

Diss. B 378

AZ EOLIKUS ÜLEDÉKKÉPZŐDÉS TÖRVÉNYSZERŰSÉGEI.

DOKTORI ÉRTEKEZÉS.

Irta: Moldvay Loránd

Budapest, 1960.



Diss. B 378



Az eolikus üledékképződés törvényszerűségei.

Irta: MOLDVAY LORÁND.

Az "eolikus üledékképződés" c. dolgozatunkkal az eolikus üledékképződés elméletét igyekeztünk új eredményekkel kiegészíteni. A dolgozat, amely a magyarországi lőszkutatás kérdéseivel szorosan kapcsolódik, több év óta folytatott tanulmányok eredményeit gyűjti össze.

Eolikus képződményekkel foglalkozó irodalmunkat ezekben az években a lősz rétegtani szerepének és eredetének kérdése foglalkoztatja. Kriván P. szerint a lősz-összletekben megjelenő, vályogszalagokkal elválasztott lőszrétegek önálló időszakokat képviselnek és megfelelnek a Duna-Tiszaközi hátság futóhomokba ágyazódott lőszrétegeinek. Szerinte a lősz képződése más időszakban játszódott le, mint a futóhomoké, az egyik képződésének feltételei kizárják a másik képződésének feltételeit. A lősz-anyag szerinte távoli, a magyar medencén kívüli, a futóhomok pedig helyi eredetű.

Kádár L. véleménye ezzel ellentétes. Kádár szerint a lősz a futóhomok fáciése és a két képződmény egy időben keletkezett, helyi anyagokból. A kérdés vizsgálatát dolgozatunkban az üledékképződés törvényeinek vizsgálatára alapozzuk. Keressük, hogy a kétféle üledék, a futóhomok és a hullópár képződésében milyen kölcsönös kapcsolat ismerhető fel. Megvizsgáljuk pl. hogy a homokos lősz szemcseösszetétele levezethető-e az anyaüledékként feltételezett homok szemcseösszetételéből, számszerű pontossággal. Ha ez nem lehetséges, keletkezési kapcsolatáról nem beszélhetünk, a homokos lősz a vizsgált anya-üledéknek nem lehet fáciése.

Ilyen hitelességű bizonyítás azonban csak akkor lehetséges, ha részletesen megismerjük az üledékképző közeg tulajdonságait és pontosan felderítjük a képződés mechanizmusát. Dolgozatunkban megkíséreljük tisztázni ezt a folyamatot és módszertani szempontból értékelni. Kiindulunk egy-egy üledékszemcse ülepedési sebességének, lebegési tulajdonságainak vizsgálatából, majd áttérünk a szemcsetársulások kifejlődési viszonyainak tanulmányozására.

KÖLBL /1,2,/ vizsgálatai szerint a levegőben ülepedő különböző méretű szemcsék lefelé haladó nagyság szerinti sorrendben 0.05 mm-es szemcseátmérőig arányosan csökkenő ülepedési sebességet mutatnak, ez alatt az érték alatt azonban az esés aránytanul lelassul. Ez a jelenség azt eredményezi, hogy a 0.05 mm-nél kisebb szemcsék lebegtetéséhez aránytalanul kisebb levegőmozgás szükséges, mint a nagyobbakéhoz, ami a por-nagyságrendű szemcsék rossz ülepedési, illetve jó lebegési hajlamát bizonyítja. Az alábbi táblázat az egyes szemcsék átmérőjét és ülepedési sebességét adja meg, részben új mérések alapján:

<u>átmérő mm</u>	<u>ülepedési sebesség cm/ sec.</u>
0.01	2.8
0.02	5.5
0.05	16
0.06	50
0.1	167
0.2	250
2.0	500

A 0.06 mm ϕ fölötti szemcsék adatait Kölbl munkájából vettem, a 0.06 mm alatti szemcsék ülepedési sebességét kísérletileg határoztam meg. A kísérletet a következőképen végeztem.

Atterberg-féle iszapolási módszerrel elkülönítettük a 0.005-0.01, 0.01-0.02, 0.02-0.05 mm-es szemcsék csoportját. A szemcséket megszárítás után 1 m hosszú, alul üveghengerben végződő csőben ülepitettem. Az ülepitést úgy

végeztem, hogy az anyagból igen csekély mennyiséget papírlapon szétdőrszöltem és ezzel a papírlappal a cső felső, nyitott végét lezártam. A szemcséket ezután egyetlen ütéssel a csőbe szórtam. Az üveghenger megfelelő megvilágítása mellett ellenőriztem és közvetlenül mértem a szemcsék ülepedési sebességét.

A csoportokon belül tekintetbe vettem a felhőszertüen érkező szemcsék legelső csoportját és az uszályszertüen utána huzódó finomabb részt. Így az először és az utoljára érkező szemcsék adatai alapján meg lehetett becsülni a közbeeső szemcsék sebességét is. Már itt feltűnik, hogy a 0.05-0.02 mm közötti szemcsék ülepedési sebességében nincs lényeges különbség, a lebegési hajlam növekedése 0.02, de főleg 0.01 mm alatt észlelhető. /1.sz. ábra/

A mérést más módszerrel is ellenőriztem. Az anyagot 1 m hosszú nyitott papírcsőbe szórtam és 3-4-5-10-20 stb. másodperces várakozás után fekete papírt helyeztem alája. A papírra leülepedő szemcsék nagyságát mikroszkóp alatt mértem meg.

A 2. sz. ábra az esési sebesség változásáról tájékoztat 0-tól 2 mm-ig. Az ülepedési sebesség viszonylagos változását még jobban szemlélteti, ha a kisebb szemcsék esési sebességét elosztjuk az egy század egységnyi értékkel nagyobb szemcsék esési sebességével. Pl. a 0.05 mm-es szemcse esési sebessége 16/cm/sec, a 0.06 mm-es szemcséé 50 cm/sec; $\frac{50}{16} = 3.1$, vagyis a 0.05 mm-es szemcse 3.1-szer jobban szállítható, mint a 0.06 mm-es szemcse. Ugyanez az érték a 0.06 mm-es szemcse esetében 2, / a 0.06-os szemcse 2-szer jobban szállítható, mint a 0.07-es / a 0.04 mm-es szemcse esetében kb. 1.4,. Az értékeket a 3. sz. ábra mutatja.

Az értékhatárokat 0.01 mm-enként növekvő sorrendben kellett megválasztanunk, mivel a 0.01 mm-nél kisebb szemcsék esési sebességét jelenlegi módszereinkkel nem tudjuk megmérni. Így a 0.01 mm-nél

kisebb értékek viszonyszámait nem tudjuk ábrázolni, de az összefüggést elvileg meg tudjuk határozni; a 0-pont-hoz közeledő szemcsék esési sebessége végtelenül csekély érték felé közeledik, ami a 0-pontnál 0-értéket ér el. A keletkező hányados tehát végtelen. A 0.01 mm-es szemcse értékétől huzott görbe ennek megfelelően a függőleges tengellyel párhuzamos.

A növekvő szemcseátmérők irányában a viszonyszám az 1-es érték vonalához közeledik és azzal csaknem párhuzamos. Az 1-es értéket azonban igen nagy távolságban éri el, a 2 mm-es átmérőnél, ahol az esési sebesség a szabadesés sebességéig növekszik.

A 0.05 mm-es átmérőnél jelentkező csucs a feltétlen értelemben vett jól és rosszul lebegő szemcséket választja el. /A 0.00-0.05 mm közötti szemcsék legfeljebb 16 cm-t, a 0.06 mm-nél nagyobb szemcsék legalább 50 cm-t esnek másodpercenként. Az ábra arról is tájékoztat, hogy 0.05 mm körül és 0.02 mm alatt az átmérő csekély változása is aránytalanul megnövekedett sebességváltozást eredményez.

A két csoport viselkedése más szempontból is jellemző. A jól lebegő részecskék lebegőképességük révén könnyen diszpergálódnak, a rosszul lebegő részecskék jóval nehezebben. A szállítás mindenképpen diszperzió keletkezéséhez vezet. A szállító áramlás azonban sohasem egyenletes, hanem egyenlőtlen mértékben és egyenlőtlen ritmusban változó erősségű. A közeg diszpergáló képessége is ennek megfelelően változó: a diszpergáló-képesség ritmikus csökkenése elsősorban a nagyobb esési sebességű részecskék ritmikus visszaszóródását, egyuttal pedig a szemcsék egy részének ritmikus leülepedését eredményezi. A jelenség kapcsán mind a leülepedő, mind a tovább lebegő anyag szemcseösszetételének fejlődését figyelemmel tudjuk kísérni.

Jelentőséget kell annak is tulajdonítanunk,

hogy a jól lebegő szemcsék viszonyyszámainak értékei 0.02-0.05 mm között kisebbek. Ez azt jelenti, hogy az egységnyi átmérővel csökkenő szemcsék ülepedés közben kisebb késéssel követik egymást; éppen ezért az ülépedési feltételek kialakulása után is együtt maradnak és nehezen felbontható csoportot alkotnak. Ennek a csoportnak az alsó, 0.02 mm-es határa megegyezik a hullópor és lész uralkodó szemnagyságának alsó határértékével. A természetben azonban az alsó elhatárolódást nem ez a jelenség, hanem a kifújt anyagtól öröklött szemcseösszetételi tulajdonság okozza. A felső, 0.05 mm-es elhatárolódás azonban egyedül az ismerttetett aerodinamikai jelenségre, vagyis a lebegési hajlam megnövekedésére vezethető vissza. 0.02 mm alatt a lebegési hajlam fokozottabb növekedésére számítható, ami a felhalmozódásban fokozottabb elkülönülés alakjában szintén érezteti hatását.

Szállítás közben elfoglalt helyzete alapján a 0.05 mm alatti szemcséket alapcsoportnak, a nagyobb szemcséket kísérő csoportnak nevezzük. Kölbl szerint vízben 0.02 mm körül jelentkezik ehhez hasonló érték. Ha az értékeket kiszámítjuk, azt látjuk, hogy ott más jellegű változásról van szó.

Vizsgálataink szerint a vízben ülepedő szemcsék szállítási görbéjén sehol sincs közbeeső csucs, tehát a 0.05 mm-eshez hasonlítható értékhatár. Kölbl párhuzama a légi szállítású 0.05 mm-es szemcse és a vízi 0.02 mm-es szemcse viselkedése között csak annyiban helytálló, hogy vízben kb. 0.02 mm-nél kezdődik a szemcsék rohamosabb lassulása / 4. sz. ábra /. Nincs azonban élesen elkülöníthető jól és rosszul lebegő csoport, a lassulás 0.02 mm alatt is tovább növekszik, mint 0.05 mm alatt. A viszonyszámokat az 5. sz. ábra mutatja.

Ez a körülmény az üledékképződésben jellemzően érezteti a hatását. Ha vízben is jelentkezne 0.05 mm-nél a szállíthatóság rohamos javulása, majd megfelelő

↑
?

visszaesése, a folyóvízi kiöntésekben is éppolyan közönséges képződmény lenne a lőszével azonos szemcseösszetételű 0.05-0.02 mm-es szemcséket uralkodó mennyiségben tartalmazó üledék, mint a szárazföldön. Tény az, hogy ismerünk vízben, nagyobb tömegben elsősorban tengervízben képződött azonos szemcseösszetételű üledékeket is. Keletkezésük azonban csak rendkívül szabályozott, egyenletesen mozgó vízben lehetséges. Az osztályozódás vízben nem az ülepedési sebesség különbözőségéből, hanem a szállító és lerakó mechanizmus egyenletes működéséből ered.

A víznek tehát, mint üledékképző közegnek egyik legjellegzetesebb sajátossága az, hogy szállítóképessége a finomabb szemcsék irányában egyenletes ívben, visszaesés nélkül növekszik.

Az esési görbe a közegellenállás görbéje is. Levegőben 0.05 mm körül az átmérő vagyis a tömeg növelése azért hozza magával a gyorsulás nagymértékű növekedését, mert a növekvő erőhatással szemben ezen a ponton aránytalanul csökken a közeg ellenállása / 6.sz. ábra /. 0.05-0.06 mm között a tömeg növekedése kerekén 70 %, ugyanakkor az esés %-os gyorsulása, tehát a közegellenállás csökkenése 210 %.

A többi szemcsére nézve az arány így alakul:

Átmérő növekedése mm	a tömeg növekedése %	az esés gyorsulása, ill. a közegellenállás csökkenése / % /
0.01 - 0.02	700	90
0.02 - 0.03	237	51
0.03 - 0.04	137	39
0.04 - 0.05	95	39
0.05 - 0.06	70	210
0.06 - 0.07	60	96
0.07 - 0.08	50	29
0.08 - 0.09	43	18
0.09 - 0.1	37	12

Hasonló ellenállás-görbét kapunk akkor is, ha az átmérő helyett a szemcsék fajsúlyát növeljük. Végeredményben mindkét esetben a mozgató erőt növeljük, mert az ellenállás nagysága a mozgató erő nagyságától függ. Jelen esetben a mozgató erő a nehézségi erő, vagyis a tömegvonzás. Az elmondottakból következik, hogy abban az esetben, ha a föld tömeg-vonzása a jelenleginek kétszerese lenne, ugyanolyan levegőszűrűség mellett, a határérték is eltolódnék a felényi tömeg, tehát a 0.04 mm-es átmérő irányában. A keletkező lősznek a felső, osztályozottsági határértéke 0.05 helyett 0.04 mm lenne. Ha a tömegvonzás tízszeresére növekednék, ugyanez az érték 0.023 mm, ha tízedrészére csökkenne 0.11 mm lenne. A jelenleginél tízszer nagyobb tömegvonzás esetében tehát, - ha meggondoljuk, hogy a porkifúvás olyan anyagból történjék, amiben kevés a kifújható, kötetlen 0.01-0.02 mm-es szemcse - a pleisztocénben keletkezett lősz tömege az ismertnél jóval kisebb lenne. A lősz fő-tömegét alkotó 0.02-0.05 mm-es részleg ugyanis rossz lebegőképessége révén a futóhomokban maradt volna. Ha a tömegvonzás viszont tízedrésznyi lenne, jóval nagyobb tömegű lősz keletkezett volna. Az ismerttetett összefüggés alapján következtetéseket vonhatunk le az egyes bolygókon képződött por szemcseösszetételére vonatkozóan is.

Megjegyezzük, hogy a számításnál a tömeg változása mellett nem vettük figyelembe a térfogat változását. A feület növekedése miatt az ellenállás értéke növekszik és megfordítva csökken. A számított értékek tehát a nagyobb átmérő irányában kevésbé, a kisebb átmérő irányában jobban eltolódnak. Ezt a hatást csak akkor tudnánk pontosan meghatározni, ha azonos átmérőjű, de különböző fajsúlyú szemcsék esési sebességét hasonlitanánk össze. A 6. sz. ábrán feltüntetett görbe így tulajdonképpen a tömeg és az átmérő változásából eredő ellenállás-görbe és nem teljesen azonos a fajsúlyváltoztatással kialakuló görbével.

A közegellenállásnak azt a pontját, ahol a tömeg, vagy erő növekedése az esési sebesség ugrásszerű növekedését hozza magával, a közeg fizikai jellemzőjének kell tekintenünk.

A nyugvó levegőben mért ülepedési sebesség tájékoztat a szemcse lebegéséhez szükséges levegőmozgás értékről. Ez az érték pontosan azonos lehet a lebegéshez szükséges levegőmozgás értékével. Ha feltételezzük ugyanis, hogy az esési pálya tengelyében a levegő szabályosan felfelé áramlik és az áramlás sebessége pontosan akkora mint a szemcse ülepedési sebessége, a szemcse szükségszerűen nem ülepedik le, hanem lebeg. Ebből következik, hogy a lebegő test is állandó mozgásban, állandó esésben van, mégpedig azonos magasságu lebegés esetén ugyanakkora esésben, mint a nyugvó levegőben, csak éppen a földfelszínhez képest elfoglalt helyzetét nem változtatja, mert az esés irányával szemben áramló gázmolekulák taszító hatása azonos magasságban tartja.

Ülepedés közben is a molekulák taszító hatása alakítja ki az állandó ülepedési sebességet. Az ülepedő szemcse ázámtalan molekulába beleütközik, de tömegének nagyságánál fogva az útjába kerülő testeket kitérésre kényszeríti: noha a molekulák gyorsan kitérnek a szemcse útjából, tehetetlenségüknél fogva fékezik is. Bizonyos esési sebesség után a molekulák taszítása /"surlódása"/ olyan erőssé válik, hogy az ülepedő szemcse csak egyenletes sebességgel tudja folytatni útját.

Ha a levegő az ülepedési sebességnél kisebb sebességgel emelkedik, a molekulák taszítása kevés ahhoz, hogy a szemcse azonos magasságában lebegjen, ezért lassan, egyenletes sebességgel süllyedni kezd. A gázmolekulák és a szemcse között fellépő taszítás ettől függetlenül ugyanakkora marad, mint álló lebegés közben, de ez mindkét elem mozgásából ered. Az ülepedési sebességnek megfelelő áramlási érték egyuttal a szemcse függőleges megmozdításához

szükséges gyorsuló erő küszöb-értékének felel meg; ennél kisebb erő nem tudja megmozdítani, ennél nagyobb erő már fel is emeli.

Ha az áramlás sebessége nagyobb mint az ülepedési sebesség, kisebb taszító erőre van szükség, mert a szemcse az áramlással megegyező irányban mozogni kezd, mozgási energiát is képvisel. Minél erősebb az emelkedés, annál kisebb a taszítás. Elképzelhető olyan emelkedési sebesség is, amikor a taszítás csaknem teljesen megszűnik és a szemcse emelkedési sebessége is csaknem eléri a molekulák emelkedési sebességét. Ez elsősorban igen finom anyagnál, vagy igen nagy sebességnél lehetséges.

A taszítás mértéke tehát nem egyenletes, ugyanígy a molekulák és a szemcsék viszonylagos elmozdulásának mértéke sem. Az ülepedés kezdetén a taszítás és a sebesség gyorsuló mozgás folytán 0-ról valamilyen állandó értékre nő és ettől fogva állandó marad, noha a szemcsére továbbra is egyenletesen gyorsuló erő hat. Ülepedés közben a taszítás csak a szemcse mozgásából, süllyedő lebegés közben a szemcse és a molekulák mozgásából, azonos magasságu lebegés közben csak a molekulák mozgásából ered, de értéke állandó.

Emelkedő lebegés közben csökken a taszítás, a szemcse és a molekulák közötti elmozdulás is kisebb, de kizárólag a molekulák mozgásából ered. Ettől függetlenül az emelkedő szemcse is állandóan süllyed a molekulákhoz képest. Az emelkedő szemcsék nem a gázmolekulák emelkedési sebességét, hanem a molekulák emelkedési sebességéből és a szemcsék esési sebességéből eredő sebességet jelzik. Mindenesetre, a levegő mindig nagyobb sebességgel emelkedik, mint a benne lebegő test.

A lebegésre vonatkozó eddigi fejtegetéseink a merőleges áramlás szűkkörű és önmagában különleges feltételeire vonatkoznak. Felmerül tehát a kérdés, hogy a

* a gáz molekulák irányát nemcsak esetében

vízszintesen haladó szél miatt képes kifúvásra és anyagszállításra. Ez a kérdés ismert és az örvénylő mozgásra vezethető vissza. Ha az áramló molekulák kizárólag oldalirányban mozognának, csak mérhetetlenül erős áramlás tudná a levegőbe kerülő szemcsék leülepedését megakadályozni.

A 90° -nál kisebb szögben emelkedő áramlás hatását, a bekövetkező elmozdulás jellegét szerkesztéssel meg tudjuk határozni / 7 sz. ábra /. A 0.05 mm-es szemcse lebegtetéséhez pl. 16 cm/sec emelkedési sebességű áramlás szükséges, merőleges irányban $/v_1/$. Ha az áramlás szöge 45° -ra esik, a sebességnek 22.6 cm/sec-ra kell növekednie ahhoz, hogy a szemcse azonos magasságban maradjon, miközben 16 cm vízszintes utat is meg kell tennie $/a_1/$. A szemcsék ut-egyenesei és az áramló molekulák egyenesei közötti elmozdulás értéke 22.6 cm $/b_2/$. Ez az elmozdulás azonban nem egyértelmű a molekulák és a szemcse közötti elmozdulással, mint merőleges áramlás esetén $/b_1/$, ugyanis a szemcse, éppen a vízszintes mozgás következtében, követi is a molekulákat. Minél laposabb az áramlás szöge, annál nagyobb sebesség szükséges a lebegtetéshez $/v_2, v_3/$, a molekulák és a szemcse közötti elmozdulás azonban nem növekszik $/k/$. Az ábrából kitűnik, hogy vízszintes irányban igen nagy sebességű áramlás szükséges ahhoz, hogy a szemcse ne tudjon leülepedni és ebben az esetben az áramlás és az ut iránya egybeesik és a két elem sebessége is azonos.

Ha az áramlás szöge kisebb 90° -nál és sebessége nagyobb mint a lebegtetéshez szükséges érték, a szemcse az áramlás irányánál mindig valamivel laposabb pályán emelkedik. /8.sz.ábra c vonala/. Az emelkedés szöge csak végtelen nagy sebességnél, vagy igen kicsiny szemcsénél esik egybe az áramlás szögével.

Ha a sebesség ugyanolyan áramlási szög mellett kisebb, a szemcse ferde pályán ülepszik le $/d$ vonal/.

Ez a pálya annál inkább megközelíti a függőleges irányt, minél kisebb a sebesség. Az emelkedési, vagy esési pálya különböző áramlási szög mellett is egybeeshet, ha a sebesség ennek megfelelően változik. / l. c és d vonal metagáspontjait /

9.sz. ábránk különböző átmérőjű szemcsék utvonalát szemlélteti, azonos áramlási feltételek mellett. Az áramlás 45° -os szögben emelkedik, v_1 és v_2 sebesség mellett. v_1 sebesség esetén a 0.06 mm-es szemcse vízszintesen halad, a 0.05 és 0.02 mm-es szemcse emelkedik, a 0.1-es meredek szögben süllyed. Ha az áramlás sebessége v_2 -re növekszik, a vízszintesen haladó 0.1 mm-es szemcse kivételével valamennyi szemcse emelkedni kezd.

Miután a természetben az áramlás sebessége mellett az áramlás iránya is szakadatlanul változik, szállítás közben bonyolult pályák alakulnak ki. A lényeg azonban az, hogy az örvénylő mozgás is csak akkor tudja emelő szerepét betölteni, ha az adott áramlási szögnek megfelelő mozgási sebességet eléri. A tartós szállítás pedig csak akkor képzelhető el, ha ez a hatás tartós, vagy tartósan és megfelelő gyakorisággal ujrakeletkezik. Csak tapasztalati adatok alapján tudjuk megállapítani, hogy milyen haladási sebesség mellett keletkezik ekkora emelőhatás és a szélesebb sebesség növekedése, valamint az emelőhatás növekedése között milyen az összefüggés. Mérésekből tudjuk, hogy olyan lebegő rendszereket, amelyek a por mellett 0.1-0.2 mm átmérőjű szemcséket is tartalmaztak, másodpercenként 15-20 m-es sebességgel haladó szél szállította igen nagy távolságra.

Stokesnek a szemcse görgetéséhez szükséges gyorsuló erő és a szemcseátmérő közötti viszonyt kifejező képlete szerint: $P / \text{erő} / = 6 \pi \cdot \text{sűrűségi állandó, sugár, szélesebbesség}$. Szerinte az adott sugárnál nagyobb sugaru homokszemeket ez az erő nem tudja megmozdítani, a kisebbeket azonban már felemeli. Stokes képlete

azonban nem veszi tekintetbe a közegellenállás kritikus pontját és homályban hagyja a szélsébség és az emelőerő közötti összefüggést. Ha meggondoljuk, hogy egy gömb-alaku, alig surlódó, vagy egyáltalán nem surlódó test görgetéséhez jóval kisebb erő szükséges, mint felemeléséhez, kitűnik, hogy a test görgetését már az az erő is elvégzi, ami a testet emelő erőnek csak a töredéke. Ha az emelés és görgetés közötti párhuzamot akarjuk megvonni, csak olyan surlódási feltételeket szabhatunk, amilyenek a levegőben való emelkedés közben fellépnek. Ebben az esetben pedig a mozgatás irányában fellépő surlódásról alig beszélhetünk; a gázmolekulák és a szemcse között fellépő surlódás a szemcsére nézve nem fékező, hanem mozgóerő.

A szemcsét görgető erő nagysága tehát legfeljebb a görgetés szempontjából küszöb-érték. Ettől az értéktől azonban még messze van a szemcse felemeléséhez szükséges erő küszöb-értéke. Emellett a két erőt csak akkor vethetjük össze, ha mindkettő azonos irányu, tehát emelő értelemben hat.

Gyakorlatilag csak arról beszélhetünk, hogy milyen szélsébség mellett jelentkezik olyan erős emelő irányu molekula-mozgás, ami a szemcse kimozdítását és felemelését eredményezi. Ha meggondoljuk, hogy a "görgetés" a valóságban jóval nagyobb surlódást leküzdő mozgatás, gyakorlatilag a két küszöb-érték közelebb kerülhet egymáshoz, egymást elérheti, sőt át is lépheti /pl. nagyobb szélsébség kell a szemcse kimozdításához, mint felemeléséhez/. Ezek a feltételek azonban képletszerű kifejezéshez nem adnak alapot.

Az ülepedési sebesség alapján tehát a különböző nagyságú részecskék viselkedése között határvonalat húzhatunk, amint szállításra és ülepedésre kerül a sor, elsősorban a 0.05 mm-es értékhatár alapján.

Kevert szemcseösszetételű üledékek a kifuvás kezdetén elkülönülnek egy lebegő, mozgékony, ülepedés közben nagy ellenállásba ütköző csoportra és egy térszínhez kötött, általában görgetett csoportra.

A két csoport utját és az üledékképző közeg állapotváltozását egyetlen elemi üledékképződési szakaszon végigkísérve az alábbi megállapításokra jutunk.

A görgetett csoportra jellemző, hogy a térszín síkjában mozog, mozgási energiát képvisel és a megtett ut, valamint a szállítóerő hatása között közvetlen kapcsolat keletkezik; a surlódás folytán mindig kénytelen azon a helyen megállni, ahol az energia hatása megszűnik. A megtett ut tehát meghatározható a szállítóenergia ismeretében.

A lebegő csoport viszont felemelkedik a föld felszínéről, nemcsak mozgási, hanem helyzeti energiát is képvisel. E két összetevő jelenléte egyuttal azt is jelenti, hogy a lebegő csoport szállítása egyidejűleg nem történhet ugyanabban az övben, ahol leülepszik. A megtett ut és a szállítóerő hatása között nincs közvetlen kapcsolat, mozgási folyamata nem azon a helyen fejeződik be, ahol a szállítás megszűnik, hanem ahol a szállítás közben nyert helyzeti energia elfogy. Ahol pedig helyzeti energia van, ott számszerűen kifejezhető magasságkülönbség is van, ami esetünkben a lebegő csoport szállítás közben elért magasságát jelenti. Az áramlás megszűnésekor ez az érték megfelel az ülepedési övnek nevezhető levegőréteg vastagságának.

Az ülepedési öv kialakulásának jelensége különösen a jó lebegőképességű szemcsék esetében domborodik ki. A nagyobb szemcsék gyors leülepedése után a por-részecskék leülepedése még nyugvó levegőben is lényeges, legalább háromszoros, 0.02 mm alatt pedig 17-szeres késéssel következik be, ami a szállító közeg port hordozó és

pormentes öveinek kialakulását eredményezi.

A lebegő csoport mozgási folyamata tehát lényegesen különbözik a görgetett csoport mozgási folyamatától, szállítása mindig a térszin fölött helyet foglaló magasabb levegőövben történik, amely alatt ülepedési öv helyezkedik el. Az elmondottakat a 10.sz. ábra szemlélteti.

A vázlat természetesen nem a szállító szél kiszámítható utvonalt, vagy a légköri folyamatok leegyszerűsítését jelenti, hanem a szállítás elemi következményeit. A természetben kialakuló képet a légkör folyamatai határozzák meg, de az alapfeltételeket ezek sem módosítják. Az ülepedési öv kialakulása a porfelhalmozódás legfontosabb feltétele a legkisebb, helyi jelentőségű képződéstől a kontinentális méretű képződésig. Ez a feltétel azonban különböző légköri feltételek mellett valósulhat meg. Róna Zsigmond / 11, 12, / az 1896. és 1901. évi porhullás alapján a légköri feltételek két főtypusát már megvilágította. Szerinte az 1896. évi porhullást, amelynek anyagát a Delibláti homokpusztáról származtatják, heves kossava szélvihar okozta. A port a kifuvó szél vitte magával és később, főleg a Dunántul területén ez rakta le. Ebben az esetben tehát, noha légkörtani értelemben egy rendszer kereteiről van szó, üledékképződési értelemben a kereteken belül egymás alá rendelt övek kialakulásáról kell beszélnünk, amelyek méreteit és jellegét a kifuvás hevessége, az áramlás ereje, iránya, stb. szabta meg. ^x

Az 1901. évi szaharai eredetű porhullás anyagát kifuvó szél Róna szerint csak kezdetben vett

^x/A lebegő portömegnek a kifuvás és ülepedés közötti időszakban minden esetben maga mögött és maga alatt kell hagynia olyan levegőövet, ami nem tartalmaz port. Ez szükségszerűen következik abból, hogy az áramlás gyengülésével a por kifuvása abbamarad és a közbeeső levegőteret legfeljebb a gyorsan ülepedő 0.05 mm-nél nagyobb szemek töltik ki. Így élesen körülhatárolt, zárványszerű, elszigetelt portömeg keletkezik, ami a földfelszínnel való kapcsolatát teljesen elveszíti/.

részt az anyag szállításában. A nagy magasságra felemelt port az előbbtől függetlenül kialakult, magasban áramló szélrendszer szállította tovább. A szemcsék által megtett pálya ebben az esetben is ugyanolyan, mint az előbbi esetben, de a szállítási és ülepedési öv légkörtani értelemben is elhatárolható, a kettő határa önálló szélrendszerek határával esik egybe.

Tekintve, hogy a lebegési pálya lefutása minakét esetben ugyanolyan, nem szükséges tovább vizsgálnunk, hogy a glaciális porhullások idején az előbbi vagy az utóbbi légköri feltételek uralkodtak-e; inkább az arányok, a képződés legkisebb térbeli kereteinek megállapítása szükséges. Számunkra egyelőre az a legfontosabb, hogy egyes esetekben lösz-szemcseösszetételi vizsgálatokkal is igazolható az ülepedési öv kialakulásának jelensége.

Az eddigi jellemzéshez még annyit kell hozzáfűznünk, hogy a lebegő anyag, a gyakran több ezer km utat megtett hullópor is ritkán éri el az osztályozottság olyan tökéletes fokát, amelyet az ülepedési sebességben mutatókozó lényeges különbség alapján várhatnánk. Összetétele nem teljesen azonos a 0.05 mm alatti résszel, hanem különmemű, amivel ellentétes tulajdonsága, 0.05 mm-nél nagyobb és kisebb szemcséket is magába foglal. Általános jelenség, hogy a 0.05 mm alatti, jó lebegőképességű részhez jelentős mennyiségű 0.05-0.1 mm közötti átmérőjű szemcse és nem ritkán kevés 0.1-0.5 mm közötti átmérőjű szemcse is csatlakozik. Ezek a szemcsék egyre fogyatkozó mennyiségben ugyan, de sokszor végigkísérik a 0.05 mm ϕ alatti részt, amihez a lebegő, vagy tapadó iszap és agyag-fínomságu részecskéket is hozzászámítjuk.

Az alábbi táblázat Miháltz / 9 / vizsgálata alapján az 1941. évi porhullás egyik szegedi mintájának szemcseösszetételét mutatja. / Szeged, Egyetemi tetőterrasz/.

0- 005	0.005- 0.001	0.001- 0.02	0.002- 0.005	0.005- 0.01	0.01- 0.02	0.02- 0.05	0.05- 0.1	0.1- 0.2	0.2- 0.5	mmØ
01	2.8	4.03	4.87	6.99	16.0	58.0	3.07	2.33	0.85	suly %

Schafarzik /10/ szerint az 1901.évi, szintén szaharai eredetű hullópor tulnyomólag 0.0013-0.04 mm átmérőjű szemeket tartalmazott, de kevés szemcse megközelítette a 0.067 mm-es átmérőt, a váchartyáni mintában pedig egy db 0.11 mm átmérőjű szemcsét is találtak. Becke táblázatát közöl több, ugyanez időben lehullott ausztriai porról. A táblázat az uralkodó és a legnagyobb szemnagyságot tünteti fel. Ezt ismertetjük Häpke /Bréma/, Barac /Fiume/ és Schafarzik /Váchartyán/ adataival együtt.

Hely	uralkodó szemnagyság mm Ø	legnagyobb szemnagyság mm Ø
Kufstein	0.001-0.03	0.08
Zell am See	0.001-0.02	0.08
Judenburg	0.001-0.03	?
Greifenburg	0.001-0.03	0.13?
Arnoldstein	0.001-0.025	0.05
Kirchbach	0.001-0.032	0.1
Pontafel	0.001-0.03	0.11?
Tarvis	0.001-0.03	0.07
Görz	0.001-0.025	0.075
Lessina 1901	0.001-0.02	0.07
Lessina 1879	0.001-0.03	0.07
Bréma	0.001-?	0.1
Fiume	0.001-0.051	0.113
Váchartyán	0.0013-0.04	0.11

Ezek az elemzések mikroszkópi szecceszámláló módszerrel készültek suly % számítás nélkül, ezért az uralkodó szemnagyság a 0.001 mm-es átmérő irányában tolódik el, a szemcsék száma ebben a tartományban a legnagyobb. Ugyanílyen megoszlást kapunk akkor is, ha a legújabb hullópor -

elemzések súlyszázalék-értékeit szemcse-szám értékekre átszámítjuk. Az alábbi táblázat és ábra a Szegedi Egyetem tőteraszára lehullott 1941. évi por átszámított értékeit mutatja, 2.7 fajsúlyu, közepes átmérőjű, gömbalaku szemcsékre vonatkoztatva.

mm ϕ	súly %	<u>darab szem-</u> <u>cse gramm</u>
0.2 - 0.5	0.85	140
0.1 - 0.2	2.33	4.884
0.05- 0.1	3.07	51.510
0.02- 0.05	58.00	9,570.956
0.01- 0.02	16.00	33,542.976

Szembetűnő, hogy a 0.05 mm ϕ felett a szemcsék száma alig észrevehető mennyiséggé csökken. Ugyanakkor 0.01 mm irányában rohamosan növekszik, noha a súlyszázalék értéke csökken. /11. sz. ábra/

Végül még egy, szintén korszerű vizsgálatok alapján készült hullópor-elemzést idézünk: "Kansas, 1939. Swineford és Frye elemzése" /7/.

0.0- 0.00098	0.00098- 0.00195	0.00195- 0.0039	0.0039- 0.0078	0.0078- 0.0156	0.0156- 0.0312	mm ϕ
5.55	2.67	5.31	3.89	5.63	24.41	súly%
0.0312- 0.0625	0.0625- 0.125	0.125- 0.25	0.25- 0.5	0.5- 1.0	1.0- 2.0	mm ϕ
41.85	8.45	1.64	0.38	0.19	0.04	súly%

Figyelembe kell vennünk, hogy a hullópor-elemzések tulnyomó része, még igen jól osztályozott és a legmegbízhatóbban gyűjtött anyagban is kimutatott 0.05 mm feletti részecskéket. Felmerül tehát a kérdés, hogy lebegés közben és az esetek t tulnyomó részében miért nem jöhet létre tökéletes elkülönülés?

Az alapfeltétel az, hogy a kifuvó áramlás erőssége sohasem egyezhet meg azzal a küszöbértékkel, ami éppen csak a porszemek lebegő állapotának biztosításához szükséges, hanem annál sokkal erősebb, olyan erős, hogy a 0.1 mm-nél nagyobb szemcséket is magával ragadja. A por kifuvása laza, de jóval nagyobb szemcséket tartalmazó üledék nagyobb szemcséinek felemelése közben történik. A kifuvás tehát nem termel a hullópor összetételével még közel azonos összetételű anyagot sem. Az osztályozódás tartósabb lebegése után jön létre, amikor az időnként nyugodtabb levegőben a lebegő anyag a durvább részek egy részét elveszíti. Ettől függetlenül a levegő szállítóképessége még mindig a viszonylag durvább részek szállításához szükséges energiával is vonatkozásba hozható.^x

A lebegő 0.05 mm-nél kisebb és nagyobb szemcséket tehát külön csoportonként kell kezelni, nemcsak azért, mert a két csoport között lényeges különbség van ülepedési hajlamban, még akkor is, ha együtt érkeznek, hanem mert éppen a durvább szemcsék csatlakozásának és állandó kísérő szerepének ténye alapján feltételezhetjük, hogy a 0.05 mm alatti részecskék az ülepedési öv kialakulásának helyéig maradéktalanul, vagy csaknem maradéktalanul megér-

^x Miháلتz / 9 / adatai alapján kiszámíthatjuk, hogy 1941-ben Szeged belterületére milyen tömegű lebegő anyag hullott le. Az összes mennyiség 27 tonna volt. Ebből:

1.4 mázsa	0.2 - 0.5 mm ϕ	középszemű homok
6.2 "	0.1 - 0.2 mm ϕ	aprószemű homok
1.4 tonna	0.05- 0.1 mm ϕ	finomszemű homok
24.8 "	0.05 mm ϕ alatti	por.

A jól lebegő rész mennyisége tehát kerekén 24.8 tonna, a rosszul lebegő rész mennyisége 2.2 tonna volt.

keznek, tehát a lebegő csoport nem változó, vagy alig változó. részét alkotják. A szállítás távolságának és a felhalmozódás helyének értelmezésénél elsősorban ezt a csoportot kell figyelembe vennünk. Ezért megkülönböztetésül a lebegő csoporton belül a 0.05 mm-nél kisebb szemcsék csoportját alapsoportnak, a nagyobb szemcsék összességét kísérő csoportnak nevezzük.

Az 1941 évi hazai porhullás adatai szerint a hullópor csupán alapsoportra szorítkozó tökéletes osztályozódása is létrejöhet. Ez a jelenség az üledékfelhalmozódás területén, az általános ülepedési feltételek kialakulása után, nyugodtabb körülmények között lejátszódó helyi jelenség volt. Erre a kérdésre még visszatérünk.

A kísérő csoport csatlakozása a tulajdonképeni porszemcsékhez és ennek állandó kísérőszerepe tehát azt bizonyítja, hogy a kifúvás erős széláramlás következménye. Másrészt azt bizonyítja, hogy a 0.05 mm-nél kisebb szemcsék szállításához szükséges energia mindig, vagy csaknem mindig fölöslegben van, tehát a természetben kialakuló körülmények között a 0.05 mm-nél kisebb szemcsékre nézve még a mérésekkel rögzített értéknél is rosszabb ülepedési hajlamot / egyenértéket / ill. a leülepedés lehetőségének csaknem teljes megszűnését tételezhetjük fel. A jelenség a lebegő por-részeknek szinte a szállító közeggel való tökéletes elegyedését, eggyéválását jelenti. A finomabb szemcsék egyébként is mozgékonyabbak és erőteljes szállítás közben egyre jobban követik az áramló molekulák útját /9.sz. ábra/.

Ezzel kapcsolatban tisztázásra szorul a mozgó levegő szállítóképességének kérdése, annak az időben lejátszódó változásnak az oka, ami a kísérő csoport mennyiségének a megtett úttal, de nem kimondottan az átmérő növekedésével arányos csökkenésében nyilvánul meg. A jelenséget fokozatosan gyengülő légáramlás nem okozhatja,

mivel nem egyszerűen a szemcsék fokozatos finomodásáról, hanem a durvább részek egymáson belül bizonyos mértékig változatlan arányu mennyiségének fokozatos csökkenéséről; a 0.05 mm-nél kisebb szemcsék viszonylagos feldúsulásáról van szó. Ezért a szállítóenergia nem fedi teljesen a szállítóképeség fogalmát.

A szállítóképeséget csak a szállítótevékenység időben és térben lejátszódó szakszos változásai alapján határozhatjuk meg. Feltételezzük, hogy erőteljes szállítás közben a különböző méretű szemcsék között semmiféle osztályozódás, térbeli széttagolódás nem lehetséges, a teljes lebegő csoport diszperz elegyet alkot a gázmolekulákkal. Meg kell jegyeznünk, hogy az elegyedés tulajdonképpen sohasem tökéletes és tartós, hiszen az áramlási kép, az emelő képesség szakadatlanul változik. Egyszerűbb azonban, ha szállítás közben elegy, vagy egyensúlyi állapotról beszélünk, ami a szélsébség csökkenése miatt időnként megbomlik. Ilyenkor a durvább szemcsék kiválnak az elegyből, a mozgó légtömeg legalján elhelyezkedő szemcsék magából a rendszerből is. Ezzel egyidőben természetesen a legfelül elhelyezkedett homokszemek is ülepedni kezdenek, azonban valamennyiük leülepedése egy mozzanaton belül alig lehetséges, mivel a szélsébség minduntalan megnövekedése szakadatlanul helyreállítja a rendszeren belüli egyensúlyt.

A leírt jelenséget tehát csak akkor tudjuk elképzelni, ha feltételezzük, hogy a szállító levegő csak időnként veszít sebességéből, ill. emelőképeségéből és a szállítási öv térben, de különösen függőlegesen jól tagolt. Ebben az esetben ugyanis a légáramlás gyengülésének intervalluma nem lépi túl azt az időt, ami valamennyi durvább rész hirtelen elkülönüléséhez vezetne. Ebből következik, hogy - folyóvízi szállítási nevezéktannal élve - a szél alsószakasz-jellegéről, legalább is fokozatosan kialakuló alsó-szakasz jellegéről a szállítás utvonala

nem lehet beszélni, mert nem lehet szó egyenletes gyengülésről. A lehullott homoktartalom azt mutatja, hogy a levegő szállítóképessége az ülepedés megkezdésének pillanatában még türelten és a felhelmozódás hirtelen következik be.

Az eddig elmondottak alapján az alábbi következtetéseket foglalhatjuk össze.

1./ A lehullott porban jelentkező homok azt bizonyítja, hogy a lebegő por a kifuvás és ülepedés helye közötti utat veszteség nélkül, vagy csekély veszteséggel tette meg.

2./ Együttel bizonyíték arra nézve is, hogy az alapszoport leülepedése az első olyan mozzanat, amikor az áramlási körülmények gyors, gyökeres, a szállítás utvonalaán sehol nem lehetséges fordulata következett be.

3./ A leülepedést nem a megtett ut hosszúsága eredményezte, hanem az áramlási viszonyok gyökeres megváltozása.

A kifujt por terjedésének azok a hirtelen fordulatok vetnek gátat, amik nélkül a szállítás továbbfolytatódnék. Az anyag összetétele azonban szállítás közben is változik, finomodik még akkor is, ha a szél háladási sebessége nem csökken, tehát szállítóképessége sem csökken. A leülepedés és a megtett ut közötti viszonyt ebből a szempontból is meg kell határoznunk és itt első sorban irodalmi adatokra kell hivatkoznunk. Udden /3/ pl. meghatározta, hogy a közepesen erős szél a különböző nagyságu szemcséket milyen messzire képes szállítani. Ez a meghatározás azonban félreértésen alapul és csak egy szempontból következetes: különböző utat megtett különbözőképen osztályozott pormintákat hasonlított össze és az uralkodó szemcse nagyságából következtetett a szállítás távolságára. Más azonban uralkodó szemcséről és más

adott szemcse szállíthatóságáról beszélni. A jelenséget csakis^a lebegőrendszer és a szakadatlan fejlődés szempontjából lehet megítélni és egyetlen homokezem szállíthatóságának távolságát összefüggéseiből kiragadva nem lehet meghatározni. A "közepesen erős szél" nyilvánvalóan minden szakaszán egyenlő szállítóképességű, ennek ellenére a durvább szemcsék egyrészét állandóan lerakja, egyrészt pedig állandóan továbbszállítja.

A szállító levegő ennél fogva ahhoz a lyukas szekérhez hasonlítható, amelyen keresztül az anyag egyrésze elfolyik. A veszteség mértéke adott cél esetén, a szekér sebességétől függ: ha a levegő egyenletes sebességgel mozog is, az örvénylő mozgással járó emelőképeség - változás folytán a szemcsék egy része, elsősorban a durvább szemcsék - a magasban áramló levegőben időnként elégséges emelőerő nélkül maradnak és leülepednek. Nagy szállítóképességű szélben ennek a lehetősége kisebb, tehát az adott időre vagy útdarabra eső anyagveszteség is kisebb, következésképpen a célponthoz szállított anyag is nagyobb tömegű és durvább. A szállítóképesség tehát, ami kb. megfelel a szél erőnek vagy a szélesebességnek, az anyagveszteség nagyságával vagy a finomodással kifejezhető érték.

A gondolatmenetből következik, hogy kiszámítható a lebegő anyag szemcseösszetételének változása is, ha ismerjük a kiinduló anyagot.

4./ Miután az alaps csoport és a kísérő csoport összességébőlállítás közben elsősorban a kísérő csoport-hoz tartozó szemcsék ülepedhettek le, törvényszerűnek tekinthetjük, hogy a nagyobb utat megtett lebegő anyagból csak kétféle, szélső csoportba tartozó üledék keletkezik: homok és por. A kettő közül felhalmozódásról tulajdonképpen csak a por esetében lehet beszélni. /Ez egyes esetekben vonatkozik a löszre és a futóhomokra is. Löszös homokról, mint átmenetet kifejező képződményről általában nem lehet

beszélni; gyakran csakis por és homok váltakozó lerakódásából keletkezhet, tehát nem egyazon, vagy azonos módon ismétlődő üledékképződési szakasz terméke /Kriván/. Erre a vitatott kérdésre még visszatérünk, miután más oldalról is megvilágításra szorul/.

Az egyes porhullások adatai lehetővé tesznek további következtetéseket is. Az 1941-ben lehullott por D-ről É-nak haladva fokozatosan finomodott, az alapsorozat fokozatosan önmagában jelent meg, kísérő szemcsék nélkül; legészakabbra, Miskolcon, az alapsorozatban belül is osztályozódás zajlott le, ami tulajdonképpen 0.01-0.02 mm közötti szemcsékből álló, jól osztályozott, tökéletes löszgörbét adó üledék kialakulását eredményezte. A miskolci minta összetétele Miháltz /9/ szerint a következő volt:

0.0 - 0.002	0.002 - 0.005	0.005 - 0.01
2.68	9.61	24.01
0.01 - 0.02	0.02 - 0.05	0.05 - 0.1 mm
50.77	12.93	-
		súly%

Hasonló összetételű hullóport említ Kölbl /1/ Bukovinából és Uáden /3/ New-York-ból. A fokozatos finomodással az 1901. évi porhullás ismertetői is foglalkoznak. Az 1941 évi porhullás azonban különleges, eddig nem észlelt jelenségre hívja fel a figyelmet és különlegessége abban nyilvánul meg, hogy a finomulás alig 150 km átmérőjű területen következett be, vagyis a felhalmozódás területén.

Miháltz /9/ térképen tüntette fel a porminták gyűjtési helyét és a megfelelő egyenlő középszem nagyságokat vonalakkal kötötte össze. Az adatok azt mutatják, hogy a középszem nagyság Szegedtől Miskolcig 0.032 mm-ről

0.013 mm-re csökken. A közép szem nagyság csökkenése azonban nem arányos a távolsággal, a finomabb szemcsék egyre távolabb ülepedtek le. Ha a 0.03-as és 0.02-es vonal közötti távolságot 1-nek vesszük, a 0.02 és 0.015 közötti távolság kb. 2 és innen a távolság a feltételezett 0.01 mm-es értékig még tovább növekszik kb. 4-re. / 12 ábra /.

A jelenség megerősíti azt a megállapítást, hogy 0.02 mm körül a szemcsék lebegési hajlama erősebben növekedni kezd. A közép szem nagyság csökkenését ugyanis a kisebb szemcsék ülepedésének lassulása okozza. Az ülepedési távolság aránytalan növekedését pedig ebben az esetben az ülepedési sebesség fokozottabb lassulására vezethetjük vissza. Nem valószínű, hogy közben az áramlás szállítóképesége növekedett volna és éppen ilyen arányban. Ellenkezőleg ilyen körülmények között a levegőtömeg haldadásának lassulását tételezhetjük fel. A jelenség azt is megerősíti, hogy 0.02 - 0.05 mm között az ülepedési sebesség nem változik lényegesen, emiatt ez a csoport nehezen osztályozódik. Ez a nehezen felbontható csoport.

Az ábra arról is tanuskodik, hogy felhalmozódás közben a 0.02 mm alatti részecskék egy része egyre nehezebben, egyre távolabb ülepszik le, ennek következtében a felhalmozódás területének határa is egyre inkább elmosódik. A hullópor és löszfélék osztályozottság szempontjából megadható 0.02, 0.01 mm körüli alsó határát tehát bizonyos mértékig az ennél kisebb szemcsék igen rossz ülepedési hajlamának is tulajdoníthatjuk, amennyiben egyrészt szerteszóródhat a por tulnyomó tömegének felhalmozódási területén kívül is. Ennek a jelentősége azonban, sőt a szétszóródás valószínűsége is igen csekély. Felhalmozódás közben ugyanis olyan nyugalmi szakaszok alakulnak ki, amikor a legfinomabb részecskék szinte teljes tömegben kénytelenek a 0.01 - 0.05 mm közötti részhez csatlakozni és vele együtt leülepedni. Ez akkor tűnik szembe legjob-

ban, ha a középszem nagyság helyett a 0.02 mm feletti részeszel együtt leülepedő iszaprész mennyiségét vesszük számításba.

A 0.01 mm alatti szemcsék kis mennyiségét leginkább az magyarázza, hogy az eredetileg kifujt anyag sem tartalmazhat nagyobb mennyiséget ezekből a szemcsékből, éppen az erős megkötő hatás miatt, ami kifuvást lehetetlenné tenné. A tapadó hatásnak jelentőséget kell tulajdonítanunk, mind a kifuvás, mind a keletkező üledék szemcseösszetétele és lösszé válása szempontjából. A kifujt anyag csak kis adhézióju lehet, ami elsősorban az iszap és agyagrészecskék csekély mennyiségét tételezi fel.

A 0.01 mm körüli alsó határ anyagtermeléssel összefüggő jellegét jól bizonyítja, hogy a finomabb $0.01 - 0.02$ mm ϕ hullóporban nem növekszik az agyagrészecskék mennyisége, sőt csökken. Ugyanis csökken a hordozó nagyobb szemcsék mennyisége is. Figyelembe kell vennünk, hogy a legfinomabb szemcsék a nagyobb szemcsékhez tapadhatnak és ezek a nedves kezeléssel egyértelmű szemcseösszetételi vizálgálatnál a finomabb részek mennyiségét megnövelik, meghamisítják az aerodinamikailag helytálló szemcseösszetételi képet/. A miskolci $0.01 - 0.02$ -es maximumu hullóporban a 0.002 mm ϕ alatti részecskék mennyisége 2.68% , a hasonló jellegű budapesti porban 6.69% volt. A Szegedi Egyetemre lehullott $0.02 - 0.05$ mm-es maximumu porban ugyanakkor 7.84% agyag volt. Ebből következik, hogy az egész kifujt anyag-mennyiségben egyaránt kevés lehetett a finom iszap- és agyagrész, az is szinte kivétel nélkül tapadó rész lehetett. Ugyanakkor szembeötlő, hogy a $0.002 - 0.005$ és $0.005 - 0.01$ mm közötti szemcsék mennyisége a miskolci és budapesti porban megnövekszik, az első esetben 6.4 -ről 9.7% -ra, a második esetben 7.3 -ról 21.8% -ra. Ez arra mutat, hogy a kifujt agyagban viszonylag számottevő mennyiségű önállóan lebegő $0.005 - 0.01$ mm és kevés $0.002 - 0.05$ mm ϕ -

jü szemcse volt, ami főleg legutolszára, legészakabbra ülepedett le. Ha az ennél kisebb szemcsék önállóan lebegtek volna, rájuk nézve is hasonló feldusulásnak kellett volna bekövetkeznie.

Fentiekből kiviláglik, hogy a hazánkban leülepedett porban önállóan lebegő 0.002 mm alatti szemcse nem volt. Ez mind a tapadó részhez tartozott. Általános érvényű szabályként pedig megerősíthetjük, hogy a 0.05 mm-nél nagyobb szemcsék csekély szerepét, vagy hiányát aerodinamikai jelenségek okozzák, elsősorban az ülepedési hajlamban megnyilvánuló különbség, a 0.02 , vagy 0.01 mm-nél kisebb szemcsék alárendelt szerepét pedig főként az anyauledéktől öröklött, eredendő szemcseösszetételi /anyagtermelési/ sajátosságnak tekinthetjük.

Ha a levegő anyagtermelőképesége ugyanolyan korlátlan lenne, mint a vízé, vagyis, ha a szél útján több 0.02 mm alatti szemcse termelődnék, mint amennyi termelődik, általánosságban nem jöhetne létre az ismerthez hasonló tökéletességű osztályozódás, a lősznek és a hullópornak csak a felső, 0.05 mm-es / aerodinamikai jellegű / határa lenne jellegzetesen éles, ezen belül azonban sokkal laposabb görbéjű, iszapszerű szemeloszlási kép jelentkeznék.

Az a tény, hogy a lősz osztályozottsága részben a kifuvott anyag összetételének függvénye, jól mutatja, hogy a tengervízben az áramlási viszonyok tökéletesebben szabályozottak. Itt ugyanis az anyagtermelés nem kérdéses, tehát az alsó határ kialakulása kizárólag felhalmozódási sajátságra vezethető vissza. A jelenség kétszeres elkülönülés alakjában játszódik le: először a 0.05 mm alatti rész válik el a durvább résztől, majd a 0.02 mm alatti rész a többitől. A folyamat megszakítás nélkül tart, a víz állandóan egyenletesen áramlik, a $0.02 - 0.05$ mm közötti rész állandóan ülepszik, a fino-

mabb rész pedig továbbhalad. A képződmények így egymásután következő övekben halmozódnak fel. A 0.02 mm alatti rész elkülönülését kétségtelenül megkönnyíti az is, hogy a 0.02 mm-nél a csökkenő átmérő irányában a szállíthatóság rohamosabban javulni kezd / 5.sz. ábra /.

A hullópornál, mint láttuk nem alakulnak ki szükségszerűen egymás mellé rendelt övek, a kifuvás területét a felhalmozódás területétől nagykiterjedésű nyugalmi övezet választhatja el, ahol uralkodólag az anyag szállítása folyik és az üledékképződés viszonylag igen gyenge.

Eddigi megállapításaink elsősorban a szemcsék ülepedési sebességét és a jelenkori porhullások adatait vették alapul. Vázoltuk a porképződés körülményeit, a kifuvott anyag valószínű összetételét, a kifuvó szél erejét, az osztályozódás és a nem teljes osztályozódás okát, a vele kapcsolatos szállítási mechanizmust és az ülepedést. A tartós felhalmozódásról és az utólagos elváltozásból származó minőségváltozásról, tehát a lösszéválás körülményeiről, lösszel kapcsolatos vizsgálatokról nem beszéltünk és ezekkel a kérdésekkel ezentul is csak olyan mértékben foglalkozunk, amilyen mértékben a porfelhalmozódás folyamatáról tájékoztatnak.

A lösz szemcseösszetétele és települési módja alapján eddig is számosan foglalkoztak az uralkodó szállító szél erejének és irányának, valamint a képződmény származási helyének vizsgálatával. Az irodalom azonban még alig tárgyalt olyan települési és szemeloszlási jelenséget, amiből a képződés mechanizmusának elemeire is lehetett volna következtetni, noha vannak olyan jelenségek, amik ebből a szempontból figyelmet érdemelnek. Ilyen jelenség a hullámos település ősz szemcseösszetételének vízszintes irányu, térszínhez kötött váltakozása, vagy a lösz rétegzettsége, továbbá a lösz és a futóhomok

közötti átmeneti képződmények jelentkezésének egyes esetei, amikkel Kriván /13,14,/ illetve Miháltz /15,16,/ foglalkoztak behatóbban. Most ezeket a jelenségeket vesszük sorra.

A hullámos településű lösz települési módja és szemcseösszetétele. Ismeretes, hogy az Alföldön képződött lösz gyakran hullámos térszínre, rendszerint pleisztocén futóhomok felületére települ és emiatt maga is többé-kevésbé hullámos felszínű. Általános jelenség, hogy ezeken a helyeken a hullámvölgyekben mindig vastagabb löszet találunk, mint a csucson, jeléül annak, hogy a löszképződés bizonyos mértékig egyengette a térszíni különbségeket a buckák teteje és oldalai körül, de ugyanakkor bizonyos mértékig át is örökölte azokat. Ez a jelenség közismert. Kevésbé ismert, de lényeges sajátosság, hogy a magaslatokon képződött lösz többnyire durvább szemcseösszetételű, abban az esetben is, ha nem futóhomokra települ, illetve a fekvő 5-10 m-es furásokkal sem állapítható meg. Ábránk a furóhomokra települt löszet mutatja. /13. sz. ábra/

Gyakran előfordul, hogy a magaslatokon egyáltalán nem találunk löszet, csak a mélyedésekben. Ilyenkor a környező lösztakaró alól az egykori homokbuckák csúcsai bukkannak a felszínre. /14. sz. ábra/.

Két előfordulással kapcsolatban szemcseösszetételi vizsgálatok is rendelkezésre állanak. Az egyik előfordulást Kiskundorozsmától DNY-ra, a kiskunhalasi műút mellett találjuk. Itt a kiemelkedő területen kizárólag szárazföldi csigákat tartalmazó laza, finomhomokos lösz jelenik meg, a laposabb térszínen viszont tömöttebb, kissé "iszapos", sok *Linnaea*-t és *Planorbis*-t tartalmazó lösz. A magas térszín kb. 3 m-rel emelkedik a laposabb fölé. / 15. sz. ábra/.

A feltárás folytatólagos, kb. 50 m hosszú. Az infúziós és szárazföldi változat határa egészen elmo-

s6d6. A területet Dobos I. vizsgálta behatóbban, aki 1951-ben 10 m-es furást készített a kiemelkedés területén és a lösz alatt 5 m mélységben iszapot és agyagot talált. A kiemelkedés voltaképpen eroziós sziget, amit vastag lösz-takaró borított be. A löszre vonatkozó iszapolási eredmények a következők:

	0.000- -0.002	0.002- -0.004	0.004- -0.008	0.008- 0.016	0.016- -0.032	0.032- -0.064	0.064- -0.12	0.12- -0.22	0.22- -0.5	mm Ø
Infúziós lösz /A/ 15.06	5.49	6.91	11.80	25.85	24.84	9.36	0.29	0.46		
Száraz- földi lösz /B/ 9.27	3.83	2.82	9.47	19.43	29.84	22.60	2.32	0.22		súly %

Ha az eredményeket szemeloszlási görbén ábrázoljuk, szembetűnik a két görbe párhuzamos eltolódása / 16. sz. ábra/ .

A másik vizsgált feltárás a Baja és Csávoily közötti ut mellől ismeretes. Ez a lösz tisztán szárazföldi és futóhomokra települ. A feltárás 15 m hosszú és a kiemelkedés 2 m-rel magasabb a mélyebb térszinnél. A feltárás a fekvő futóhomokra is kiterjed. A mintákat a fekvőtől mindkét helyen azonos távolságból vettük, hogy a fekvőhöz való viszony /átmenet/ szerepét kizárjuk. Az elemzési eredmények a következők:

	0.000- -0.002	0.002- -0.005	0.005- -0.01	0.01- -0.02	0.02- -0.05	0.05- -0.1	0.1- -0.2	0.2- -0.5	mm Ø
Mélyedésbe települt lösz /A/	5.5	10.1	9.3	15.7	39.5	18.8	1.3	0.1	súly
Magaslatra te- lepült lösz /B/	3.3	6.7	9.0	15.8	39.9	20.0	3.3	0.4	%

A szemeloszlási görbék itt is eltolódnak egymáshoz képest / 17. sz. ábra /.

Mi okozza ezeket a jelenségeket? A homok kibuvását kétségtelenül a lösztakaró utólagos denuvációja is okozhatja, a lösz szemcseösszetételének a kiemelkedéséhez kötött durvulása viszont olyan jelenség, ami csak a porhullás szakaszában jöhetett létre, annak egyik sajátos formájaként, a térszín alakulásának függvényében. Meggondolásainkat a következőkben vázoljuk.

A hullámos térszinnel járó kiemelkedések és mélyedések egyenlőtlen mértékben befolyásolják a felszinközeli szél munkaképességét. Ismeretes, hogy a kiemelkedések összeszűkítik az áramlási tér keresztmetszetét és az áramló levegő sebességét megnövelik; a mélyedések felett éppen ellentétes hatás jelentkezik / 18.sz. ábra/ .

Abránkon az áramló levegőt vonalakkal jelezzük, és a vonalak sűrűbbödése vagy ritkulása mutatja az adott térben egyidőben áramló levegő mennyiségét, tehát az áramlási sebesség gyorsulását, vagy lassulását. A csucsokon szívóhatás is keletkezik.

A változó sebességű áramlás végzi az ülepedő por osztályozását. Joggal nevezhetjük osztályozó áramlásnak is. Igen fontos annak hangsúlyozása, hogy a felszinközeli levegő csak osztályoz és nem szállít, helyesebben bizonyos értelemben szűrőhatást fejt ki. Az erősebben áramló levegőben ugyanis a durvább részecskék, vagyis elsősorban a kisérő csoport szemcséi még le tudnak ülepedni, azonban az alapsoporthoz tartozó finomabb szemcsék oldalra sodródnak és a mélyedésekben halmozódnak fel. A mélyedések fölé érkező hullópor eredeti összetételben ülepszik le /alapsoport + kísérő csoport/. A csucs körül tehát a kísérő csoport szemcséinek viszonylagos feldusulása, a mélyedés körül pedig az alapsoport szemcséinek tényleges feldusulása jön létre.

A jelenség tulajdonképpen az ülepedési öv kialakulásának természetes bizonyítéka. Csak akkor értel-

mezhető, ha feltételezzük, hogy a szállítást nagyobb magasságban áramló szelek végzik /szállítási öv/ és ez alatt ülepedésre alkalmas nyugodtabb levegőréteg helyezkedik el /ülepedési öv/. A szemcsék ennek megfelelően nagyobb magasságból, többé-kevésbé függőleges utvonalon, hópolyhekhez hasonlóan érkeznek és a térszinnek megfelelően elrendeződnek. Ha az anyagszállítást felszinkőzeli szél végezné, a durvább szemcséképpen ellenkezőleg, a mélyedésekben halmozódának fel, mivel a mélyedések felett a gyengülő áramlás folytán ellenkező értelemben kiszűrődnének, leülepednének, mielőtt a legközelebbi magaslathoz jutnának.

A jelenség összesített, eszményi lefolyását 19.sz. ábra szemlélteti.

Összefoglalásul az alábbi szempontokat hangsúlyozzuk.

1./ A jelenség azt mutatja, hogy a por-részecskék a löszképződés korszakában is a felszinközel feletti áramlási pályák utvonalaán kerültek a felhalmozódás területére fölé, a jelenkori porhullásokhoz hasonlóan.

2./ Az anyagtermelés, kifuvás - ami megelőző megállapításaink szerint erős, viharos szél munkájának eredménye - nem a felhalmozódási terület közelében mehetett végbe. Az itt áramló szelek lényegében nem szállítóképesek és anyagot nem hoznak, vagyis a területen tartós, mélyrehatóan szabályozott akkumulációs viszonyok uralkodnak.

3./ A jelenség nem zárja ki az erősebb helyi szelek alkalmi tevékenységét sem, amikor az üledék-képződés szünetel, illetve a lerakott üledék kisebbfokú áthalmozódása vagy más helyi anyagokkal való keveredése létrejöhet. Később sorra kerülő vizsgálatok alapján pl. fel kell tételeznünk az idősebb futóhomok kisebbfokú, -

különösen kezdeti - keveredését a lehullott porral. A lényeg azonban az, hogy az ilyen jelenségek csak elmosódóbbá teszik a vízszintes osztályozódás tökéletességét, a képződés ismerttetett feltételeinek uralkodó jellegét azonban érintetlenül hagyják. Az sem szükséges, hogy az osztályozódás még a levegőben lejátszódjék, végbemehet közvetlenül az ülepedés után is. A finomabb részecskék ujrakifuvása ugyanilyen eredményhez vezet.

4./ A futóhomokkibuvás esetét tekintve / 14.sz. ábra / megemlítjük, hogy a jelenséget a felszínközeli áramlás erejének lényegesebb megnövekedése is okozhatja, ami a legjobban kiemelkedő csúcsokon következik be. Tekintve azonban, hogy azonosnak látszó morfológiai feltételek mellett ismetsenként különböző a felhalmozódás jellege /futóhomokkibuvás vagy vízszintes osztályozódás/, a jelenség végső okát egyik-másik homokbucka tulajdonságok kopárságában is kereshetjük. /Növényi takaró hiánya, vegetáció megtelepedésére alkalmatlan viszonyok/.

5./ Végül kézenfekvő, hogy ahol vízszintes osztályozódás észlelhető, eredeti településű és nem áthalmozott löszről van szó. A jelenség eredeti települést bizonyító kifejlődési bélyeg.

Itt kell megemlitenünk Udden / 3 / megfigyeléseit jelenkorú hullópor hasonló jellegű felhalmozódásával kapcsolatban. 1894. november, 1895. január és 1896. februárjában bekövetkezett északamerikai porhullás anyagát vizsgálta és a helyi elrendeződés körülményeit is figyelembe vette. A porminták hóval és jéggel borított területről származnak. Megállapította, hogy az a por, amit a befagyott Missisipi-csatorna közepéről, parttól távol, sík területről gyűjtöttek, kevesebb durva részt tartalmaz. Azokon a helyeken viszont, ahol térszíniaalakzatok /part-szegély/, vagy épületek áramlási zavarokat hoztak létre, kevesebb finom por tudott leülepedni.

Megrajzoltuk öt idézett minta szemcseösszetételi görbáját /20.sz.ábra/. A 146., 150., 156.sz. sik területéről, a 152., 153. sz.minta partszegélyről származik. Az előbbiek a mélyedések löszének, az utóbbiak a kiemelkedések löszének felelnek meg.

Udden megállapította azt is, hogy a szárazföldi jégről származó por nagyobb mennyiségű durva szemcsét tartalmaz, ami szerinte szemmel láthatóan a talájból keveredett hozzá. Hasonló a helyzet néhány olyan anyagnál is, amit a szél a leülepedés után a földön tovább sodort és valahol, pl. jég-repedésben gyűjtött össze. Hat mintát idéz /144., 145., 147., 148., 149., 151.sz./, ezek összeállításának átlagát kiszámítottuk és szintén a 20.sz. ábrán ábrázoljuk. Az elemzések mikroszkópi módszerrel készültek, de súly-% számításal.

Miháلتz /9/ az 1941. évi porhullással kapcsolatban szintén megemlíti a helyi anyagokkal való keveredés lehetőségét. Az egyik szegedi minta gyűjtési helyének közelében csupasz löszfoltok voltak és ebben a mintában szokatlanul nagy, a többiekéhez képest háromszoros mennyiségű karbonáttartalom jelentkezett. Szerinte, ahol porhullás közben a felhalmozódási hely közelében száraz talaj fölött erős széláramlás uralkodott, a messziről szállított por anyagához helyben felkavart por-anyag is hozzákeveredhetett.

A jelenség három fontos tényét bizonyít:

1./ A felhalmozódás akkor is megtörténik, ha nincs teljes levegőnyugalom, illetve viszonylag erős, esetleg viharos felszinközeli áramlás hátráltatja /"por-vihar"/.

2./ A helyi anyagokkal való erős keveredés lehetséges, anélkül, hogy ez a felhalmozódást megakadályozná.

3./ A leülepedés helye a végső leülepedés helye és nem közbeeső "pihenő". A keletkező áramlás, ami különösen a lerakódás kezdetén gyakori, csak kis körzeten belüli elrendeződést eredményez, anélkül, hogy a felhalmozódás tényét megváltoztatná, illetve a folyamatot lényegében visszafordíthatná. Ebben az értelemben hangsúlyozhatjuk, hogy az ülepedési övben áramló szél nem képes anyagtermelésre és anyagszállításra. Itt üledékgyűjtő viszonyok uralkodnak, légkörtani értelemben is.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a por felhalmozódása a helyi anyagokkal való keveredést vonhatja magával, fokozott jelentőséget kell tulajdonítanunk a felszint borító anyagok kötöttségének, mechanikai és ásványtani összetételének a keletkező lösz összetétele szempontjából. Erre a kérdésre Kriván /13/ hívta fel a figyelmet a lösz és a löszös homok kettős eredetének bizonyítása szempontjából. Szerinte a löszös homok tulajdonképpen futóhomok és tőle idegen, messziről odaszállított hullópor elegye. Ez a képződmény gyakran futóhomokra települ és függőleges irányban gyakran löszbe megy át. Kriván a fokozatos finomodást a homok fokozatos elborításával, tehát a homokkal való keveredés lehetőségének fokozatos megszűnésével magyarázza.

A jelenkori porhullások felhalmozódási viszonyai közvetlenül igazolni látszanak ezt a feltevést. Ha ezek inkább nyáron következnének be, a löszhöz hasonló képződmények mellett, valószínűleg a löszös homokhoz hasonló képződményeket is megismernénk, feltéve, ha az utóbbi esetben a mintavételt meg tudnánk oldani. A jelenkori távoli eredetű porhullások és a glaciális felhalmozódás között azonban még nem tudunk biztosan párhuzamot vonni és anélkül a kérdés megoldatlan marad. Annál is inkább, mert a löszös homok gyakran a fokozatos, helyi kifejlődés sémája szerint rendeződik el, a futóhomok vízszintes irányban is löszös homokba, homokos löszbe és löszbe megy át.

A helyi kapcsolat ilyen szemebetűnő jelentkezése mellett pedig minden egyéb következtetés háttérbe szorul.

A mi szempontunkból éppen ezért az a legfontosabb kérdés, hogy a löszös homok és általában az átmeneti képződmények mechanikai összetétele alapján meg lehet-e állapítani két idegen eredetű anyag keveredését és ha igen, milyen települési viszonyok mellett.

Ilyen összehasonlítást azonban csak akkor tehetünk, ha pontosan ismerjük a hullópor képződésével kapcsolatos üledék-kifejlődést. Az átmeneti képződmények vizsgálata tehát elsősorban a szállítás közben lezajló változás vizsgálatát teszi szükségessé.

A lösz, finomhomok és homok közötti átmeneti képződmények.

Az átmeneti képződmények szemcseösszetétel szempontjából közbeeső helyet foglalnak el a lösz és a homok között. Hazánk területén számos helyen előfordulnak, gyakran nagy kiterjedésben, felszíni és felszínalatti megjelenésben egyaránt. Csoportosításuk Mihálytől /15/ és Mihályinától /21/ ered. Két főcsoportot különböztetnek meg: a lösz /0.02 - 0.05 mm ϕ / és homok /0.01 - 0.02 mm ϕ /, valamint a lösz és finomhomok /0.05 - 0.1 mm ϕ / közötti átmeneti képződményeket. Mindkét csoporton belül jól megkülönböztethető, jellegzetes képződményeket ismerünk: a lösz és homok közötti átmenet a löszös homokot és a homokos löszöt a lösz és finomhomok közötti átmenet a löszös finomhomokot /vagy löszhomokot/ és a finomhomokis löszöt foglalja magában. Ezekben belül gyakran további fokozatokat is meg lehet különböztetni, az uralkodó szemnagyság mennyisége alapján.

A megkülönböztetés indokoltságát az jellemzi legjobban, hogy a löszös homok és a homokos lösz

a szemcseösszetételi görbén gyakran két maximummal jelenik meg, a 0.05 - 0.1 mm-es szemcsék mennyiségének jellemző visszaesése folytán és a nagyobbik maximum egyaránt eshet a lösz, vagy a homokrész területére. A finomhomokos lösz és löszös finomhomok viszont egyetlen, a lösznél laposabb, a finom homok szemcsetartományába eltolódó maximummal jelentkezik /21.sz. ábra/.

Miháltz /15, 16/ a Duna-Tisza-közéről ír le ilyen képződményeket. Pálmonostora környékén nagy kiterjedésben felszínen levő löszös homok, Kiskunhalas és Hajós környékén valamivel kisebb foltokban löszös finomhomok ismeretes. Hasonló képződmények furásokban is megjelennek. A Szentés és Baja között feltárt lösz-szintek anyagát helyenként löszös finomhomok képviseli és a rétegek lefelé is, felfelé is gyakran löszös homok útján mennek át a szinteket elválasztó tiszta futóhomokba. A löszös homokba való átmenet vízszintes irányban is kifejlődik. A Duna-Tisza csatorna szelvényén pl. Kecskemétnél a lösz kivékonnyodik és átmeny löszös homokba, majd futóhomokba.

Kádár /17, 18/ a Tokaji-hegy löszét a Nyírségből kifujt anyagból származtatja és a két terület határán jelentkező homokos lösz és löszös homokot szintén ilyen átmeneti képződménynek és a helyi eredet bizonyítékának tekinti. Szerinte a dunántúli lösz is tulajdonképpen a Duna-Tisza-közé futóhomokterületről kifujt finom anyagból származik és általában minden futóhomokterülettel összefüggő löszterület a helyi kifejlődési sorrend egyik láncszemének felel meg. A képződmények itt vázolt települési sorrendjét a 22.sz. ábra szemlélteti.

Hogyan értelmezzük a képződmények egymásmellettiségét? Kádár szerint a jelenség a lösz helyi eredetét bizonyítja. Kriván szerint viszont a löszös homok anyagából csak az a rész helyi eredetű, amelynek átmérője a 0.1 mm-t meghaladja, vagyis a görgetett résznek nevezett frakció. Megkíséreljük, hogy aerodinamikai szem-

pontból megvilágítsuk a képződés lehetséges feltételeit.

Ebből a szempontból összefoglaló értelemben ellentétes tulajdonságu, jó és rossz lebegőképességű szemcséket magába foglaló képződményekről beszélünk. Megelőző vizsgálataink során, amikor egyetlen üledékképződési szakaszt vizsgáltunk, megállapítottuk, hogy a 0.05 mm feletti részecskék megfelelő erősségű áramlás esetén ugyanugy lebegnek, mint a porszemek és a porszemeket hosszú úton elkísérhetik, miközben a lebegő anyag szemcseösszetételének elsősorban az alapcsoport feldusulásával jellemezhető fejlődési sorrendje alakul ki. A kifuvott üledék szemcseösszetétele lebegés közben megváltozik, de a változás annál kisebb mértékű, minél kevésbé távolodunk el a kifuvás helyétől. A fejlődés korai szakaszában tehát, különösen, ha a kifuvott anyag tulnyomó része homok volt, létrejöhet 0.05 mm alatti és feletti szemcséket kölcsönösen nagyobb mennyiségben tartalmazó elegy, ami alkalmas áramlási viszonyok mellett még ebben a szakaszban leülepedhet. A folyamat megismétlődése nagy tömegű üledék felhalmozódásához vezet. Lényegében ezt a kifejlődési módot kell egységes vagy egynemű kifejlődésnek, szakaszos, de egynemű szakaszokból álló felépítésnek neveznünk, ami egyszerűen azt jelenti, hogy korai szakaszban leülepedett, lebegő utat megtett anyagról, homokos hullóporról van szó.^x

Az egyes üledékképződési szakaszokat képviselő hullópor természetesen ebben az esetben sem le-

^xA "szakasz" kifejezést mind üledékképződési, mind fejlődési értelemben használjuk. Pl. több-szakaszos felépítés, vagy a lebegő anyag fejlődési szakaszai, stb.

het teljesen azonos összetételű, mivel az összetétel változását a távolságon kívül a szél szállítóképesége is befolyásolja. Végeredményben a jellegzetes lösz szemcseösszetételi görbéje is többé-kevésbé eltérő összetételű portömegek átlagát, a szemcsék gyakorisági görbáját adja meg. Vizsgálataink előtt azonban a lebegő anyag jellegzetes fejlődési szakaszait kell megismernünk.

A jelenkori porhullások anyaga lebegés közben kivétel nélkül átesett ilyen "homokos" fejlődési szakaszon. Ismereteink szerint a kifuvás helyéhez közel eső, tehát korai szakaszban bekövetkező porhullások is voltak, sőt ezt a képződési módot minden porképződés velejáró jelenségének kell tartanunk. A kifujt anyag azonban nem teljes tömegében ülepedett le, hanem részekre tagolódott és a részek önálló rendszerek alakjában fejlődtek tovább, közülük egyesek hosszabb, mások rövidebb utat tettek meg. Az 1901. évi porhullás elterjedésének vázlata ezt a jelenséget mutatja. / 23.sz. ábra/.

Az 1901. évi porképződés fő jellegzetessége az volt, hogy a porhullások Észak-Afrikától Észak-Európáig jól körülhatárolható területeken szórványosan következtek be. Az eredetileg kifujt tömeg szétszakadozott és ezeket a tömegeket - feltételezésünk szerint - hatásos függőleges szállítás, leszálló légáramlás szállította a földfelszín közelébe.

A már ismertetett 1941. évi porhullásból is tulajdonképpen ilyen elkülönült és az üledései feltételek uralma alá került portömeg fejlődésének végső szakaszát ismertük meg. Magyarország területe fölé már csak a jól osztályozott por érkezett, ami kb. Páhi magasságig homokot is tartalmazott. A felhalmozódás tulajdonképpen Észak-Jugoszláviában kezdődött. Az ÉNy-felé haladó portömegeből leülepedő anyagok /Szeged, Kiskunfélegyháza, Páhi, Budapest, Miskolc/ a felhalmozódó

anyag fejlődésének egy-egy mozzanatát képviselik.

A porfelhő széttagolódásából és egyik-másik porfelhő leülepedéséből előálló besztesség természetesen nem mond ellent annak a korábbi megállapításnak, hogy a 0.05 mm alatti szemcsék az üledékfelhalmozódás területéig a lebegő anyag nem, vagy alig változó részét alkotják. Ez ugyanis a lebegés közben és elsősorban a lebegési pálya vízszintes szakaszán mindenképpen bekövetkező anyagbesztességre vonatkozik. A porfelhő széttagolódása és függőleges utja azonban már szállítás, a lebegő elegy irányváltoztatása és nem téveszthető össze a szállítás közben előálló anyagvesztességgel. A leszakadás módja és helye esetleges; az anyagbesztés és fejlődés módja menetrendszerű, megszakítatlan folyamat.

A "nem változó rész" fogalmtá az elő pillanatban inkább az teszi vitathatóvá, hogy a $0.01-0.02$ mm-es szemcsék egyes esetekben elkülönülnek a gyorsabban ülepedő $0.02-0.05$ mm-es résztől. Ez történt 1941-ben. A folyamat kétségtelenül lebegés közben, de hangsúlyozottan a pálya lehajlóán, a kísérő szemcsék elvesztése után következett be. Ilyen elkülönülés bárhol, bármilyen fejlődési szakaszban lejátszódhat, felhalmozódás közben.

A lényeg tehát az, hogy az alapcsoporton belüli elkülönülés az ülepedési feltételek uralma alatt jön létre. Az áramlási feltételek gyökeres megváltozása szükségszerűen az áramlás erejének általános, vagy szakaszosan visszatérő rendellenes gyengülését, a szállító-képesség nagymértékű kilengés-változását hozza magával. Miközben az anyag a pálya zavart szakaszához jut, az áramlás iránya is, vertikális irányban, megváltozik. A bekövetkező zavar nemcsak a kísérőcsoport elvesztését, hanem az egész rendszer széthullását, az alapcsoport felbomlását is eredményezheti. A megmaradó csoportok viszonylag rövid utdarabon tovább nyomulhatnak eredeti

irányukban, de rövid élettartalmuak, a folyamat visszafordíthatatlan és maradéktalanul le is zárul. Szállítás közben hol alakulhatnak ki zavart szakaszok? A megfigyelések azt mutatják, hogy elsősorban egymásba nyomuló szélrendszerek határterületén. /Ciklon-anticiklon, 1941, 1942, 1896?/ /24.sz. ábra/.

A porhullás terjedésének irányát és hosszanti elterjedését nyíllal jelöltük meg. A portömeg eredeti haladási iránya É volt, de miután a szállító ciklon az anticiklonba ütközött, nemcsak a szél szerkezete és szállítóképesége változott meg, hanem az általános haladási irány is. A kifuvás és felhalmozódás közötti szakaszon sehol sem észleltek porhullást, ennek ellenére beszélhetünk igen csekély mértékű homokhullásról. A nagyobb esési sebességű homokszemek /0.05 mm ϕ / leülepedése azonban, noha állandó, mégis aligha megfigyelhető folyamat.

Következő, összefoglaló ábránk a porképződés teljes eseménysorozatát mutatja be és azokat a pályaszakaszokat, amiket a szemcseösszetétel változása szempontjából vizsgálnunk kell. A szaggatott vonalazással a porfelhő széttagolódásának a többféle lehetőségét szemléltetjük /25.sz. ábra/.

Előfordul, hogy a porfelhő viharos kísérőjelenségek nélkül jelenik meg. Az ilyen porhullások azonban ritkábbak és kapcsolatuk nehezebben deríthető fel. A nagy porhullások általában összetett légkörtani jelenségre vezethetők vissza, még ha nincs is szó kifejezetten ciklon és anticiklon találkozásáról. Hasonló értelemben világítja meg Róna Zsigmond /11/ az 1901. évi porhullást is, amelynek rövid összefoglalását fontosságára való tekintettel szószerint idézzük.

" . . . a mondott napokon légnyomási depresszió az afrikai tengerpartról egyenesen északi irányban vonult Közép-Európába, tehát ugyanazon tájak fölött haladt el, amelye-

ken a poreső valóban előfordult. A depresszió és a poreső egyidejű és egyirányú haladása bizonyára nem véletlenség, hanem a kettő között okszerű összefüggésnek kell fönállania.

. . . úgy véltem, hogy a port csakis a felsőbb rétegek áramlata vihette tovább és a depresszió meg a porhullás iránya között csak közvetve van kapcsolat, amennyiben a felső áramlás a depresszió elmozdulásának irányát szabta meg. Első oknak a porhullás létrejöttében magát a depressziót, az örvénylő mozgást tekintettem, amely homoktól-csér /tromba/ módjára a homokot a sivatagban a magasba sodorta, míg a homok további szállítása a felső légáramlatnak jutott feladatul. Az alsó szél / = osztályozó áramlás, saját megj./ ugyanis nálunk nem egyezett a poreső terjedésének irányával; pl. a por Fiumében északkeleti széllel, másutt keleti vagy délkeletivel hullott a földre, holott a poreső jelensége határozottan délről észak felé terjedt.

E szerint az alsó örvény /depresszió/ fölött déli áramlás uralkodott, /aerológiai értelemben elhatárolt szállítási öv, saj. megj./, amely képes a finomabb porszemeket nagy távolságokra szállítani, míg a nehezebb szemek délibb tájakon, a kiinduló pont közelében nagyobb tömegekben hullottak le, miképen az egész jelenség erőssége is észak felé - a tapasztaltak szerint - fokozatosan gyengült. Nézetem szerint az alsó szél földre csapta csupán a magasabb tájakból leeső port. Azért ezen porhullást az 1896. évi februári porhullástól megkülönböztettem, amely utóbbinál maga az alsó szél /az Aldunától fuvó délkeleti vihar/ a homokot magával is vitte, vagyis a homokos terjedésének iránya teljesen egyezett az alsó széllel /saját kiemelésem/.

Bacsó megállapította, hogy 1941-ben és 1896-ban az időjárási helyzet feltűnően hasonló volt, ezért az 1941. évi porhullást az előbbihez hasonlóan inkább helyi

eredetűnek tekinti. Miután Miháltz vizsgálatai alapján és üledékképződési alapon is kétséget kizáróan bizonyítható, hogy az 1941. évi porhullás nem helyi eredetű, az önként kínálkozó párhuzam alapján tulzás nélkül feltehetjük, hogy a helyi eredetűnek ismert 1896. évi porhullás sem helyi eredetű. 1941-ben a szállító ciklon és az anticiklon találkozási helyén, a Bácskában heves felcsini viharok dúltak, ami azt a látszatot keltette, hogy a por bácskai eredetű, 1896-ban a viharok az Alduna környékén keletkeztek, ami hasonló látszatot kelthetett.

A felmerült bizonytalanság anyagvizsgálat nélkül nem osztható el teljesen és a jelenkori porhullások eredete körüli vitának nem is tulajdoníthatunk különösebb jelentőséget. A közelmúlt porhullásainak és tufaszórásainak vizsgálatai olyan mechanikai elemzésekkel gazdagították ismereteinket, hogy az üledékkifejlődés legfontosabb kérdéseit így is megítélhetjük.

A lebegő anyag fejlődésének szakaszai.

Mi a leglényegesebb oka a szemcseösszetétel változásának? Mindenfajta emelő mozgás véges és másfajta mozgásba megy át. Ez a szállított szemcsére nézve az emelés és visszaesés szakadatlan körforgását jelenti, egyes fázisokban pedig a szemcsék egy részének visszafordíthatatlan kikapcsolódását. Szállítás közben egyenetlenül szétszórt anyaghalmoz keletkezik, az osztályozódás lehetősége nélkül. Az egyenetlenül szétszórt és állandóan változó anyaghalmoz viselkedése pedig ugyanolyan valószínűséggel eredményezi a szemcsék kikapcsolódásának menetét, mintha egyenletesen szétszórt és egyenletesen ülepedő rendszer váltakozásáról beszélnénk. Ennek nemcsak a valószínűsége bizonyítható, hanem közvetett

uton is egyező eredményhez jutunk. A rendszeren belül zajló megszámlálhatatlan változás ugyanis egyszerű alakban jut kifejezésre, mégpedig a leülepedő anyag szemcseösszetételében, amire megfelelő valószínűséggel felépíthetjük a szállítás mechanizmusát.

Az a célunk, hogy számszerűen végigvigyük ezeket a következtetéseket. A jelenség-sorozatról az alábbi gondolati kísérlettel kaphatunk világos képet.

Induljunk ki olyan homokból, ami darabszám szerint 10% 0.02, 20% 0.05, 20% 0.1 és 50% 0.2 mm átmérőjű szemcsét tartalmaz /pl. 100 db szemcse/. A homok teljes kifuvása után a szállítás 50 m vastag levegőréteg végzi /szállítási öv/, amit zárt rendszernek tekintünk és ezen belül megfelelő áramlás segítségével létrehozzuk a lebegő szemcsék és a levegő tökéletes elegyét /egyensúlyi állapot/. Ez az egyensúlyi állapot azonban időnként megbomlik, majd újra helyreáll az áramlás ritmikus erősödése és gyengülése következtében. A tökéletes egyensúlyi állapot tehát egy ellentétes állapottal váltakozik, amikor a szemcsék egy része a rendszeren kívül kerül. Ezt nyugalmi szakasznak nevezzük /"egyensúlytalan" állapot/ időtartamát 10 másodpercrek vesszük és erre az időtartamra teljes levegőnyugalommal számolunk. A 0.05 mm-es szemcsék lebegtetéséhez szükséges áramlás ugyanis, ha csekély mértékben is, de lassítja, mégpedig inkább a kisebb átmérő irányában a kísérőcsoport szemcséinek ülepedését. A lassulás mértékét azonban nem tudjuk meghatározni, ezért kísérletünkbe teljes nyugalmi szakaszokat iktatunk, amikor is egyszerűen a nyugvó levegőben mért ülepedési sebességeket vesszük számításba.

26.sz. ábránkon egy teljes körforgást szemléltetünk a megadott feltételek alapján. A korongok jelképezik a szemcséket, a melléírt számok a szemcsék

szorzószámát. Az "a" mozzanat az egyensúlyi állapotot jelenti /tökéletes diszperzió/, a "b" mozzanat a 10 másodperces levegőnyugalmat, a "c" mozzanat az újra helyreálló egyensúlyi állapotot.

A 10 mp-en át tartó teljes levegőnyugalom következtében a 25 m-t eső 0.2 mm-es szemcsék 50%-a, a 16.7 m-t eső 0.1 mm-es szemcsék 33.4%-a jut a rendszeren kívül, tehát leülepszik. A 0.05 mm-es szemcsékből 3.2, a 0.02 mm-es szemcsékből pedig 1.1% ülepszik le. A c mozzanatban újra helyreálló egyensúlyi állapot ennek megfelelően lényegesen kevesebb kísérő szemcse és csaknem változatlan mennyiségű, de viszonylag lényegesen több 0.05 mm alatti szemcse között jön létre.

A soronkövetkező ugyanígy megismétlődő körforgásokat már nem ábrázoljuk, de a kialakuló eredménpt attovább lebegő anyag összes szemcséi számának százalékaiban a következő táblázat és a 27.sz. ábra mutatja.

	0.02	0.05	0.1	0.2	mm Ø
kiindulás	10	20	20	50	2
I. körforgás	14.6	28.6	19.7	36.9	
II. körforgás	19.6	37.5	17.7	25.0	
III. körforgás	24.2	45.4	14.8	15.6	
IV. körforgás	27.9	51.3	11.5	9.1	
V. körforgás	30.8	55.5	8.6	5.1	

A számítás céljából a következő egyszerű levezetést végeztük: a levegőréteg vastagsága ugy aránylik a szemcsék számához az "a" mozzanatban /Sza/, valamint az esési sebesség aránylik a rendszerből kikerülő szemcsék számához /Szb/ a "b" mozzanatban /28.sz. ábra/.

$$\frac{v}{Sza} = \frac{e}{Szb} \quad \text{ebből} \quad Szb = Sza \cdot \frac{e}{v}$$

Miután az új egyensúlyi állapotban /"c"/ a szemcsék száma
 $= S_{zc} = S_{za} - S_{zb}$

$$S_{zc} = S_{za} - S_{za} \cdot \frac{\theta}{V}$$

Egy számításán belül $\frac{\theta}{V}$ értéke állandó szorzószám, tehát

$$S_{zc} = S_{za} - S_{za} \cdot k$$

Kérdés, hogy ilyen egyszerű módon és a feltételek önkényesnek látszó megválasztásával milyen mértékig tudjuk jellemezni a lebegő anyag fejlődését. Kísérleti keretek között csak a nyugalmi szakaszok tartalmát és a rendszer átmérőjét, esetleg az esési sebességet tudjuk változtatni.

A rendszer átmérőjének változtatása azonban egyenértékű a nyugalmi szakaszok tartalmának változtatásával. Ennek pedig semmi szerepe sincs a szemcseösszetétel %-os eltolódásának iránya és jellege szempontjából. A kérdésnek akkor lenne nagyobb jelentősége, ha a nyugalmi szakaszokat a térben megtett uthoz tudnánk viszonyítani és azt kellene megállapítanunk, hogy adott utszakaszon milyen mértékű változás megy végbe. Ehelyett csak azt tudjuk meghatározni, hogy lebegés közben általában milyen irányban kell fejlődnie a szemcseösszetételnek, ha ismerjük a kifújt anyag összetételét. Más kérdés, hogy a megállapított szakaszokat hol és mikor éri el, vagy egyáltalán eléri-e.

Hosszabb nyugalmi szakaszok mellett a por-maximum erősebben felszökik, a vonalak nagyobb térközökkel követik egymást, a homokrész vonalai szintén erősebben mélyülnek. A közbeeső görbéket azonban interpolálással ugyanugy meg lehet szerkeszteni.

Olyan hosszú nyugalmi szakaszokat nem választhatunk, hogy a durvább részek egy szakaszon belül leülepedjenek. A hangsúly éppen azon van, hogy a részecs-

kék az átmérővel egyenes arányban, de mennyiségük csökkenésével fordított arányban fogynak. Az $\frac{e}{v} = k$ szorzószám értékét a pálya vízszintes szakaszán általában 0-hoz közelebb álló értékekben kell megállapítanunk. A felhalmozódás körülményeit pedig éppen a "k" értékének növelésével, tehát hosszú ideig tartó nyugalmi kilengésekkel jellemezhetjük. A pálya végén az alaps csoport is felbomlik és a 0.02 mm alatti szemcsék nagy része elkülönül.

Említetjük, hogy a 0.05 mm-es szemcséket még éppen szállító szél lassítja a nagyobb szemcsék üledési sebességét. Feltételeztük azt is, hogy a por-rész mennyisége szállítás közben alig, vagy nem változik. Mindkét esetben bekövetkezik a por feldusulása, ezért közvetlen észlelés nélkül nem tudjuk eldönteni, hogy melyik lehetőség a valószínűbb. A homok-rész leülepedését közvetlen észlelés nélkül is meg lehet állapítani, miután a távolabb leülepedő por mindig kevesebb homokot tartalmaz.

Mégis, ha a por-rész változásának jelentőséget tulajdonítunk, a változás jellegét meg tudjuk határozni, ha olyan nyugalmi szakaszokat iktatunk közébe, amikor a 0.05 mm alatti résznek 0, az előlötti résznek pedig a nyugvó levegőben mért esési sebesség $1/4$ -ét, $1/3$ -át, $1/2$ -ét stb. vesszük számításba, egyenlő, vagy a durvább szemcsék irányában növekvő mértékben. Ezzel egyenértékű, ha a 0.05 mm alatti szemcsék esési sebességét meghagyjuk és a többi szemcse esési sebességét megnöveljük.

Az ilyen szakaszok közbeiktatása azonban a maximumok kialakulásában lényeges változást nem eredményez. A görbék lefutása teljesen hasonló, csak a por-maximum kirajzolódása rohamosabb a homok-rész viszonylag erősebb csökkenése következtében /29.sz. ábra/.

Mindkét számítási módszer többé-kevésbé megfelel céljainknak, ezért az első, az egyszerűbbet választjuk. A nyugalmi szakaszok tartamának, "mélységének" és sorrendjének változtatása számtalan lehetőséget rejt magában, de elkerülhetetlenül a por-maximum kialakulásához vezet. Felmerül a kérdés, hogy a közbeeső maximumok kialakulásában milyen szerep jut a választott számítási módnak. Tisztáznunk kell ugyanis az átmeneti képződményekre jellemző 0.05 - 0.1, 0.1-0.2 mm-es maximum kialakulását, mivel ebből a kiinduló anyag összetételére, vagy ha ezt ismerjük, a képződés, a lőszel való összefüggés módjára tudunk következtetni.

1./ A homokszemcsék sebességének azonos mértékű növelése esetén /pl. 0.1 mm ϕ esetében 167 cm/sec-ről 177 cm/sec-ra, 0.2 mm ϕ esetében 250 cm/sec-ről 260 cm/sec-ra/ a pormaximum gyorsabban kialakul, de a homokréssz területén eltolódás nem következik be. A 29.sz. ábra b./ rajza ehhez hasonló számítást szemléltet.

2./ A homokszemcsék sebességének növekvő mértékű gyorsítása /0.1 mm ϕ : 167-177 cm/sec, 0.2 mm ϕ : 250-270 cm/sec/ a nagyobb szemcsék egyre gyorsabb fogyatkozása miatt - egyes esetekben - a 0.1-0.2 mm-es maximum kialakulásának elmaradását okozhatja.

3./ Éppen ezért, ha az 1. és 2. pontban foglalt bonyolultabb számítási mód helyett a nyugvó levegőben mért esési sebességeket alkalmazzuk /27.sz. ábra és 29.sz. ábra a./ rajza/, legfeljebb abba a hibába esünk, hogy a 0.1-0.2 mm-es maximum kialakulását nagyobb, a 0.05-0.1 mm-es maximum kialakulását kisebb valószínűséggel mutatjuk ki, mint ahogy az a természetben esetleg kialakul. Sajátos szempontjainkat figyelembe véve ez a körülmény még kedvezőnek is mondható, mert a helyi anyagok ismeretében nagyobb biztonsággal tudjuk elkülöníteni azokat az

anyagokat, amikből pl. a két maximumos löszös homok képződése - egynemű, kis változatosságu felépítés mellett - levezethető. Ezzel a módszerrel megbízhatóbban állapíthatjuk meg, hogy a löszös homok és a korai szakaszban leülepedő, poros homok képződése között lehet-e párhuzamot vonni. Ha ez nem lehetséges, a képződmény csak kevert, különmemű /görgetett-lebegő/ felépítésű lehet.

A szél szállítóképességétől függ, hogy az egyes fejlődési szakaszok térben és időben hol és mikor következnek be. 1941-ben Magyarország területé fölé érkező por a fejlődés igen késői szakaszán került az üledési feltételek uralma alá. Nagyobb szállítóképességű szél durvább, korábbi fejlődési szakasznak megfelelő anyagot hozott volna. A nagyobb szállítóképességű szelet tehát úgy jellemezhetjük, hogy az adott utdarabra eső nyugalmi kilengések sokkal rövidebb tartamúak, vagy ritkábbak.

A képződmények keletkezését és az elemi üledékképződési szakaszra vonatkozó kifejlődés - számítási módszert illetően ezeket a lehetőségeket vettük tekintetbe. A számítási módszer végeredményben alkalmas arra, hogy a kifujt törmelék átalakulásának lefolyását meghatározzuk, vagy arra, hogy a végtermékből kiindulva a számítást visszafelé is elvégezzük.

Számítás céljából megvizsgáltunk egy libiai eredetű sivatagi homokot. Meghatároztuk a homok fejlődésének főbb állomásait, a szemeloszlást súlyszázalékre számítottuk át. Az eredmény a következő táblázatról olvasható:

Megelőzött sivatagi homok szemcseösszetételének
és össz-súlyának változása súly %-ban.

	0,01-0,02	0,02-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2 - 0,3	0,3 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0-2,0	mm Ø	Öss-súly %
0,122	0,274	8,807	22,905	23,60	12,766	21,190	9,387			100,000
0,286	0,636	16,088	30,567	25,687	11,478	13,036	2,223			42,262
0,562	1,231	24,547	34,073	23,353	8,620	6,700	0,446			21,383
1,000	2,164	34,000	34,479	19,274	5,878	3,126	0,080			11,918
1,642	3,514	43,472	32,207	14,683	3,144	1,350	-			7,196
2,495	5,272	51,381	27,811	10,341	2,152	0,532	-			4,699
10,388	20,660	61,089	6,873	1,000	0,739	-	-			1,084
21,650	40,570	36,380	1,564	0,042	-	-	-			0,499
30,900	54,440	14,200	0,060	-	-	-	-			0,336
37,630	62,420	-	-	-	-	-	-			0,265



Az adatok alapján bemutatjuk a szállított és az ülepedő anyag mennyiségének görbáját, egyenletesen ható szállítóáramlás esetén és ha feltételezzük, hogy a felhalmozódás a 10. körforgás után bekövetkezik /30. sz. ábra/. A vizsgált sivatagi homok csak igen kevés jól lebegő anyagot tartalmaz, ezért a szállított és leülepedő anyag mennyisége rövid idő alatt lecsökken.

Jellemző erre a görbére, hogy egy közel vízszintes és két közel függőleges szakasza van. Az első függőleges szakasz a durvább szemcsék gyors elvesztését, a vízszintes szakasz az egyre finomodó anyag szállítását, végül a második függőleges szakasz a por és finomhomok felhalmozódását jelzi. Ezek a szakaszok a kifuvás, szállítás és felhalmozódás időszakának felelnek meg. A kezdő időszakban homokvihar, a befejező időszakban porvihar keletkezik.

Lösz-származási következtetések.

A 31. sz. ábra a táblázatban szereplő szemeloszlási adatokat összeggörbéken ábrázolja. Felismerhető ezen, hogy a por-rész feldusulása előtt a löszös finomhomokéhoz hasonló görbe jelenik meg. Ennek a finomhomok-maximumnak a természetben előforduló homokoknál minden esetben meg kell jelennie, a por-maximum kialakulása előtt. Kézenfekvő, hogy a löszös finomhomok egynemű felépítésű, vagyis képződése esetében nincsen szó lényegesen eltérő szemcseösszetételű és eredetű anyagok összegeződéséről.

Ez a képződmény nagyobb tömegben vagy távoli, de nagy szállítóképeségű, vagy kis hatósugaru és szállítóképeségű szél megismétlődő hullámai révén keletkezik, lebegő, de a por-maximum kialakulásáig még nem jutott anyagból. A két elvileg lehetséges, de ellentmondó körülmény folytán a löszös finomhomok vizsgálata nem döntheti el a lösz közeli vagy távoli eredetének kérdését.

Más a helyzet a löszös homokkal, szorosan véve a két maximumos löszös homokkal kapcsolatban. A 31.sz. ábráról leolvasható, hogy az eredetileg két maximumos homok egy maximumossá alakul át és második maximum a későbbiek folyamán nem jelentkezik. Ez szintén általános törvénye a szemcseösszetétel alakulásának: a lebegő anyagnak kétmaximumos állapoton áthaladó fejlődési szakasza nincs, ez csak kezdő állapot lehet. Két maximuma csak a kifujt anyagnak van. Az ilyen homok csakis egymástól lényegesen különböző - első és második maximumot adó - anyagok rétegződése vagy keveredése útján keletkezik több szakaszban. Ez a képződmény kevert, különmemű felépítésű, vagyis helyi, görgetett futóhomok és távolabbról odaszállított hullópor összegeződése révén keletkezik. Ahol tehát a futóhomok és a lösz átmeneteként ilyen képződményt találunk, nem lehet a megszokott értelemben vett kifejlődési kapcsolatról beszélni, mert az csak részleges, a pornemű anyag idegen eredetű, nem a futóhomokból származik. Ebben az esetben tehát az átmeneti képződményhez csatlakozó lösz por-anyaga is távoli eredetű. Ugyanez vonatkozik a két maximumos homokos löszre is.

A két maximumos löszös homokfélék különösen függőleges átmenetben gyakoriak, közbetelepülésként, futóhomok és lösz között. A vízszintes átmenet képződményeiről még nincs elegendő adatunk, az eddigiek alapján itt gyakoribb az egy maximumos löszös homok.

Ezek a homokfélék nem zárják ki egynemű felépítés lehetőségét, ezért nem szükségszerű a kevert felépítés, vagyis a helyi eredetű homok és a távoli eredetű por - anyag keveredésének feltételezése és ami ebből tovább következik, az átmenet egyik oldalán helyet foglaló lösz távoli eredetének feltételezése.

Elvileg tehát mindkét lehetőség fennáll. Más azonban a Helyzet, ha azt vizsgáljuk, hogy a magyarországi pleisztocénben lehetséges anyauledékekből az ismert szemcseösszetételű löszös homokok keletkezettek-e. Ez a kérdés számos anyagvizsgálattal együtt beható tanulmányozást kíván.

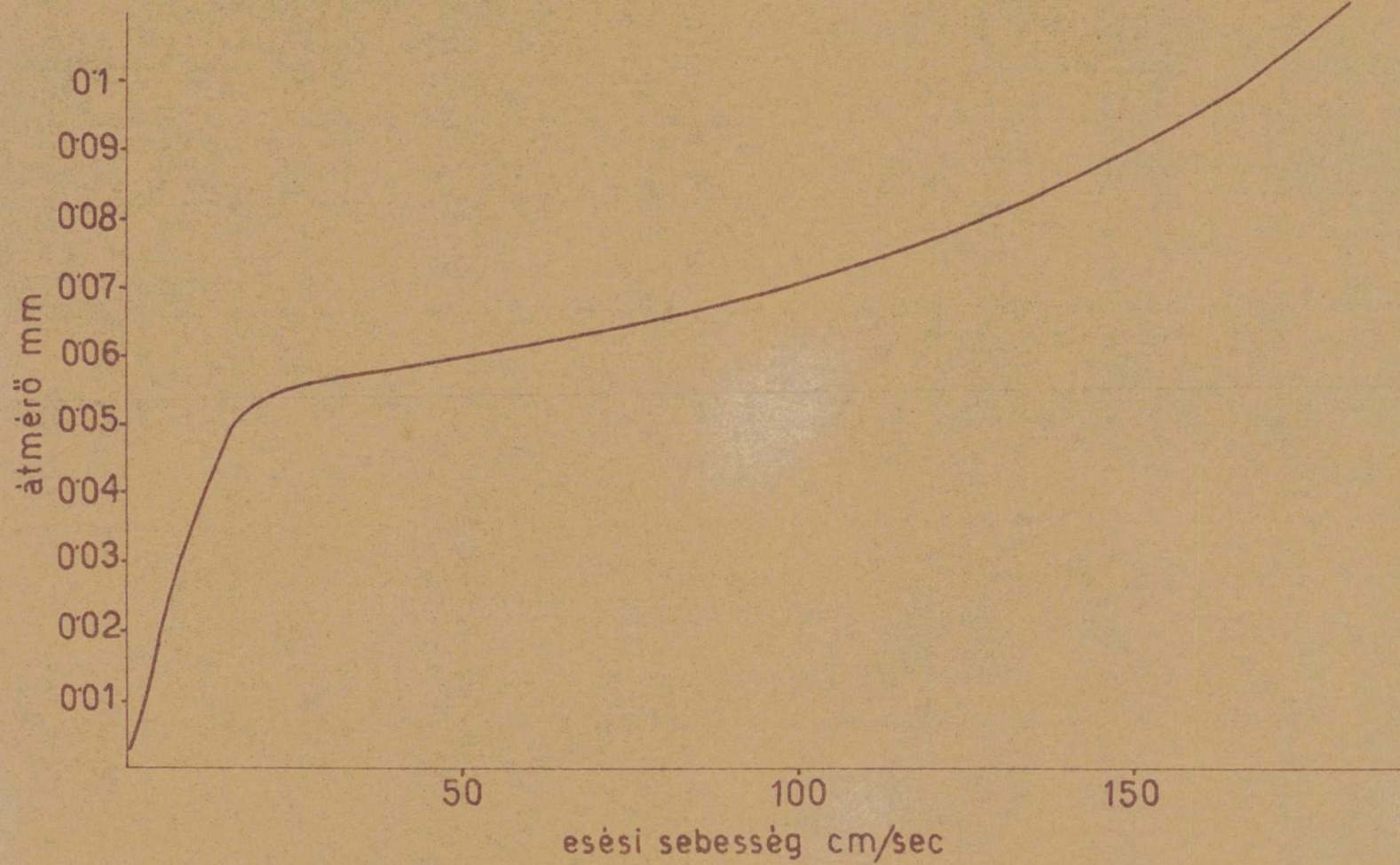
- - -

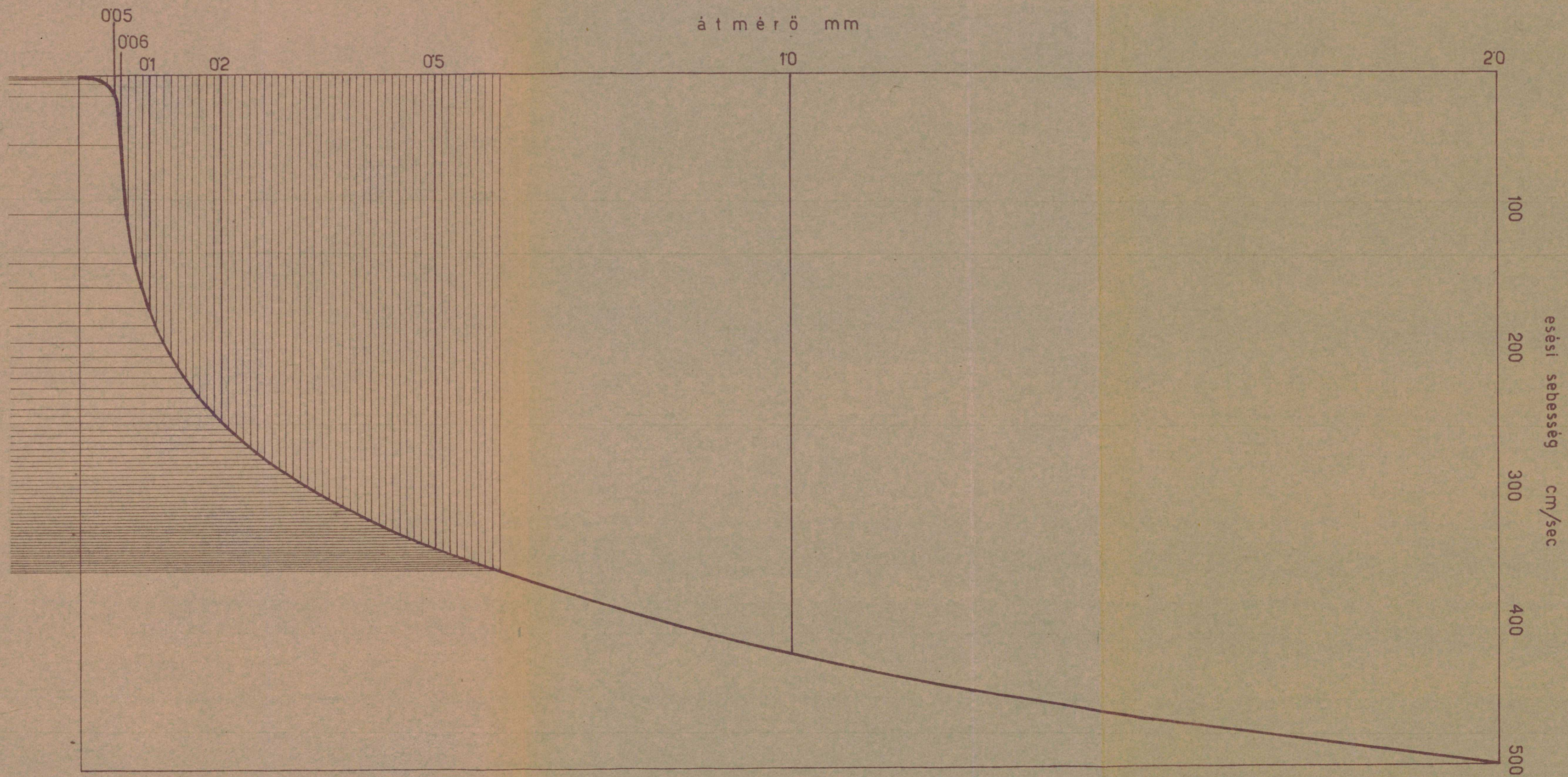
Irodalom.

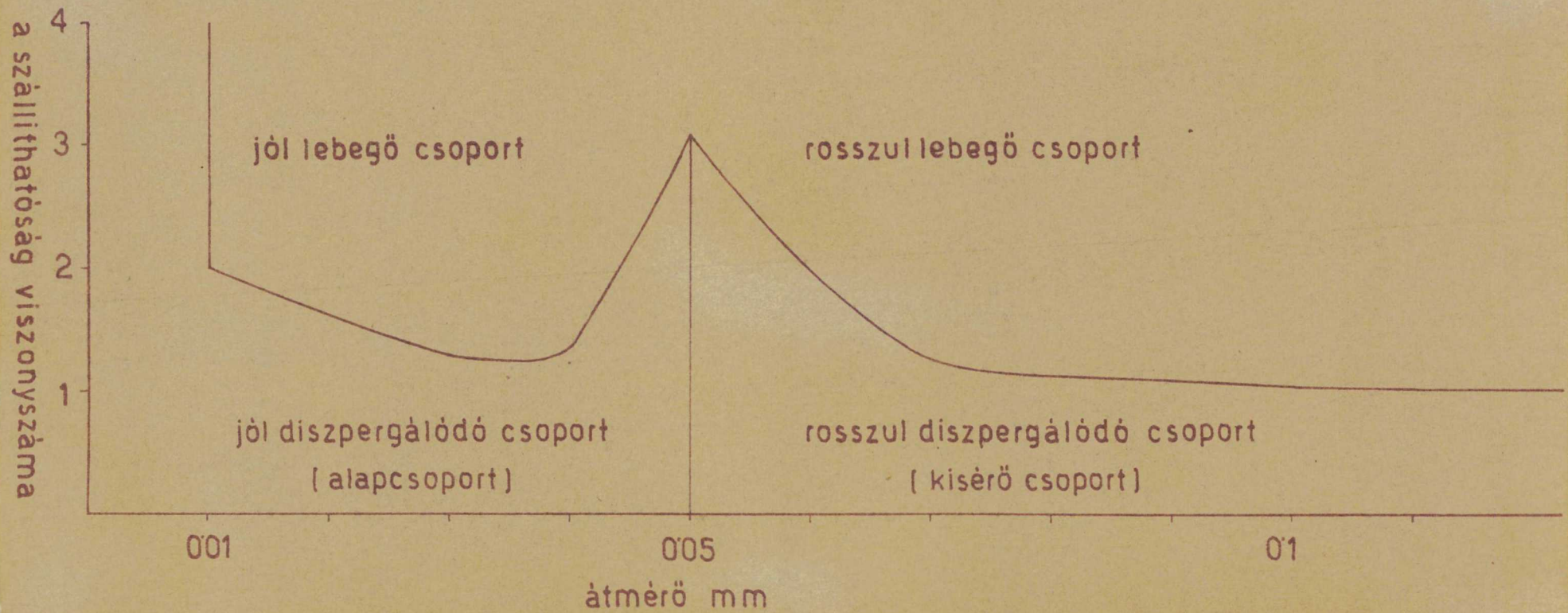
1. Kölbl, L.: Über die Aufbereitung fluviatiler und äolischer Sedimente. Min. u. Petr. Mitt. Leipzig 1931.
2. Kölbl, L.: Studien über den Löss. Mitt. d. geol. Ges. in Wien 1930.
3. Udden, I. A.: The mechanical composition of wind deposits. Augustana Library Publication 1898.
4. Correns, C. W.: Der Anteil des Staubes an der Bildung der Sedimentgesteine. VDI Zeitschr. d. Ver. Deutscher Ingenieure Düsseldorf, 1953.
5. Grasberger, H.: Der Aufbau der Böden. Mit einem Anhang über die Kornzusammensetzung des Betons. Die Wasserwirtschaft XXVI. Jg. Wien 1933.
6. Bogárdi, I.: A hordalékmozgás elmélete. Akadémiai Kiadó, Budapest 1955.
7. Swineford, A. and Erye, I. C.: A mechanical analysis of windblown dust with analyses of loess. Am. Journ. of Science vol. 243, 1945.
8. Bacsó, N.: Porhullás Magyarországon 1941. február 1-én. Az Időjárás XVII. évf. Budapest 1941.
9. Schafarzik, F.: Az 1901. március 11-i porhullásról. Földtani Közöny XXXL. k. Budapest 1901.
10. Róna, Zs.: Magyarország éghajlata. Budapest 1909.
11. Róna, S.: Sandregen in Ungarn. Meteor. Zeitschrift 1896.
12. Kriván, P.: Die erdgeschichtlichen Rhythmen des Plistozänzeitalter. Acta Geologica II. fasc. 1-2. Budapest 1953.
13. Kriván, P.: A középeurópai pleisztocén éghajlati tagolódása és a paksi alapszelvény. M. Áll. Földtani Int. Évkönyve, XLIII. k. Budapest, 1955.
14. Miháltz, I.: A Duna-Tisza köze déli részének földtani felvétele. M. Áll. Földtani Intézet Évi Jelentése. Budapest, 1950.
15. Miháltz, I.: La division des sédiments quaternaires de l'Alföld. Acta Geologica, II, fasc. 1-2. Budapest, 1953.
16. Miháltz, I.: Az 1941. évi porhullás. Földtani Közöny, LXXXV. k. Budapest, 1955.
17. Kádár, L.: A lösz keletkezése és pusztulása. Közlemények a Debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből. Debrecen, 1954.
18. Kádár, L.: Hozzászólás Kriván P.: "A pleisztocén földtörténeti ritmusai. Az új szintézis" c. előadásához. MTA. "Alföldi Kongresszus" anyagából. Budapest, 1953.
19. Bulla, B.: Hozzászólás Kriván P.: "A pleisztocén földtörténeti ritmusai. Az új szintézis" c. előadásához. MTA. "Alföldi Kongresszus" anyagából. Budapest, 1953.
20. Bulla, B.: Általános természeti földrajz. Budapest, 1954.
21. Mihályi-Lányi, I.: A magyarországi löszváltozatok és hullóporos képződmények osztályozása. /Orosz nyelven./ Acta Geol. II. fasc. 1-2, 1953.
22. Vándl, A., Földvári, A., Takáts, T.: A budapestkörnyéki löszről. Mat. és Term. tud. Értesítő, LII, Budapest, 1934.

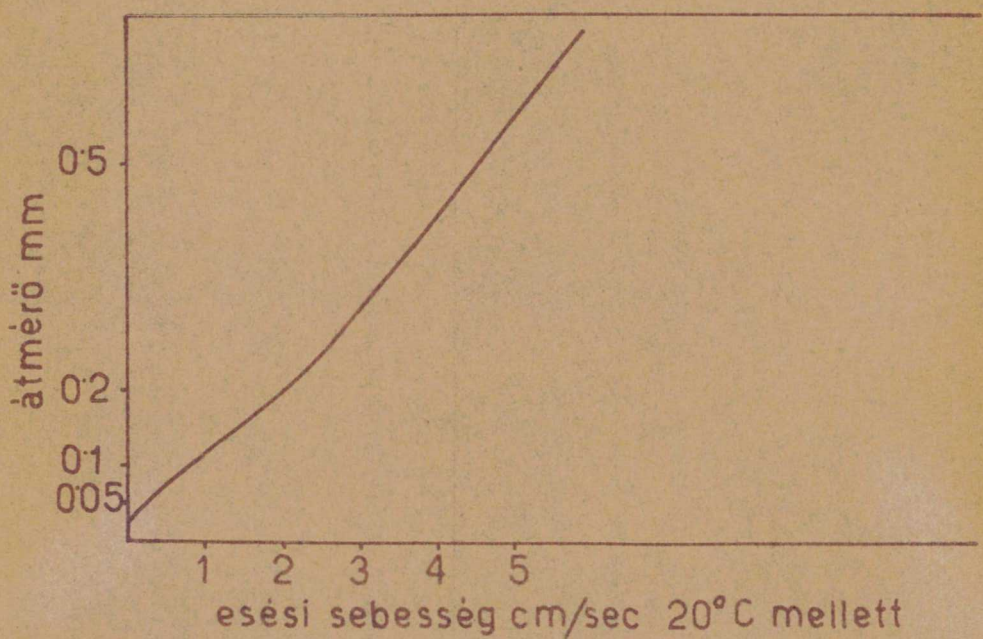
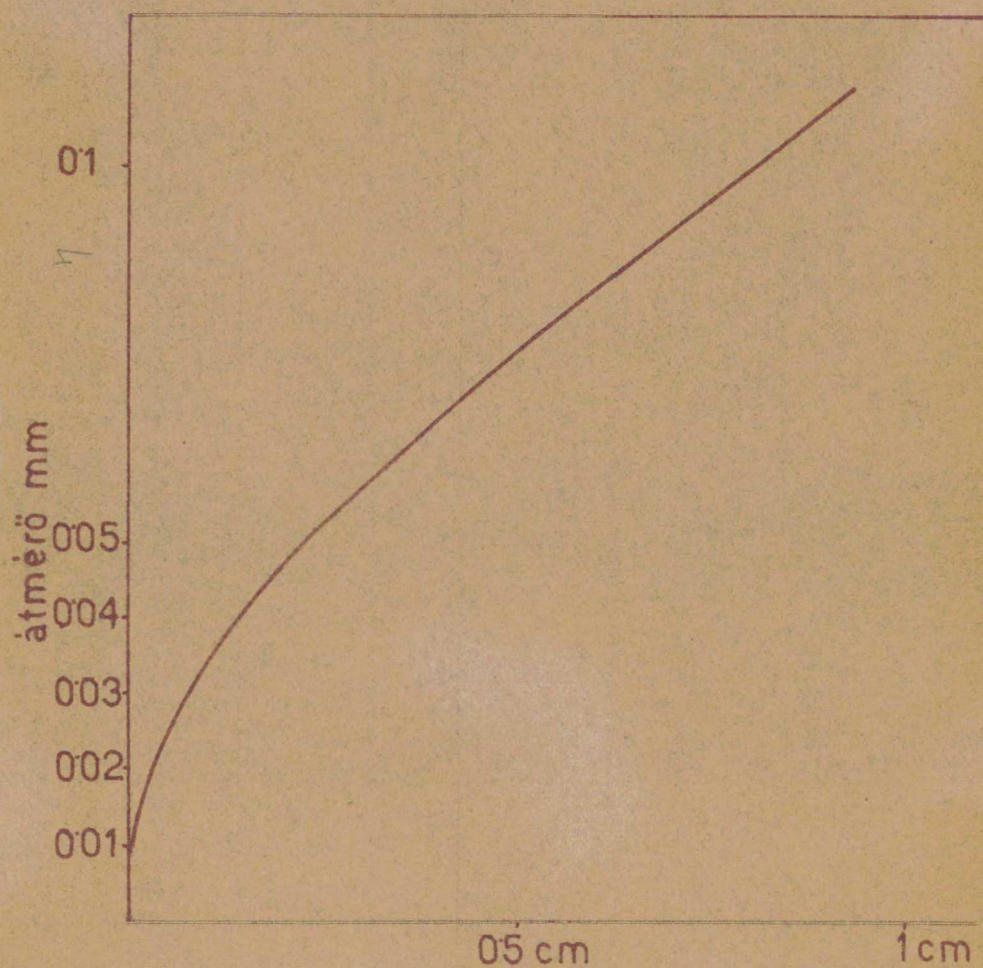
ÁBRÁK

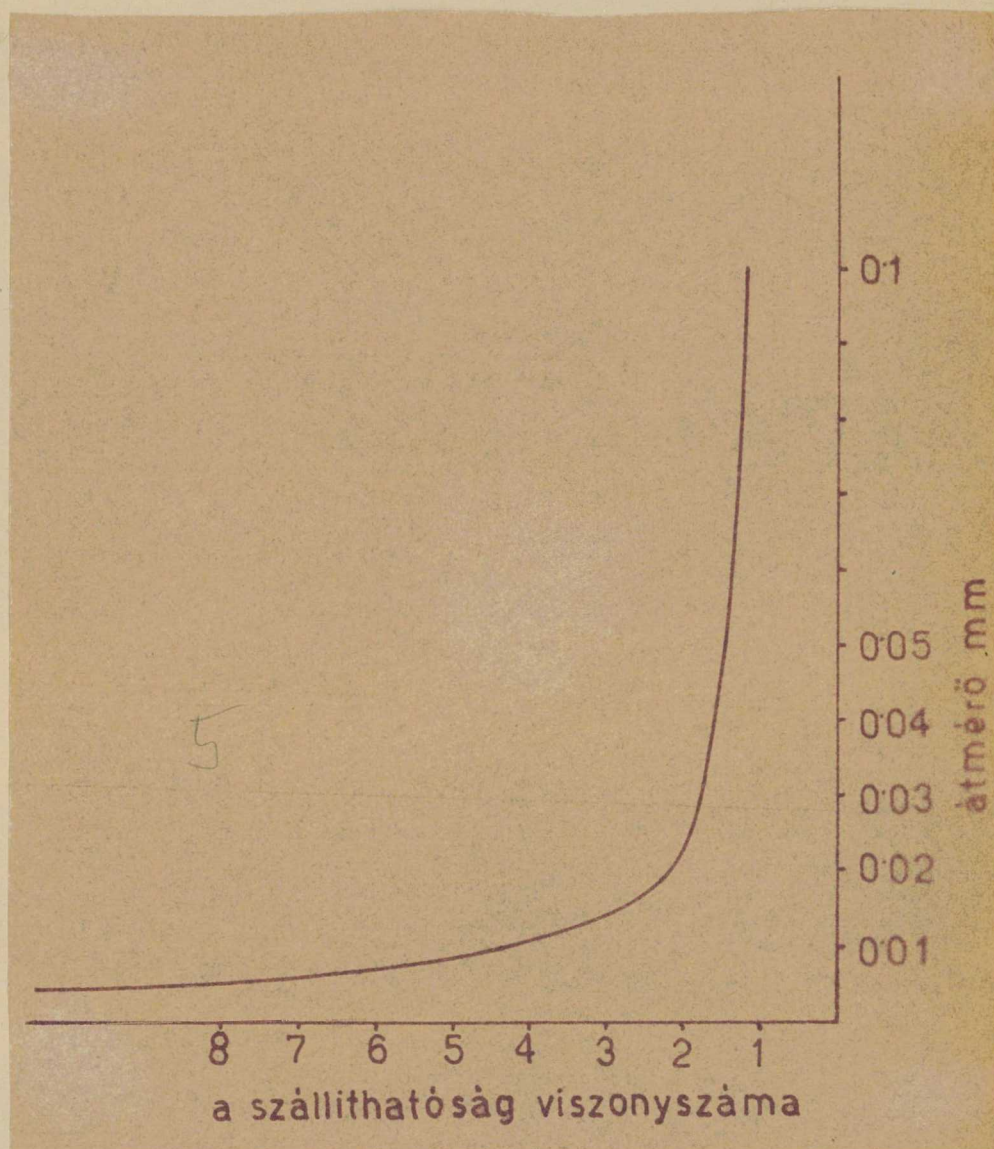
1-31 sz.

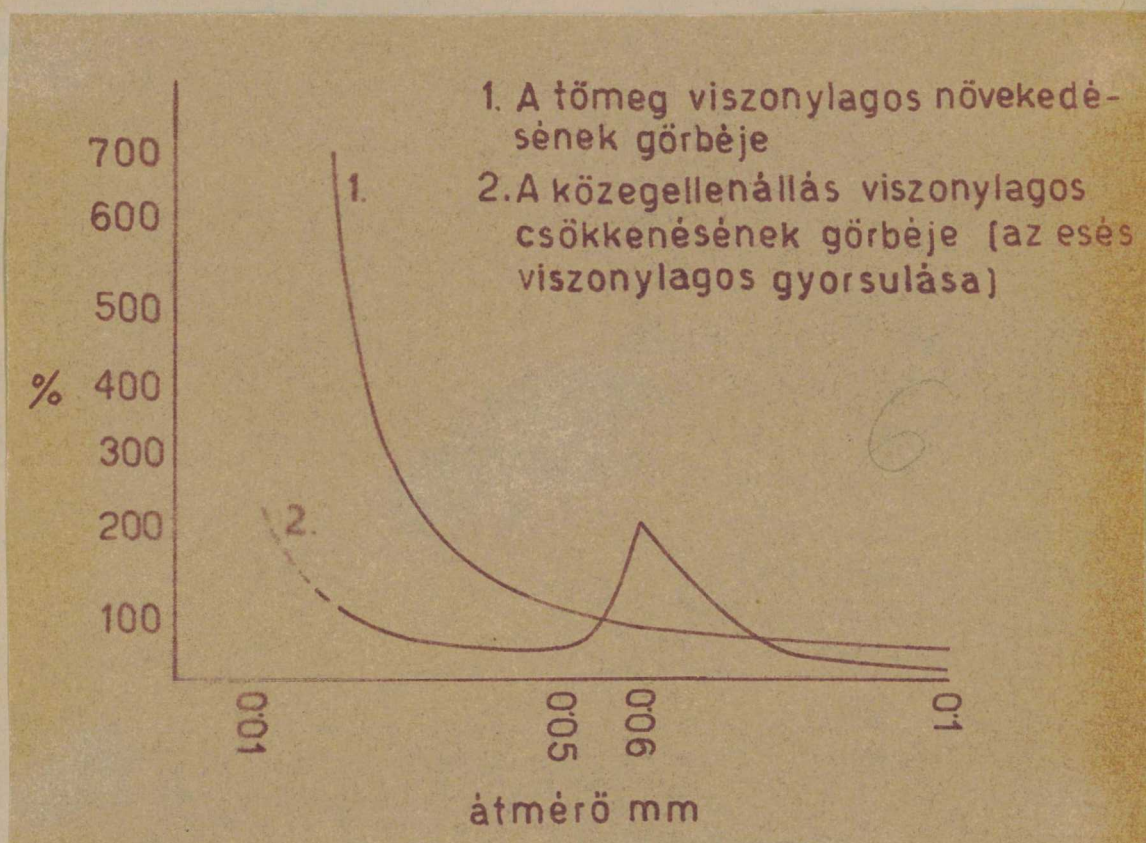


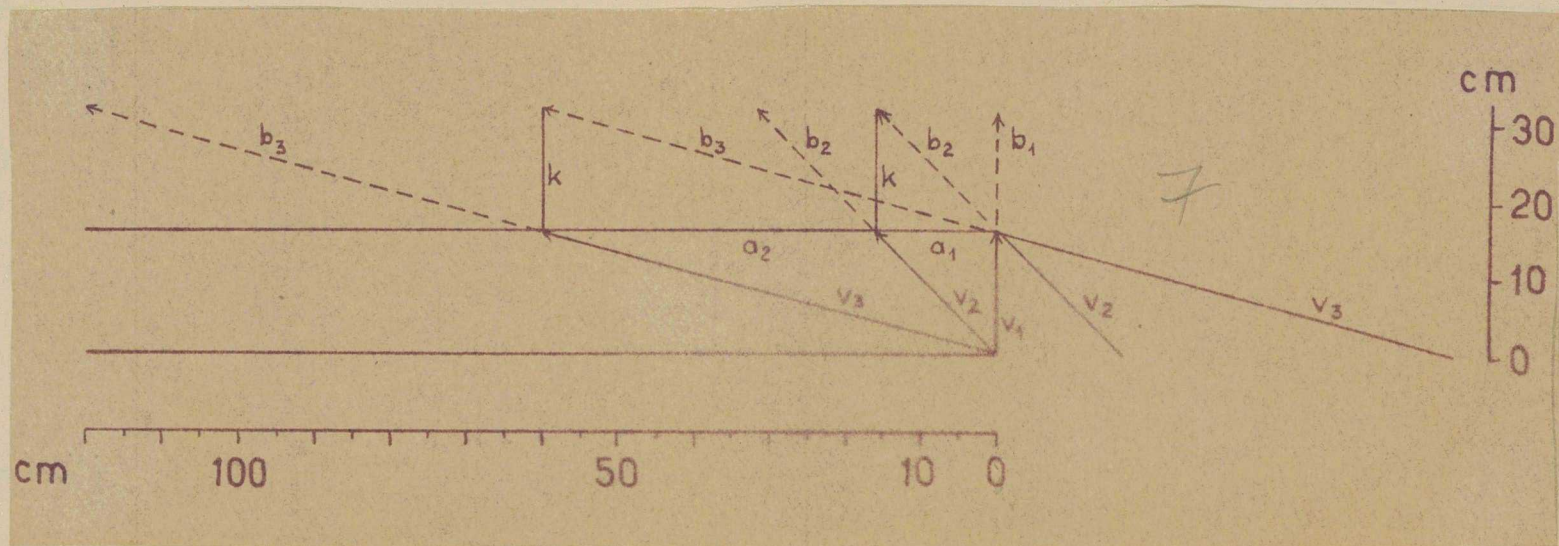


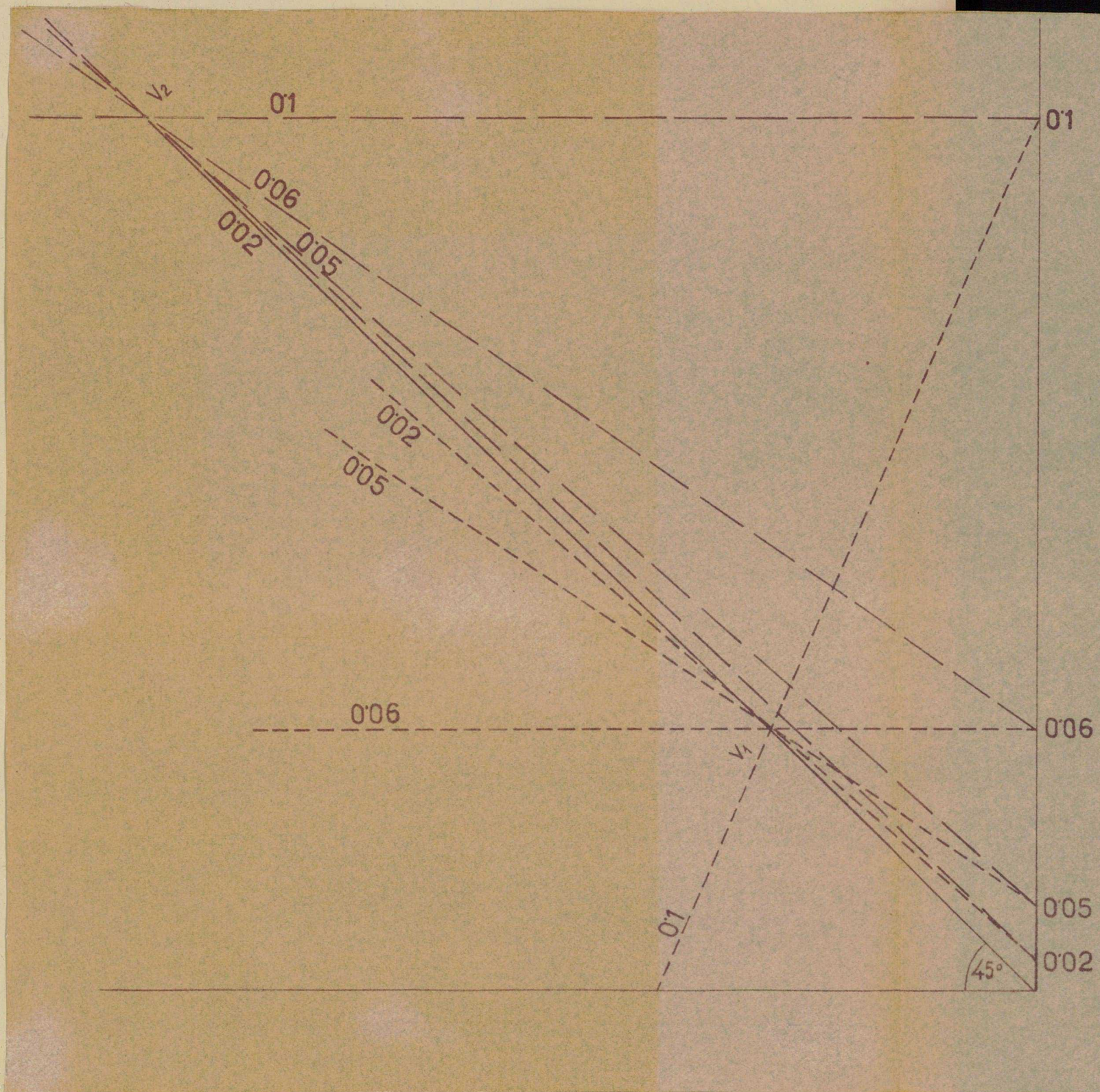


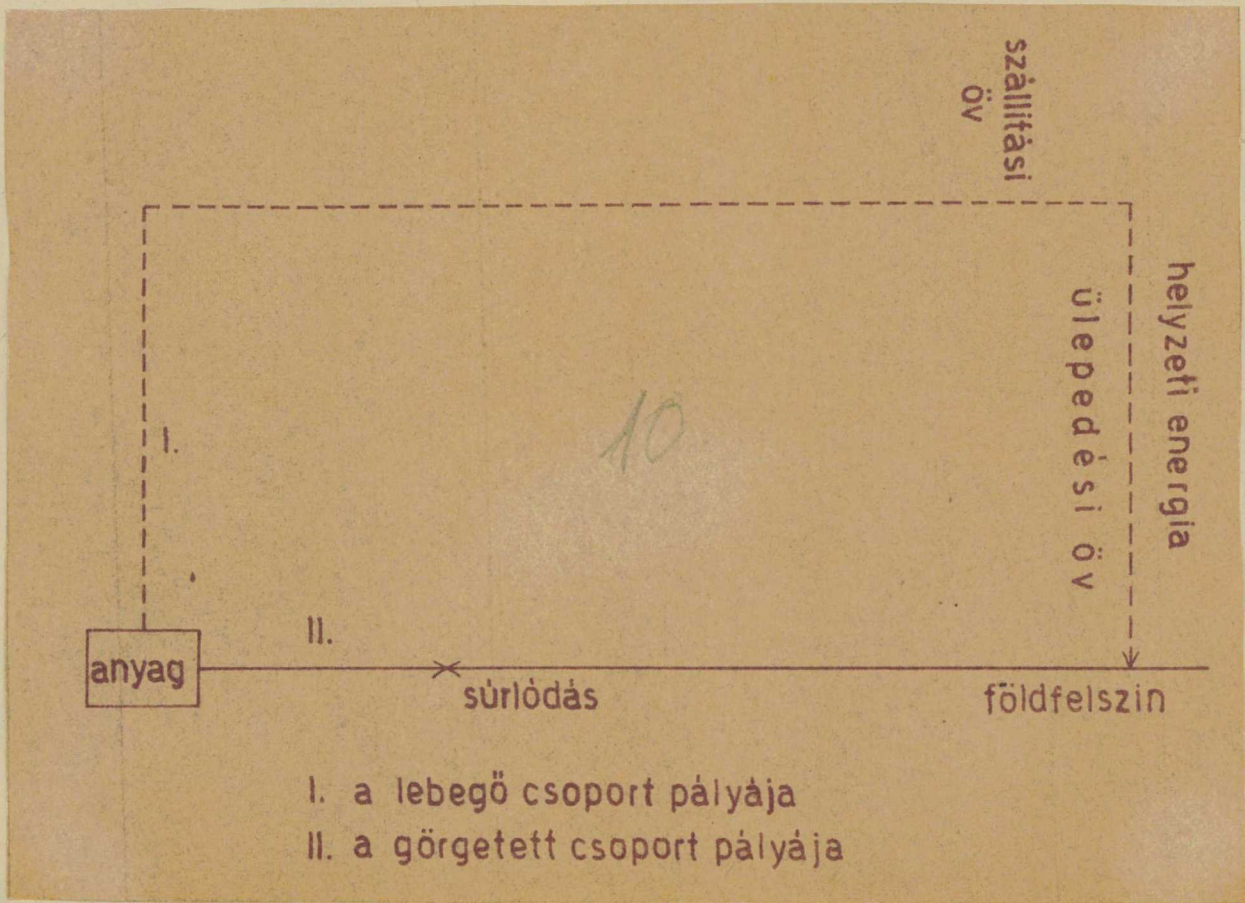


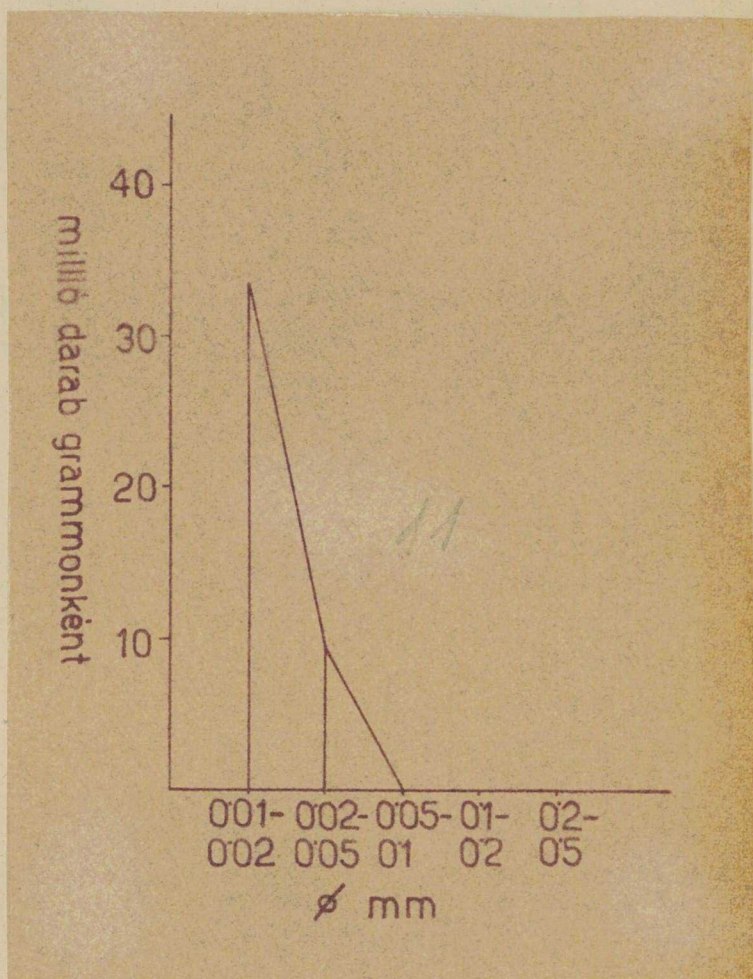


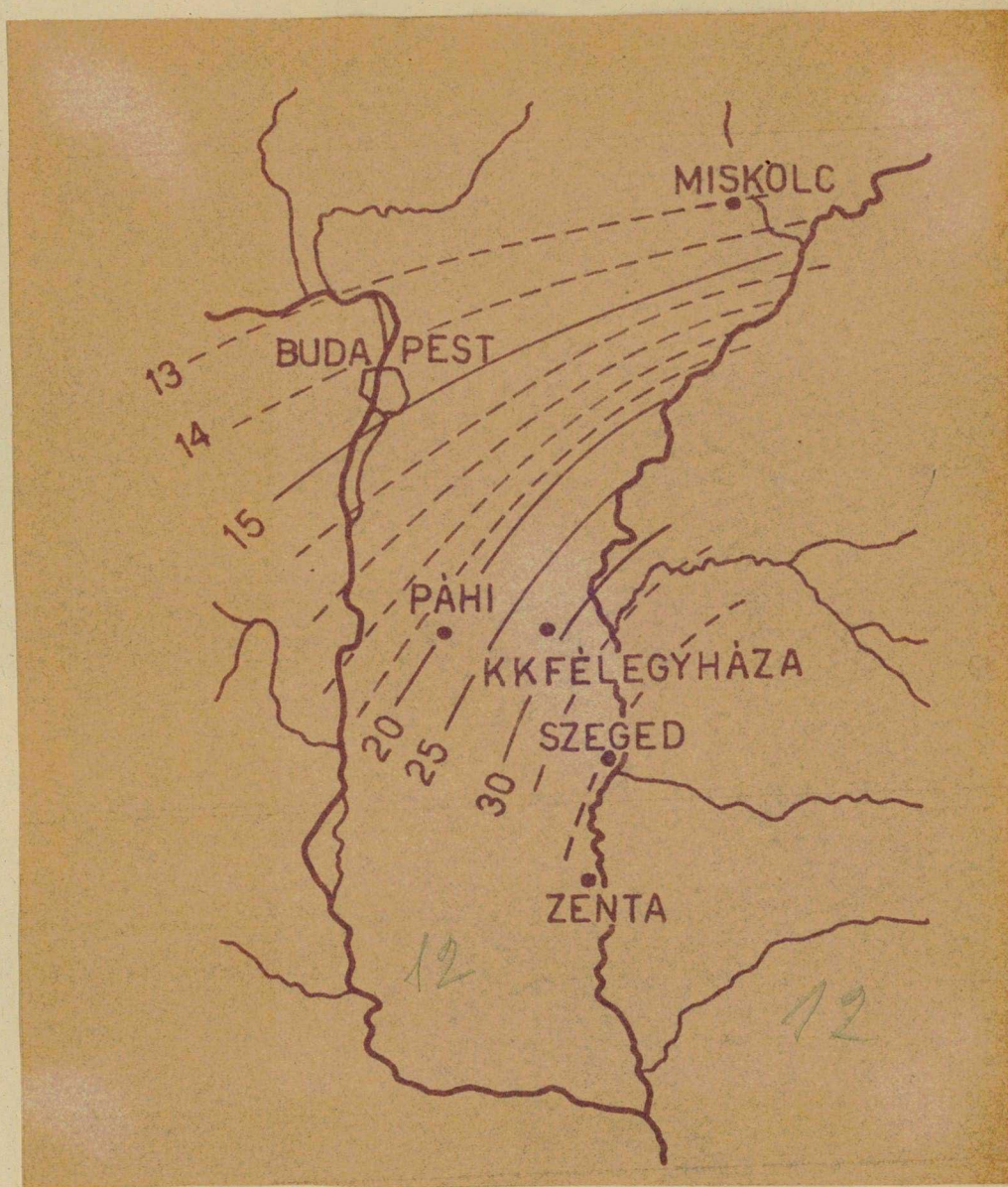


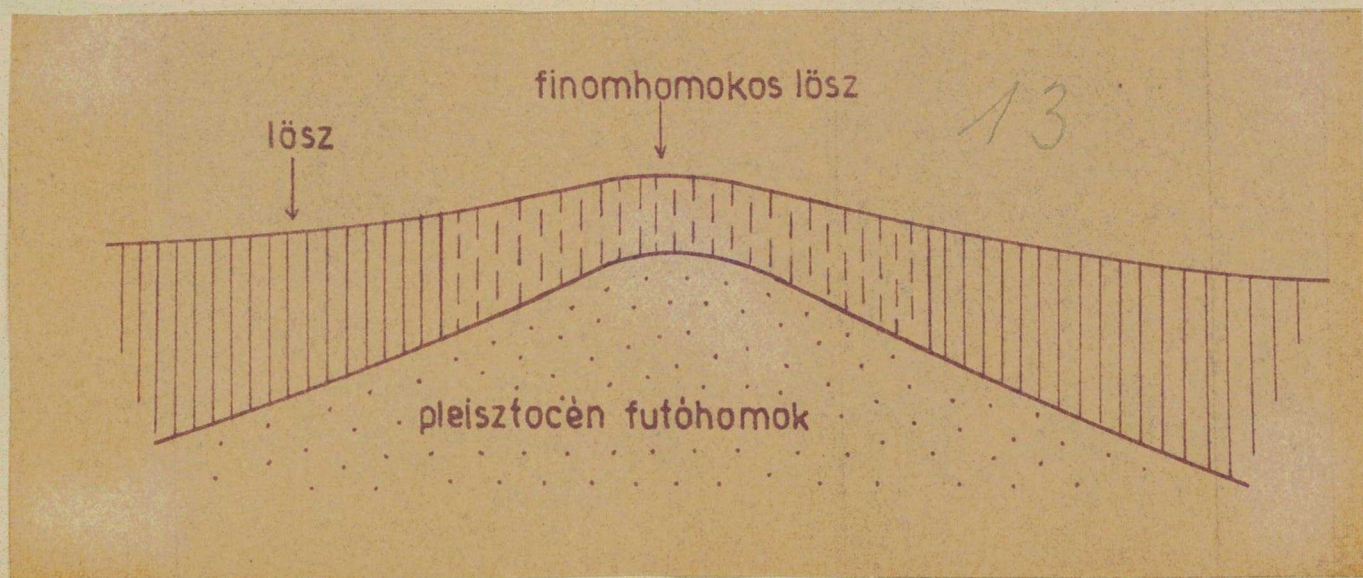








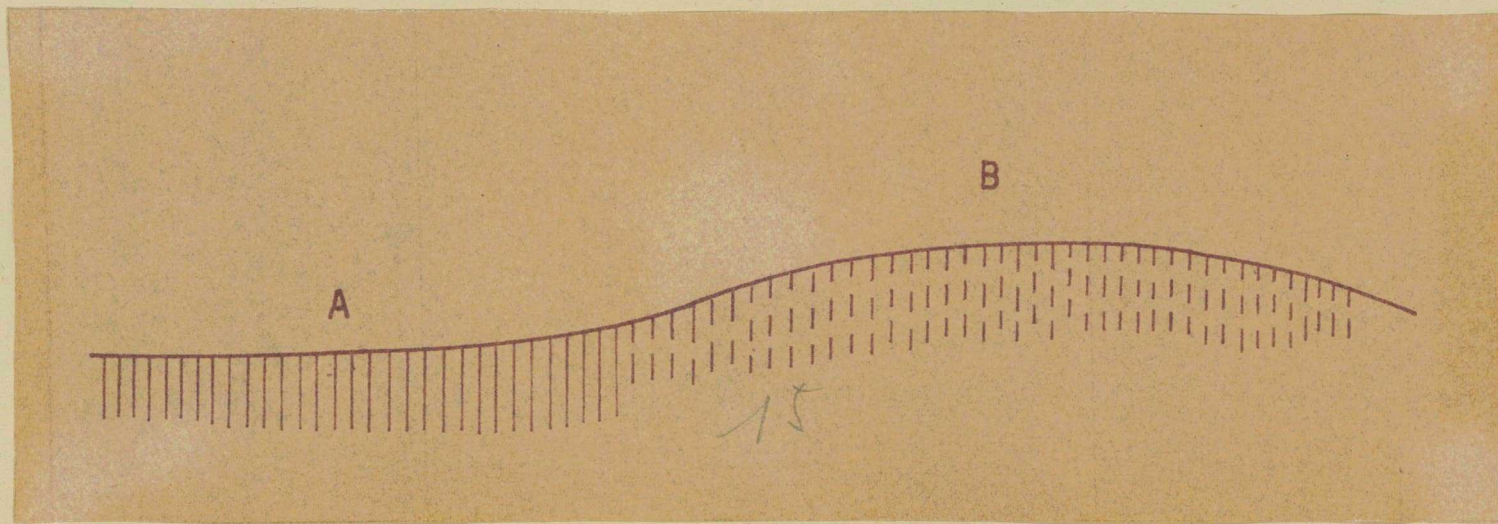


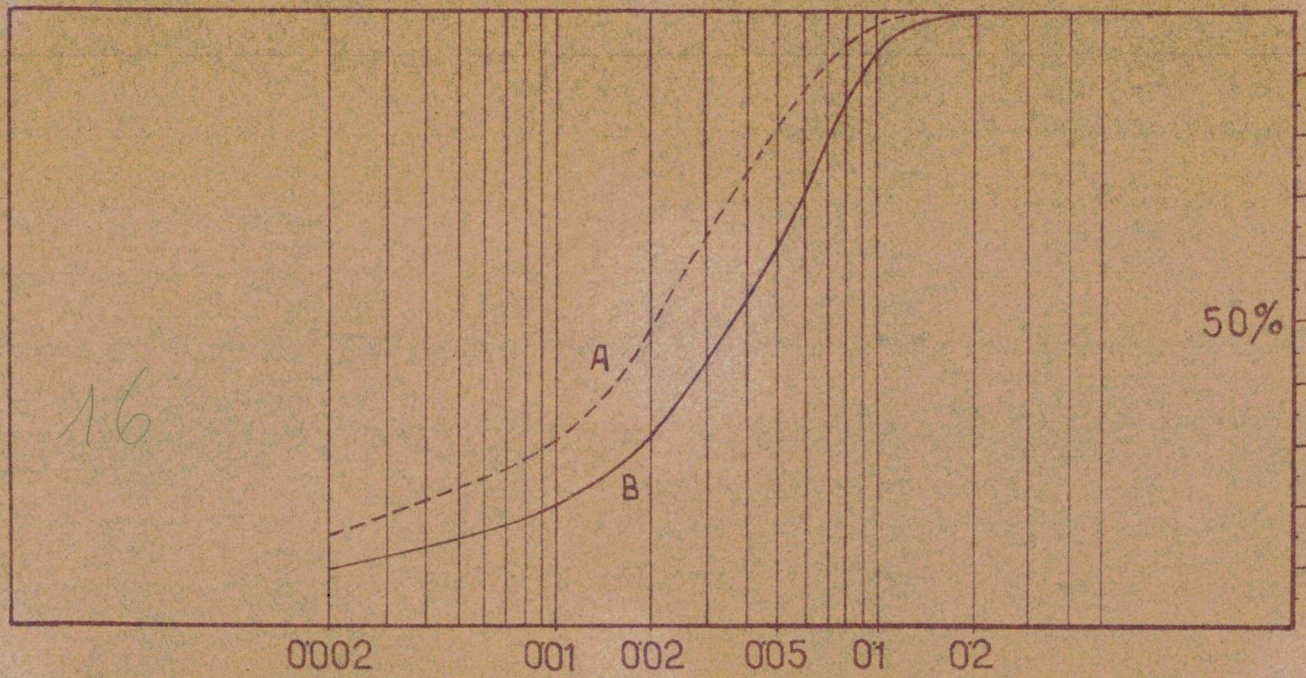


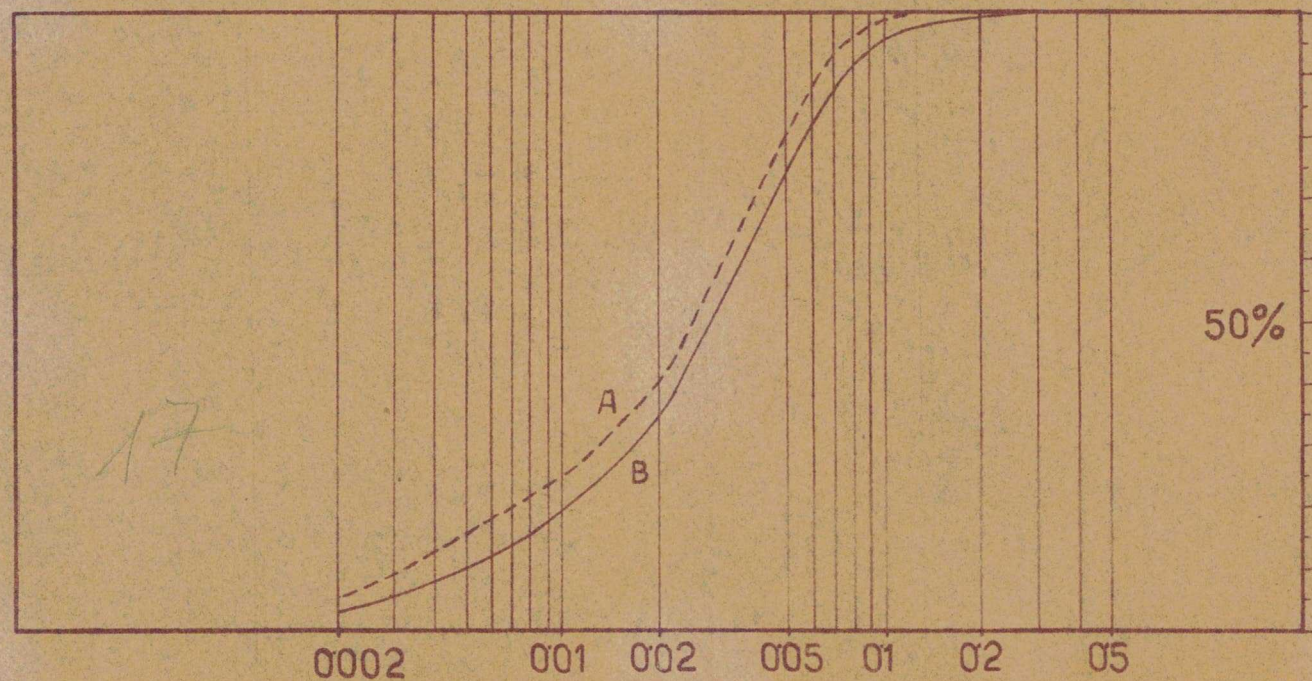
futóhomok vagy löszös homok



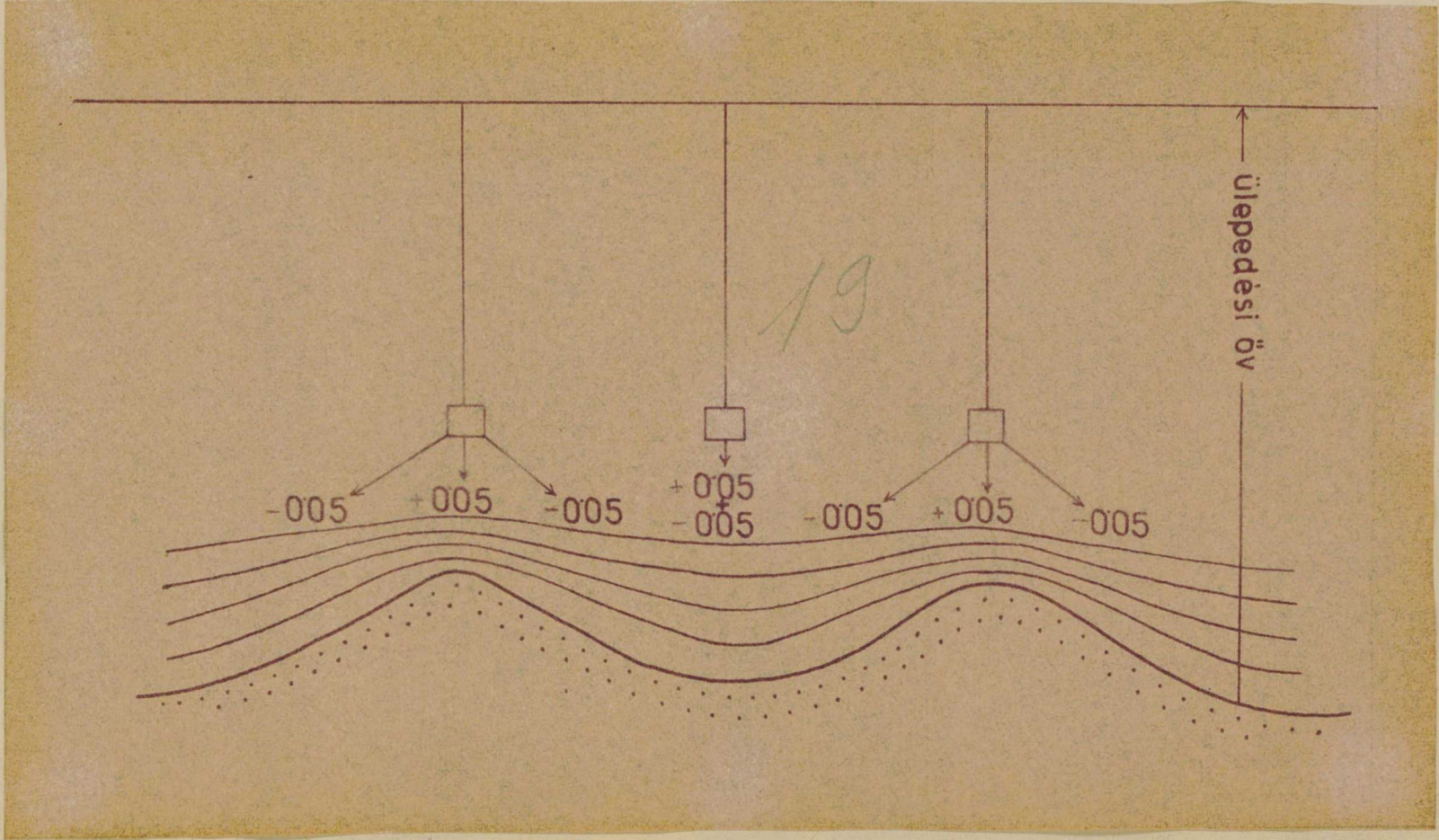
14

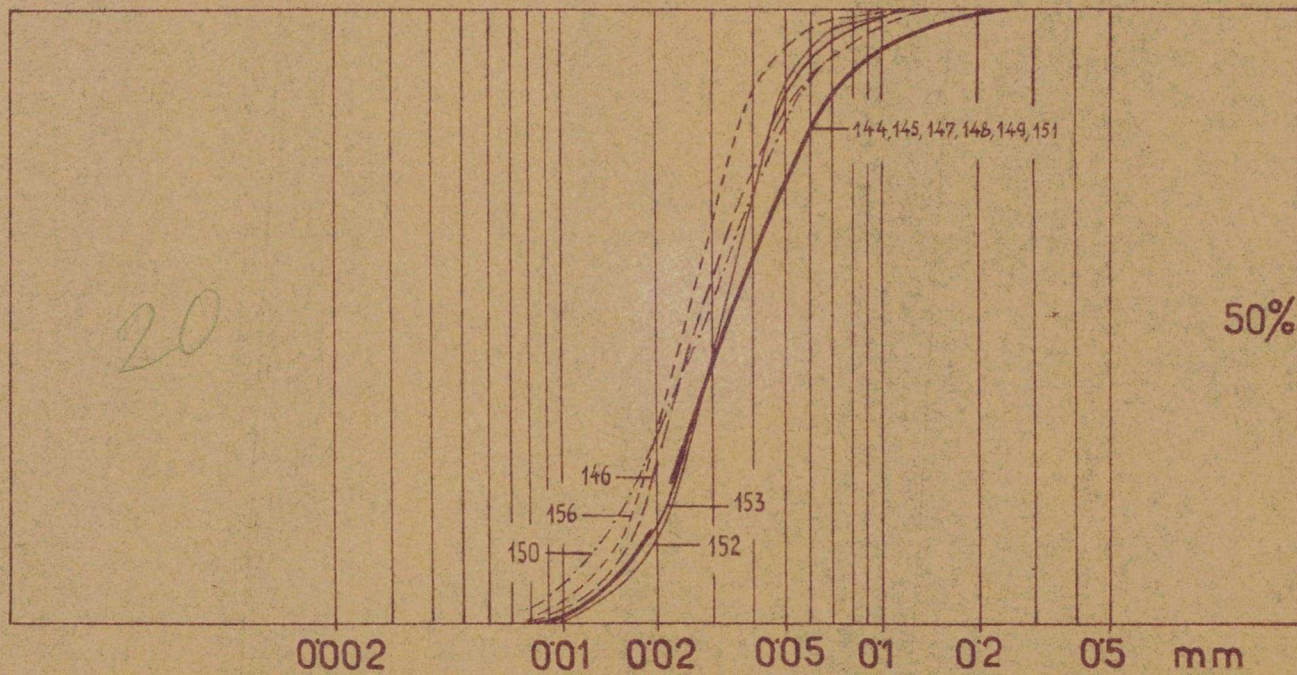


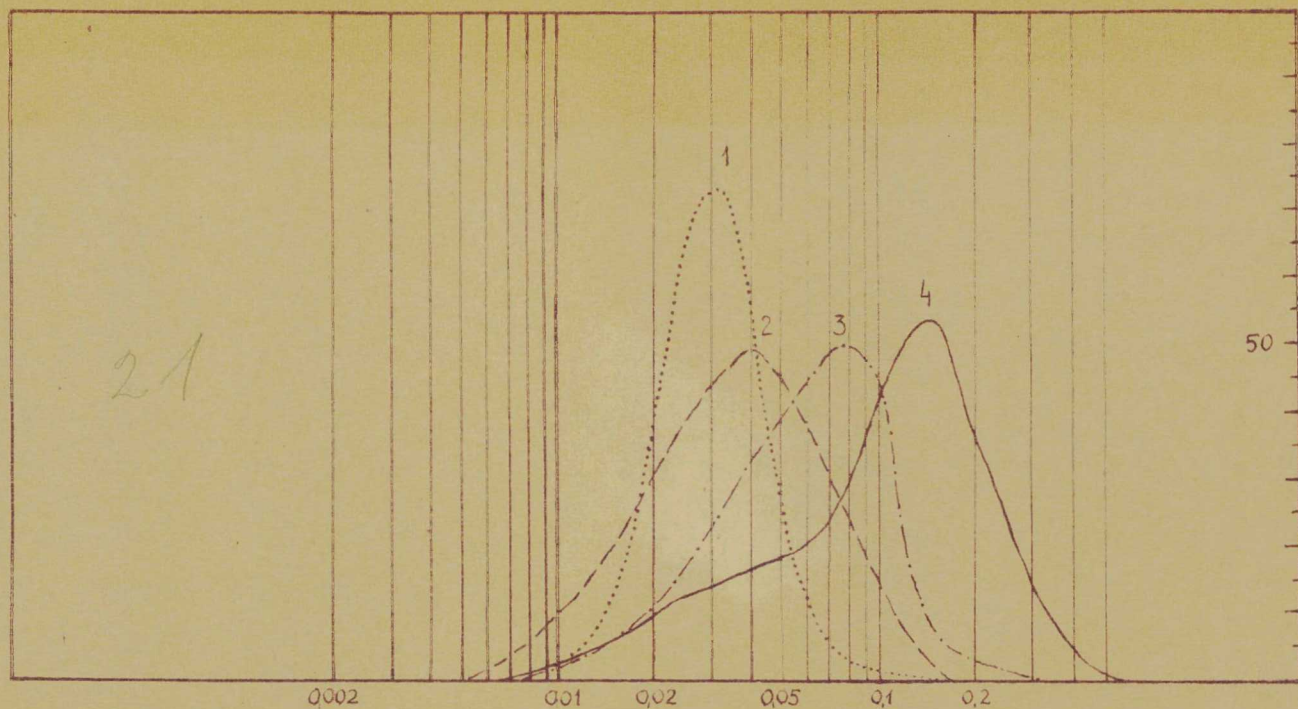








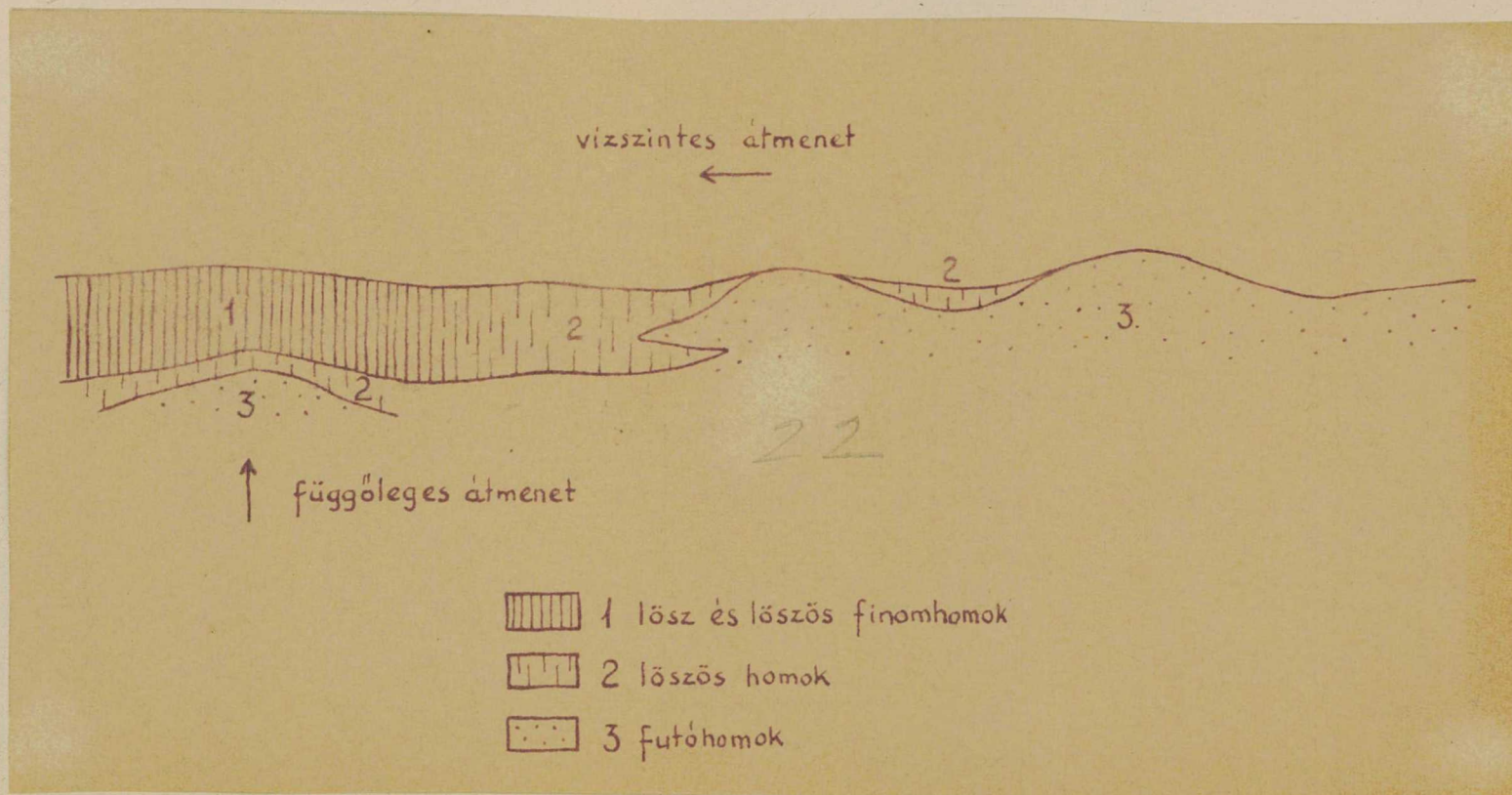


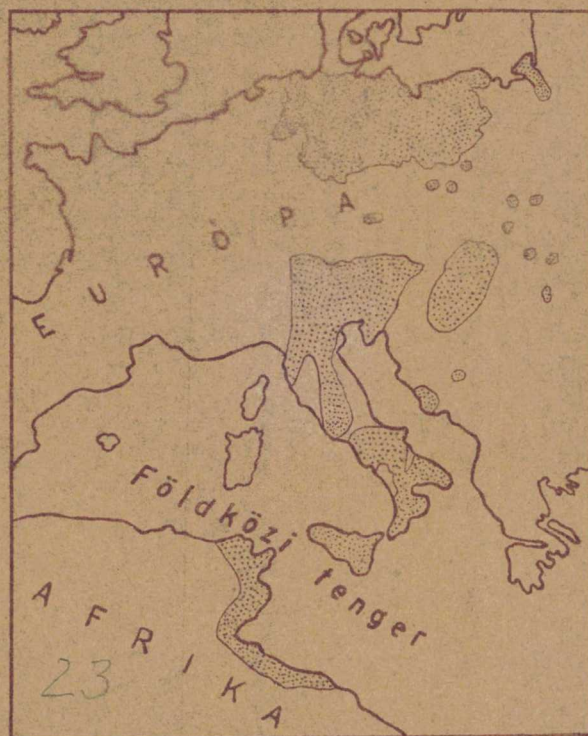


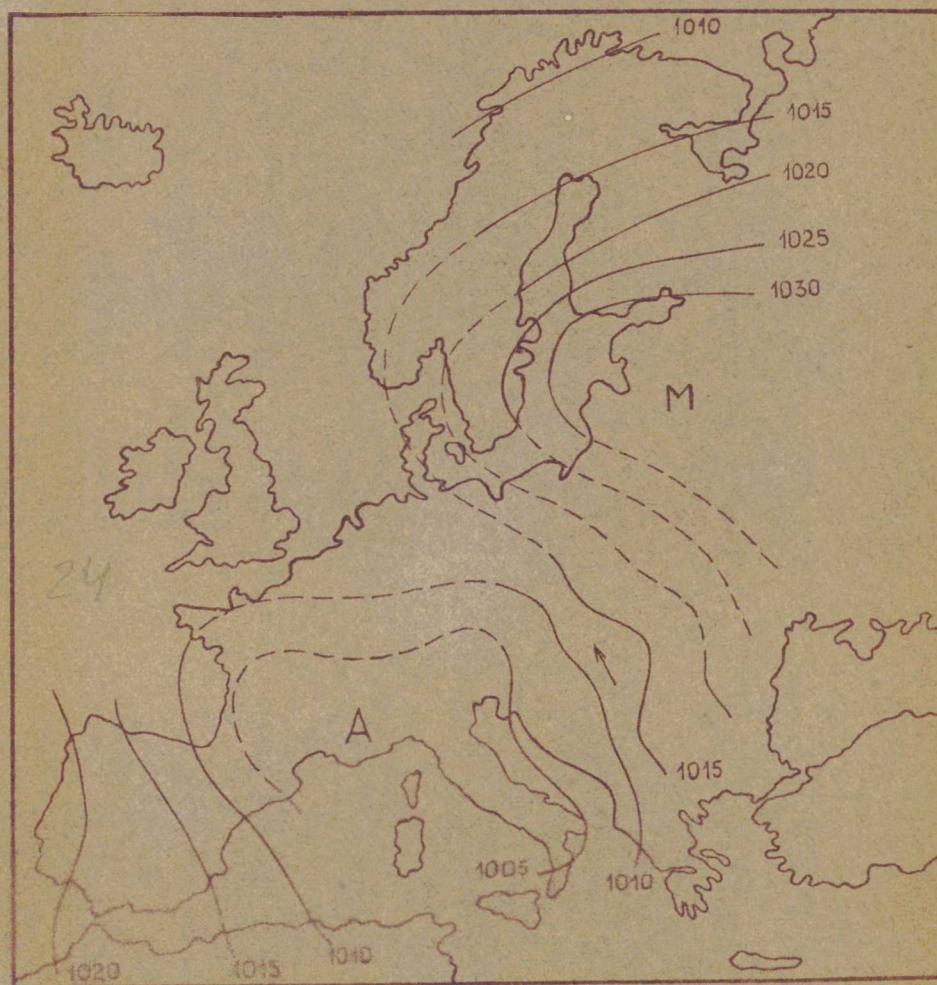
Löss és átmeneti képződménytípusok Mihályiné szerint

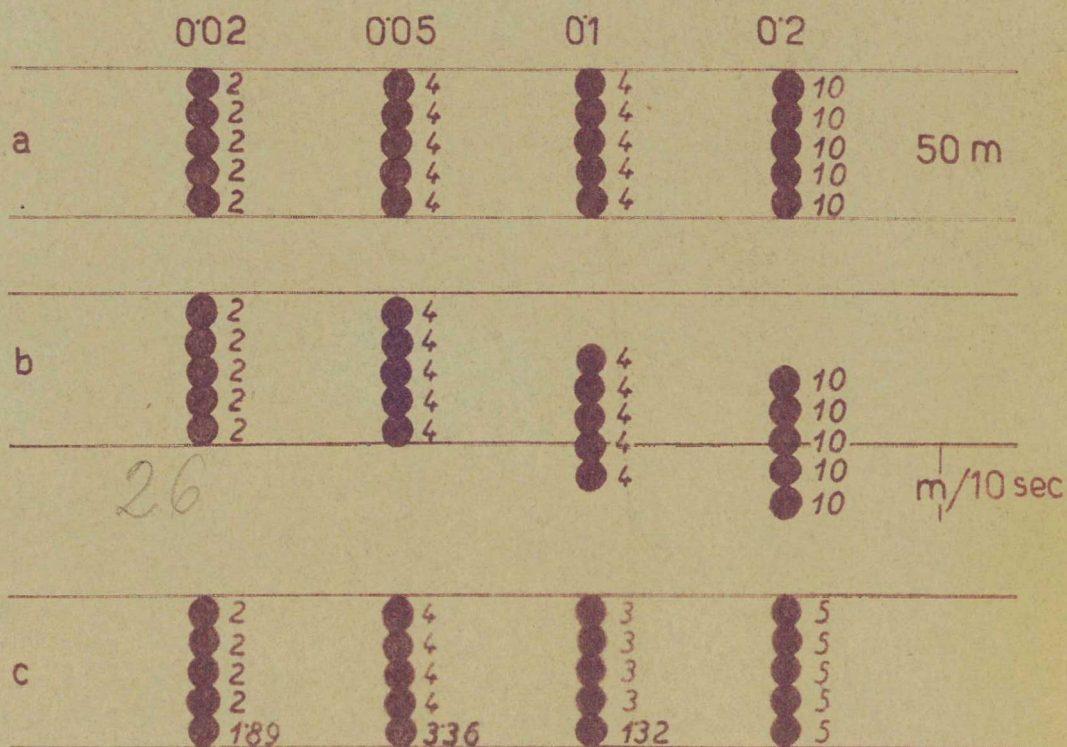
- 1 jellegzetes lösz
- 2 finomhomokos lösz
- 3 löszös finomhomok
- 4 kétmaximális löszös homok

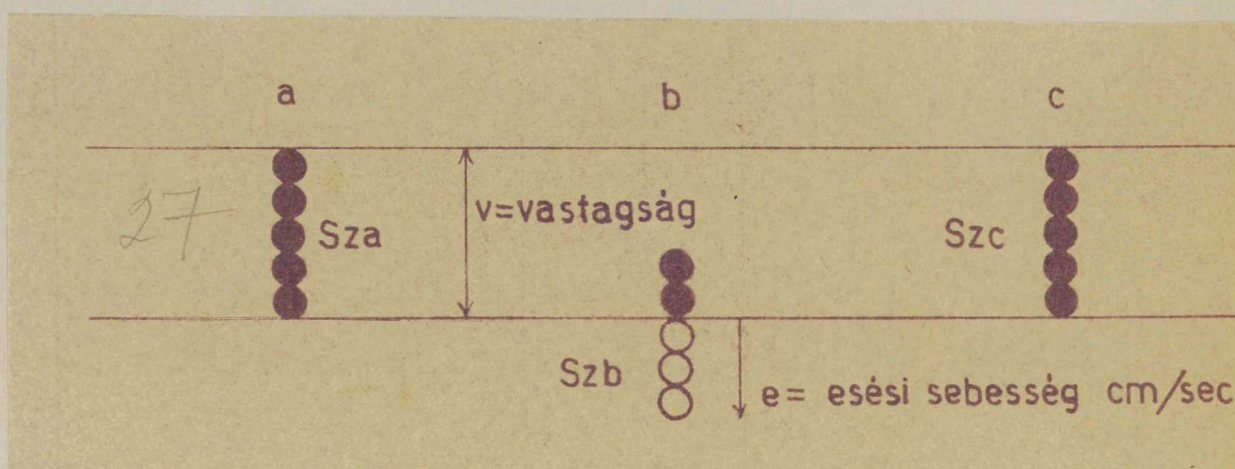
21

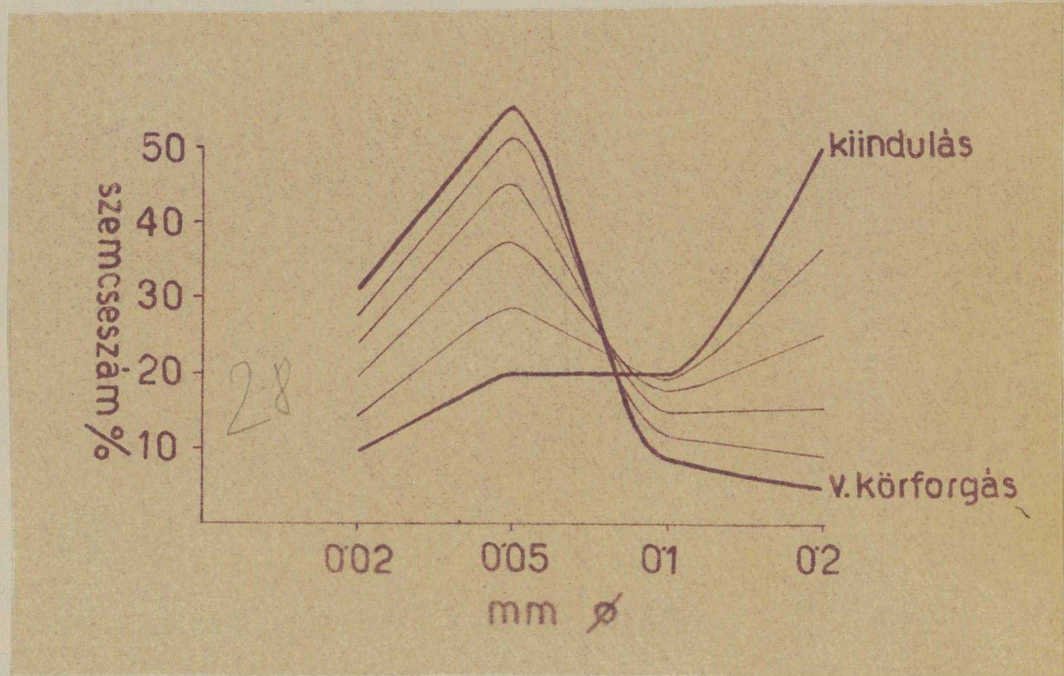


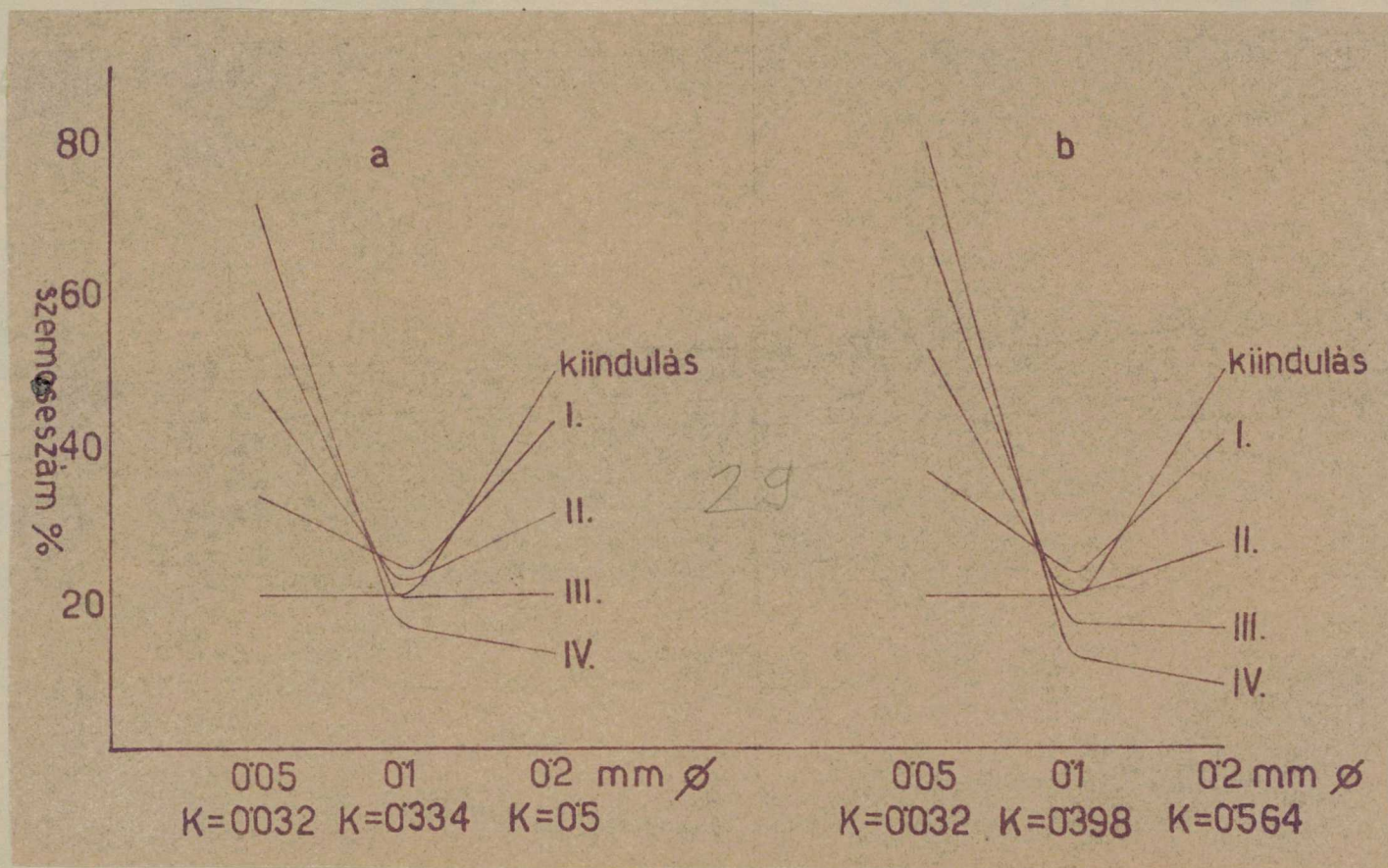


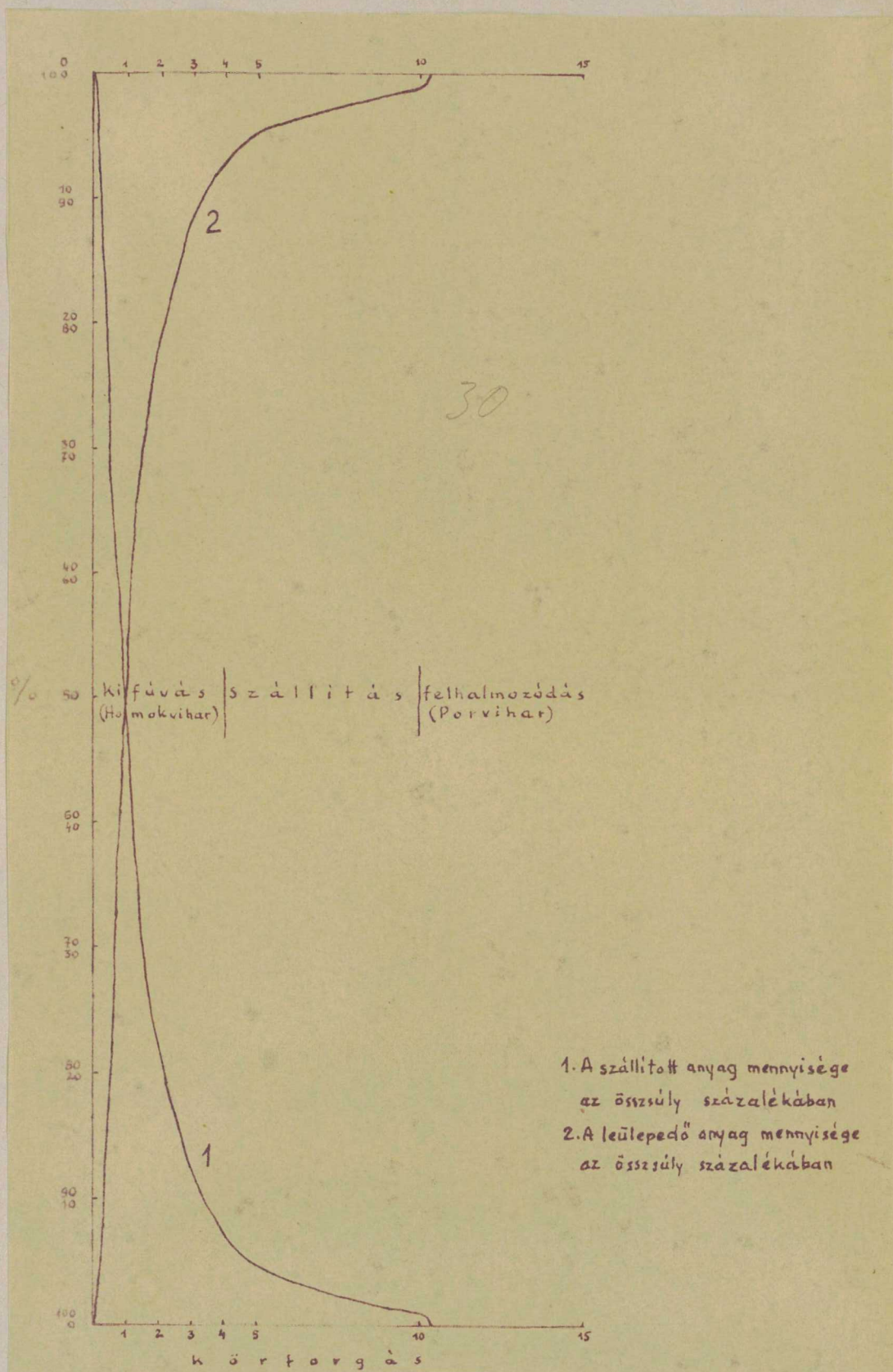




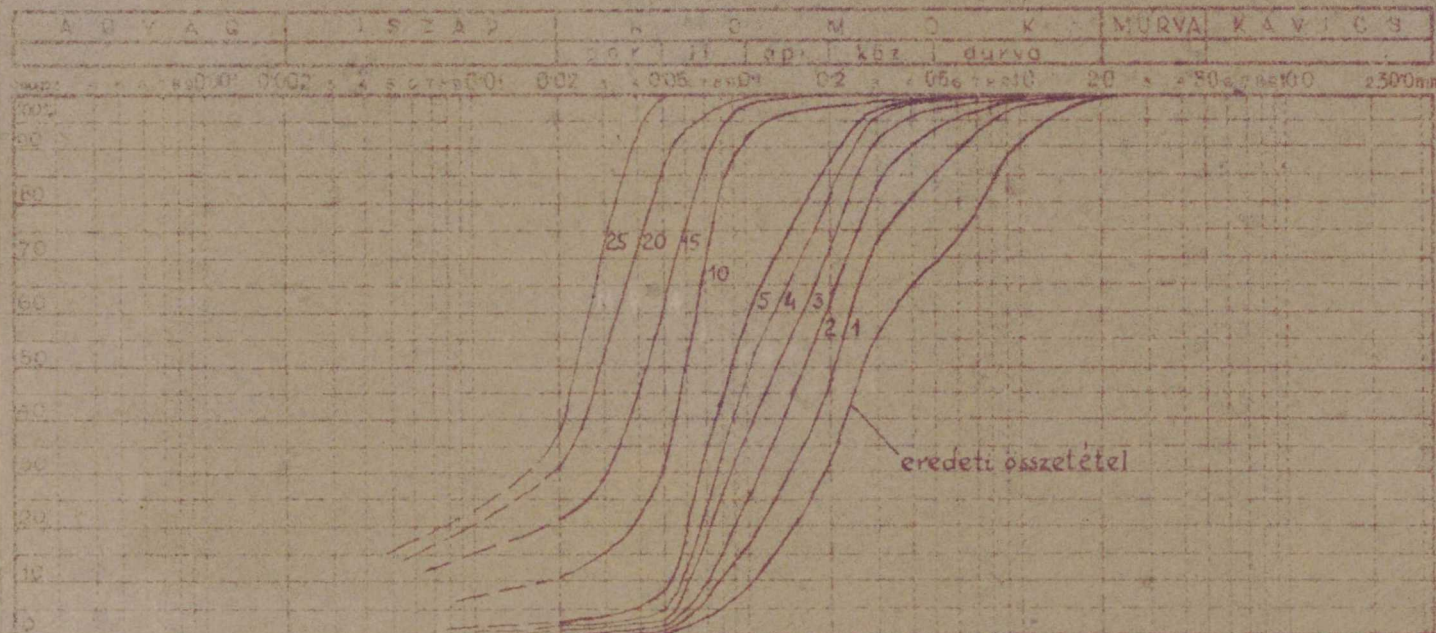








SZEMCSEÖSSZETÉTELI GÖRBE



A lebegve szállított homok szemcseösszetételének előre számított értékei

Jelmegnevezés: a 0.075 - 2.0 mm közötti nyolc szemcseosztályra kiterjedő számítás alapján (Libiai sivatagi homok, Vadász E. gyűjt.)

1, 2 Homok állapot

3, 4, 5 Lössös homokszerű állapot

10 Lössös finomhomokszerű állapot

15, 20, 25 Lössszerű állapot

31. sz. ábra

