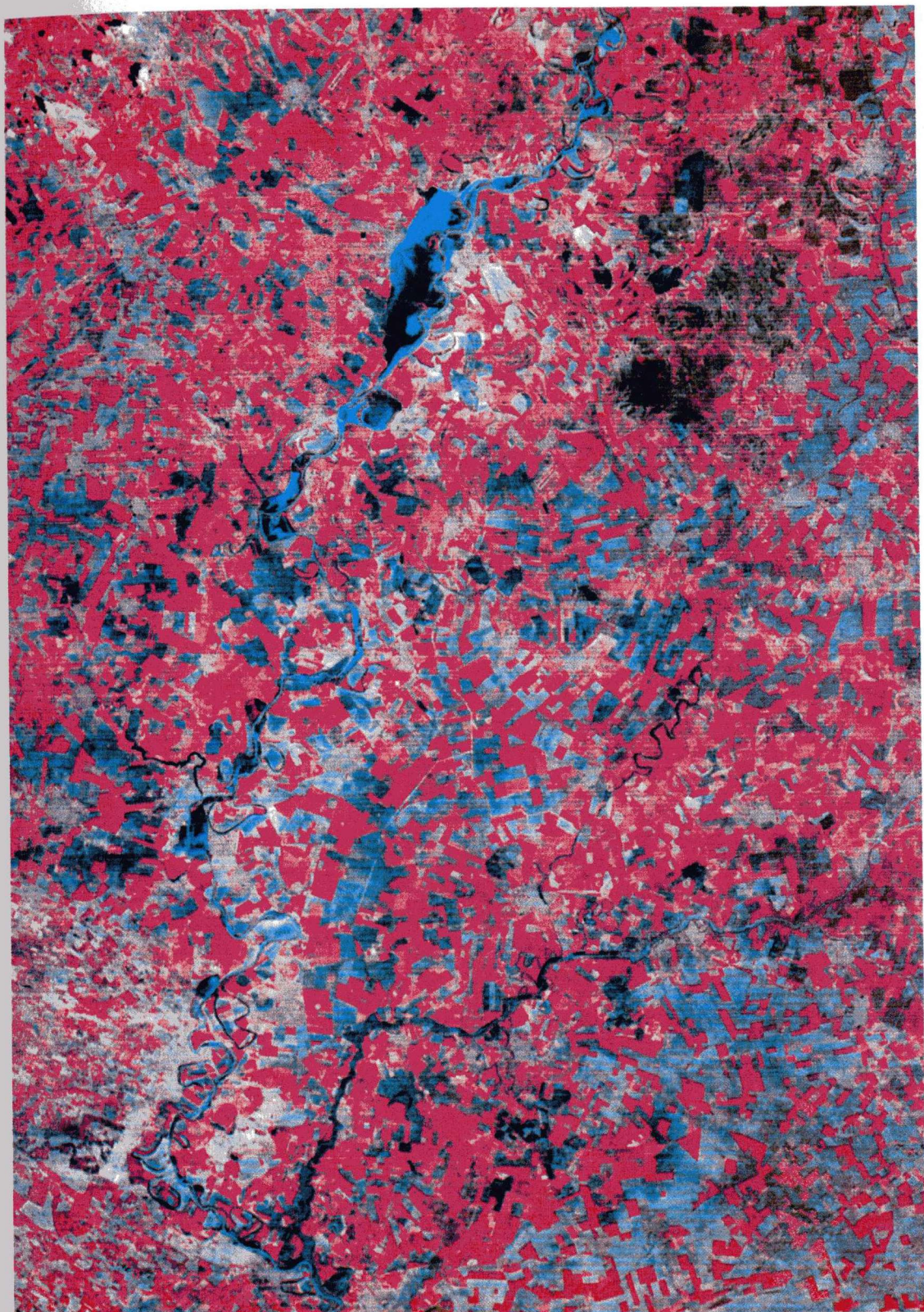
- SZEIDOVITZ GY.** 1978: Budapest földrengetés-veszélyeztetettségi térképeinek szerkesztésénél figyelembe vett szempontok. – *Mérnökgeol. Szemle*, 20: 7–14.
- SZENTES F.** 1968: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. – *Földt. Int. kiadv.*: 1–158, Budapest.
- SZÉNÁS GY.** 1965: A geofizikai térképezés földtani alapjai Magyarországon. – *Geofiz. Int. Évk. II*: 1–167.
- SZILÁGYI D.** 1975: A pécsi pincerendszerek városrendezési vonatkozásai, a pincék hasznosítási lehetőségei. (Városi pincerendszerek konferencia.) – *MTE SZ kiadv.*: 216–219, Pécs.
- SZILVÁGYI I.** 1965: Alapozások geológiája. – Tankönyvkiadó: 1–131, Budapest.
- SZILVÁGYI I.** 1965: A mérnökgeológia, építésföldtan fogalma, tárgyköre, vizsgálati módszerei, kapcsolata a földtani és mérnöki tudományokhoz. – *Mérnöki Továbbképző Int. kiadv.*: 1–12, Budapest.
- SZILVÁGYI I.** 1965: Szerves üledékek fizikai tulajdonságai. – *Földt. Kut. (2)*: 54–63.
- SZILVÁGYI I.–SZÖRÉNYI J.** 1974: Hazai felszínmozgások típusai és a felszínmozgások veszélyének figyelembevétele a településtervezésnél. – *Műsz. Terv. 7*: 18–20.
- SZÜCS J.** 1976: A mérnökgeológiai térképezés szerepe a településfejlesztés és ipartelepítés tervezésénél. – *Földt. Kut. 19 (1)*: 1–13.
- TÓTH I.-NÉ** 1978: Építésföldtani térképezés pincemegerősítésnél. (Városi pincerendszerek 2. pécsi konferencia.) – *MTE SZ kiadvány*: 77–82, Budapest.
- TÓTH I.-NÉ–SCHEUER GY.** 1978: Pécs város építésföldtani térképezése. – *Mérnökgeol. Szemle*, 20: 15–24.
- TÖRÖK E.** 1982: A nagyvarosi Duna-szakasz hordalék és üledék jellemzői. – *Ált. Földt. Szemle*, 17: 73–99.
- TÖRÖK E.** 1978: Természetes állapotú betonadalékanyagok minőségi és genetikai jellemzői. – *Építésügyi Tájékozt. Közpe.*: 108–135, Budapest.
- UDVARDY J.** 1980: Kő-kavicsbányák meddőinek vizsgálata és felhasználási lehetőségei. – *Építőanyag*, 32 (6): 226–232.
- UNGÁR T.** 1965: A rétegzonosítás üledékfizikai módszereiről. – *Hidr. Közl.* 45 (6): 253–258.
- UNGÁR T.** 1964: Löszfajták fizikai sajátosságai. – *Hidr. Közl.* 44 (12): 537–545.
- UNGÁR T.** 1967: Talajfizikai jellemzők statisztikai feldolgozása. – *Földt. Kut.* 10 (4): 32–37.
- URBANCSÉK J. szerk.** 1963, 1963, 1966, 1971, 1973, 1975, 1977, 1978, 1980, 1981: Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere I–X. – *VITUKI kiadvány*: 1–366; 1–700; 1–268; 1–309; 1–612; 1–536; 1–546; 1–548; 1–800; 1–363, Budapest.
- VADÁSZ E.** 1960: Magyarország földtana. 2. kiadás. – *Akad. Kiadó*: 1–647, Budapest.
- VARRÓ I.** 1965: Mérnökgeológiai térképezéshez szükséges kémiai alapismeretek. – *Mézn. Továbbképző Int. kiadv.*: 1–58, Budapest.
- VENDL A.** 1932: A kiscelli agyag. *Földt. Int. Évk.* 29 (2): 97–152.
- VÉGH S.-NÉ** 1967: Nemerécek földtana. – Tankönyvkiadó: 1–283, Budapest.
- VITÁLIS GY.** 1980: Építő- és építőanyagipari nyersanyagprognózis térképek szerkesztése. – *Építőanyag*, 32 (6): 214–220.
- VITÁLIS GY.** 1972: Magyarország földtani és vízföldtani tömbszelvénye. – *Hidr. Közl.* 52 (1–2): 1–5.
- WALLACHER L.** 1971: Miskolc építésföldtani térképezésének feltárási munkái. – *Mérnökgeol. Szemle*, 10: 39–43.
- WEIN GY.–MOLDVAY L.** 1973: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L–34–XIX. **MOHÁCS.** – *Földt. Int. kiadv.*: 1–97, Budapest.
- WILLEMS T.** 1973: A karbonátos kőzetek tektonikai töredezettsége és a vízbetörések közötti összefüggések a Dunántúli-Középhegységben. – *Bány. Kut. Int. Közlem.* 17 (1): 9–11.
- ZÁMBORI F.** 1975: A városgazdálkodás és városfejlesztés műszaki és gazdasági problémái Egerben a pincerendszerek következtében. (Városi pincerendszerek konferencia.) – *MTE SZ kiadvány*: 220–224, Pécs.
- ZOLLER J.** 1972: Völgyzárógáták mérnökgeológiai feltárásának műszaki-gazdasági tapasztalatai. – *Mérnökgeol. Szemle*, 11: 25–41.
- ZSILÁK GY.** 1965: Mérnökgeológiai térképezés módszerei. Térképek összeállítási módja, szerkesztési utasítások. – *Mézn. Továbbképző Int. kiadv.*: 1–85, Budapest.





*I. melléklet.* A Dunántúl ÉK-i része (Dunántúli-középhegység, Mezőföld, Dunavölgy, Balaton és a Velencei-tó). LANDSAT felvétel, 1978. VI. 2.





II. melléklet. A Tiszavölgy (Nagykunság, Jászság, Hortobágy, Kiskörei víztároló). LANDSAT felvétel, 1978. V. 31.