

A durvatörmelék üledékek szemcsejellemzőinek meghatározásához szükséges minta tömege

Dr. Kozákné Torma Julianna—dr. Kozák Miklós

(5 ábrával, 1 táblázattal)

Összefoglalás: A dolgozat kísérletet tesz a durvaszemcsés üledékek, kavicsok szemcseelemzéséhez szükséges reprezentatív mintamennyiség megállapítására. A gyakorlatban kipróbált módszer gyors tájékozódásra, terepi felhasználásra is alkalmas és tetszőleges pontossággal alkalmazható.

A durvaszemű üledékek szerkezeti és minőségi jellemzőinek ismeretét elvi és gyakorlati szempontok egyaránt indokolják. Elegendő említenünk a hordalékok, áradmányok, hordalékkúpok, medenceüledékek földtani fejlődés-történeti és ipari-gyakorlati (építőipari, vízbányászati stb.) jelentőségét.

Finom kavicsra és ennél aprózottabb törmelék kőzetekre egyes, a földtan számára is használható, ipari szabványok jó, sőt gyakran túlbiztosított mintamennyiséget írnak elő. Durvább üledékre azonban nincs egységesen kialakult, vagy az ipari gyakorlatból átvett módszer, hagyomány. Földtani közlésekben ritkán található a mintamennyiségre történő utalás, ezek erősen eltérők, többnyire szubjektívek és meglepően alacsony értékeket jeleznek (durva kavics esetében 5—25 kg).

Az üledékösszletek szemcseméret és anyagi összetétel tekintetében, ha eltérő mértékben is, de túlnyomórészt inhomogén halmazok. Az alkotók méret- és alakjellemzői rendszerint erősebb ingadozást, szórást mutatnak, mint a minőségi sajátágok (pl. fajsúly). Ezért extrém eseteket leszámítva a természetes aggregátumok reprezentatív mintamennyiségét a szemcseméret-eloszlás mint legszigorúbb feltétel határozza meg. Ezen belül a maximális szemcseát-mérő, ill. a legdurvább frakció aránya, a döntő.

Mivel vizsgálatunk jórészt a durva kavics mérettartományára terjed ki, kiindulásul a mérés- és ábrázolástechnikai szempontból egyaránt jól kezelhető WENTWORTH-féle 16—32, 32—64, 64—128 és 128—256 mm-es tartományokat választjuk ki. Az utóbinak részben csupán elvi jelentősége van, mivel 200 mm fölött ritkán van igény üledékközveti vizsgálatra, továbbá oly tömegű mintát jelent, hogy technikailag nehezen kezelhető.

A mintamennyiség meghatározásánál első feladatunk a legnagyobb szemcseátmérő hozzávetőleges megállapítása, ami rendszerint könnyen elvégezhető és megmutatja, hogy a halmaz legdurvább része az említett WENTWORTH-frakciók melyikébe esik.

Ezután a mintázandó anyagot úgy fogjuk fel, mintha két részből állna, egy a legdurvább szemcséket tartalmazó, WENTWORTH-méretekkal lehatárolt *i*-edik frakcióból és egy másik részből, amit az összes többi együttesen alkot.

Következő lépésként meg kell becsülnünk, hogy az anyagnak hányadrésze, azaz hány térfogat- vagy súlyszázaléka esik az *i*-edik frakcióba. Ez, az

igényelt pontosságtól ill. a munkaráfördítés gazdaságosságától (pl. egyedi vagy sorozatvizsgálat) függően többféleképpen lehetséges.

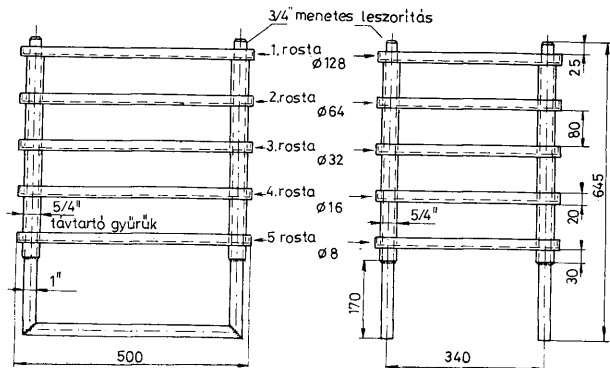
Legegyszerűbb, ha az i -edik frakció alsó mérőhatárát mérőlecezen stb. rögzítjük és vizuálisan becsüljük az ennél durvább szemcsék felületarányát, az egészhez viszonyítva. Pontosabb eredményt kaphatunk ha a frakcióhatárnak megfelelő lyukméretű négyzetes zsinór-, vagy drótháló esetleg léckeretet helyezve a szemcsehalmazra, e mentén végezzük a becslést. Szükség esetén (pl. falban álló közetnél) léptékkel ellátott fényképen is elvégezhető a kiértékelés. Az ilyen típusú hossz- és felületarány-becslések viszonylag nagyfokú pontosságát a mikroszkópi vizsgálatoknál alkalmazott hasonló elvű modális elemzési eredmények a gyakorlatban igazolták (BREZINA J. 1959., SZÁDECZKY-KARDOSS E.—PESTHY L. 1962. stb.).

Irányított habitusú szemcsék ill. orientált település esetén a legnagyobb szemcsfelületeket mutató, rendszerint természetes rétegződési sík mentén célszerű a becslést végezni.

Nagy pontosságot igénylő vizsgálatoknál a frakcióarány megállapítására az előrostálást vagy próbarostálást javasoljuk. Mivel a reprezentatív mintamennyiség 20–50%-ának gyors két részre bontása már megbízható tájékozódást ad, terepen is igen jól használhatók az egyszerű kivitelű, szétszedhető, hordozható rostasorok (1. ábra). Az anyag lepergését gátló peremmel ellátott lemez rostatányérok a kívánt 16, 32, 64, 128 mm-es körlyukú perforációkkal vannak ellátva. A felületi áttörtséget a lemez teherbírástól függően ajánlatos maximálisra méretezni. Általában 10–300 kg anyag gyors előrostálása elegendő alapot nyújt a becsléshez. Nehezíti a terepi munkát, hogy 10–50 kg-os mérőhatáru mérleg kiszállítása is szükséges. Az anyag műanyag fólián való szétterítéssel egyszerűen szárítható.

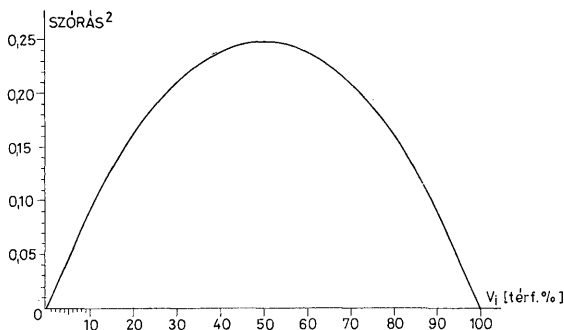
Az agyagos kötőanyag nagy nehézséget jelenthet. Ilyen esetben viszonylag gyorsan elvégezhető az anyagnak nagyméretű, szűklyukú műanyag szitaszöveten való lemosása. Az átmosott finom frakció indokolt esetben műanyag kádban felfogható, ülepíthető.

A becslés vagy előrostálás eredményeként tehát az i -edik frakció felület ill. súlyarányát kapjuk. Az utóbbi szélsőségesen heterogén összetételű halmazok kivételével szintén térfogatarányos, de az átlagos $\gamma = 2,65 \text{ Mp/m}^3$ kőzet-fajsúly felhasználásával, $V = G/\gamma [\text{m}^3]$ szerint egyszerűen képezhető a közeletőleg valós térfogatarány is. Ez az érték képezi a térfogattal arányos valószínűségi mintavételi modell alapját. Ennek számos gyakorlati alkalmazása ismeretes (pl. PERTHÓ Sz. 1973).



1. ábra. Hordozható terepi rostasor (mértékek mm-ben)

Fig. 1. Portable field screen set



2. ábra. A szórásnégyzet változása a legdurvább frakció térfogataránya függvényében
 Fig. 2. Change of variance in function of the unit volume of the most coarse fraction

Tekintsük azt a valószínűségi változót amely 1, ha az i -edik frakció egy adott szemcséje belekerül az adott mintába és 0 akkor, ha nem. Ennek szórásnégyzete (s^2):

$$s^2 = V_i \cdot (1 - V_i) = \frac{m_i \bar{\gamma}}{\Sigma m / \bar{\gamma}} \cdot \left(1 - \frac{m_i \bar{\gamma}}{\Sigma m / \bar{\gamma}} \right) \quad (1)$$

ahol: V_i az i -edik frakciónak a minta teljes térfogatához viszonyított térfogataránya.

Mivel s^2 a V_i függvényében parabolikusan változik (2. ábra) a $V_i = 50\%$ -nál maximuma van; $s_{\max}^2 = 0,25$.

Ebből a kavicszemeknek az i -edik frakcióban szükséges száma:

$$n_i = \lambda^2 \frac{V_i (1 - V_i)}{\Delta^2} \quad (2)$$

ahol: λ a megbízhatósági együttható

Δ a megbízhatósági intervallum, térfogatarányban kifejezve

Megfelelő megbízhatóság (95%) eléréséhez válasszuk $\lambda = 2$ értéket. A minta várható súlya a binomiális eloszlás segítségével megadható:

$$M = 4 \cdot k \cdot \frac{V_i \cdot (1 - V_i)}{\Delta^2} \cdot \bar{\gamma} d_i^3 \text{ (pond)} \quad (3a)$$

ahol: k alakítási tényező, a szemcsék kockaalaktól való eltérésének mértéke. Az üledékközvetenben általánosan használt ideális gömb alakot feltételezve $k = \pi / 6$.

d_i a biztonság rovására történő elhanyagolással, munkakimélés céljából nem a megállapított maximális szemcseátmérő, hanem az i -edik frakció alsó mérethatára, tehát esetünkben max. 128 mm lehet.

A Δ értékét a gyakorlatban használt és megfelelő biztonságot adó 0,032-re választva, $\bar{\gamma} = 2,65$ pond/cm³ értéket, valamint a $k = \pi/6$ értéket behelyettesítve a minta súlya:

$$M = 5417 \cdot V_i \cdot (1 - V_i) \cdot d_i^3 \quad (\text{pond}) \quad (3b)$$

ill. a szórásnégyzetet bevezetve:

$$M = 5417 \cdot s^2 \cdot d_i^3 \quad (\text{pond}) \quad (3c)$$

A szükséges minta súlyát numerikus számolással is meghatározhatjuk, de terepen történő alkalmazása miatt célszerűnek tartottuk egy számolóábra megszerkesztését. A számolóábrák különböző típusai közül megoldásként a logaritmikusskalájú pontsoros összeadóábra bizonyult a legmegfelelőbbnek. (TURCZY T. 1963.)

A függvény logaritmált alakja:

$$\lg M = \lg 5417 \cdot s^2 + 3 \lg d_i \quad (4)$$

Vizsgáljuk meg a képletben szereplő tényezők alsó és felső határait.

$$0,0099 \leq s^2 \leq 0,25 \text{ abban az esetben, ha } V_{i\min} = 1\% \quad s^2_{\min} = 0,0099 \text{ és } V_{i\max} = 50\% \text{-nál } s^2_{\max} = 0,25.$$

$$16 \text{ mm} \leq d_i \leq 128 \text{ mm}.$$

A szükséges minta súlya M ezen határok figyelembevételével 220 pond-tól 2 840 000 pond között változhat.

A skálaegyenesek hosszúságát egységesen 250 mm-re vettük, a V_i és d_i skálaegyenesek egymástól való távolságát 150 mm-re. Az M skálaegyenese távolságát a V_i ill. d_i egyenesektől a skálaegyenesek segítségével számítottuk ki.

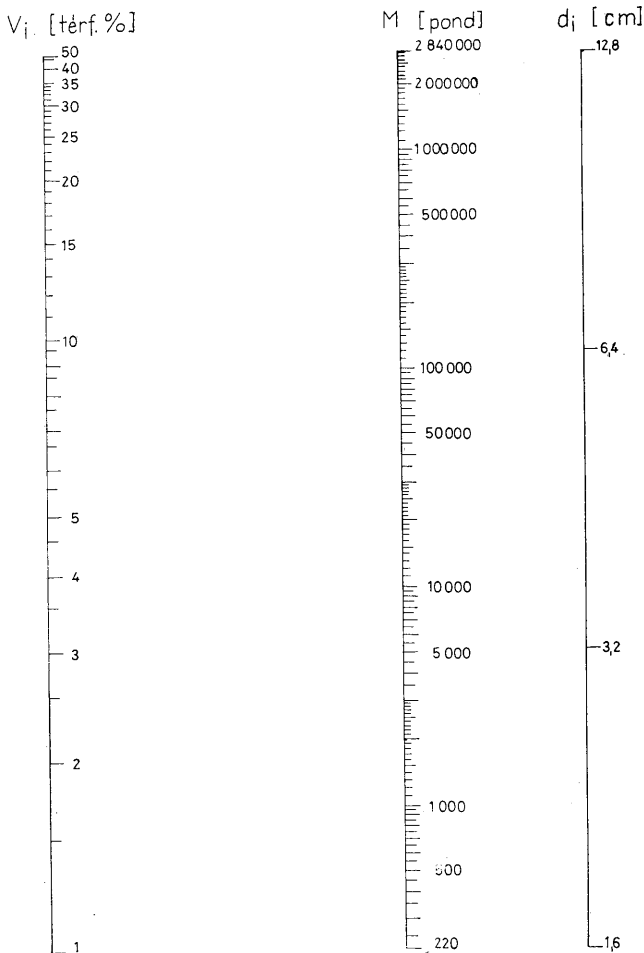
Az egyik logaritmikusskalát a $\lg 5417 s^2$ szerint osztottuk be, a másikat pedig a $3 \lg d_i$ értékek alapján, de az egyszerűség kedvéért a skálákon a V_i és d_i értékeket jelöltük meg (3. ábra).

Nézzünk konkrét példát a számolóábra alkalmazására. Egy üledék max. szemcsemérete legyen pl. 80 mm. Az i -edik frakció alsó mérethatára tehát $d_i = 64$ mm. Az i -edik frakciónak a minta teljes térfogatához viszonyított térfogataránya legyen $V_i = 10\%$.

A nomogram V_i skálaegyenesein levő 10%-nak megfelelő pontot kössük össze a d_i egyenes 64 mm-nek megfelelő pontjával. Ez a keresőegyenese az M skálaegyenese kímetszi a keresett értéket, ami 127 000 pond. Ez az érték jó egyezést mutat a numerikus számolás eredményével.

A módszer hibája a térfogatarány becslésekor és a nomogram keresőegyeneseinek illesztésekor elkövethető szubjektív hibában rejlik. Ezek azonban kis gyakorlattal minimálisra mérsékelhetők. Előnye többirányú. Gyorsan, egyszerűen kezelhető, viszonylag csekély hibával terhelt, ezért a számított mintamennyiség felhasználásával nyert eredmények jól összevethetők.

Ha adott egy kész szemcseelemzés, tehát ismerjük a felhasznált minta mennyiségét, a szemcseeloszlási vagy összetételi görbét, a vázolt módszer alapján módunk van visszszámolni a munka megbízhatóságát. Ilyenkor a görbéről leolvassuk a hozzávetőleges maximális szemcseátmérőt, ennek alapján megállapítjuk az i -edik frakció mérethatárát majd pedig ennek súly %-os mennyiségét. Az anyag két részének (i -edik frakció és a minta többi része) súly- ill. térfogat-



3. ábra. Nomogram a reprezentatív mintamennyiség számításához
 Fig. 3. Nomogram for the calculation of the representative mass of sample

aránya alapján meghatározzuk a reprezentatív mintamennyiséget (m_r). Ha ezt a valóságosan felhasznált mintamennyiséghez (m_o) viszonyítjuk, a hányadosból gyököt vonunk s ezt szorozzuk Δ -val, akkor a 95%-os megbízhatósághoz tartozó megbízhatósági intervallumot (Δ^*) kapjuk, amely a mintázás pontosságát, ezen keresztül az elemzés megbízhatóságát fejezi ki:

$$\Delta^* = 0,032 \sqrt{\frac{m_r}{m_o}} \quad (5)$$

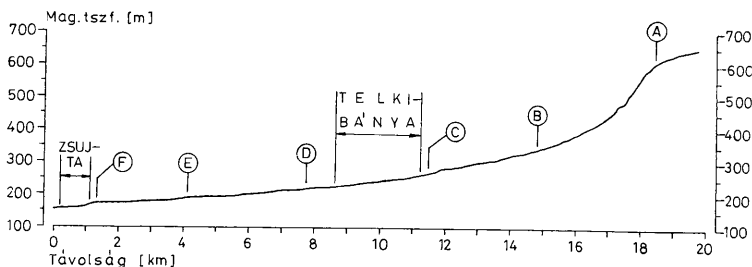
Az ellenőrzést nyilvánvalóan $m_r > m_o$ esetre célszerű elvégezni, hiszen $m_r < m_o$ esetén túlbiztosítással, $m_r = m_o$ esetén pedig megfelelő pontossággal történt a mintamennyiség megválasztása.

Tapasztalataink szerint ha a szemeloszlás nem szélsőséges, akkor $m_o = 2/3 m_r$ ($\Delta^* = 0,039$) határig, tehát $0,032 < \Delta^* < 0,039$ esetén a mintamennyiség még kielégítő. Tájékoztató felvétel vagy igen durva összetételű halmazok (pl. $d_i = 128$ mm, $V_i > 10\%$) esetén véleményünk szerint $m_o = 1/3 m_r$ ($\Delta^* = 0,055$) határig, tehát $0,039 < \Delta^* < 0,055$ -nél még elfogadható. Ez azonban egyéni megítélés kérdése.

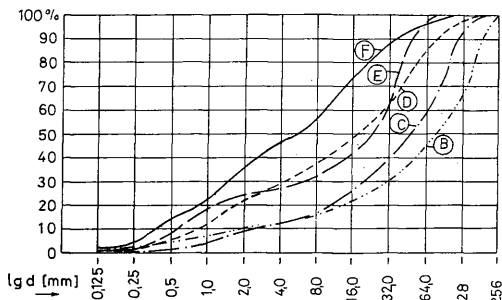
A módszert a gyakorlatban a telkibányai Csenkő-patak (Tokaji-hg.) recens hordalékának vizsgálatánál alkalmaztuk (Kozák M. 1979.). A tagolt morfológiájú, 40,08 km²-es kiterjedésű változatos földtani felépítésű (7 fő kőzet-típus) terület torrens jellegű fő vízfolyása a kb. 20 km hosszúságú Csenkő-patak. A környezeti adottságok figyelembevételével kijelölt hordalékmintavételi pontok (4. ábra) közül jó átlagosnak tekinthető D. ponton előbb segédeszköz nélküli becslést, majd próbarostálást végeztünk. A becslés alapján megállapított 230 kg-os mintamennyiséget, mivel agyagos kötőanyagot nem tartalmazott, fólián való szárítás után az 1. ábrán bemutatott terepi rostán osztályoztuk. Az így kapott frakció arányokból a reprezentatív minta 240 kg-nyira adódott. Ez azt jelenti, hogy a legdurvább becslési és legpontosabb elmérési eredmény mindössze 4%-nyi eltérést mutatott.

Az A. pont hordalékanyaga a 256 mm-nél durvább tömbök miatt egészében megmintázhatatlan volt.

A B,C,D,E,F mintavételi pontok hordalékának szemcseösszetételi görbéit az 5. ábra mutatja be.



4. ábra. A Csenkő-patak hossz-szelvénye az A—F hordalékmintavételi pontokkal
Fig. 4. Longitudinal section of the brook 'Csenkő' with A—F silt sampling points



5. ábra. A Csenkő-patak hordalékmintáinak szemcseösszetéti görbéi
Fig. 5. Curves of granule compositions in the silt samples of the brook 'Csenkő'

A D. pont kivételével a leírt módszert a többi pontokon — mivel azok anyagának feldolgozása megelőzőleg történt — még nem alkalmaztuk. Így tanulságos lehet a pontosság utólagos ellenőrzése, melynek adatait az I. táblázatban mutatjuk be. Az eredmények igazolják, hogy az E. és F. pontoknál szükségtelen túlmunka történt, a B. ponton viszont a feldolgozott 300 kg-os mintatömeg csupán tájékozódó előrostálásnak tekinthető, melyből megállapítható hogy $m_v = 1/3 m_r$ arány, mint megbízhatósági alsó határ elfogadása esetén is kb. 820 kg-nyi mintatömegre lett volna szükség.

A Csenkő-pataki hordalékminták mennyiségi és szemcseösszetéti eredményeinek ellenőrzése
Quantitative control of the granule composition results in the silt samples of the brook 'Csenkő'

I. táblázat — Table I

Minta jele	m_v [kg]	d_1 [cm]	m_1 [kg]	s^2	$M(=m_v)$ [kp]	m_r/m_v	d^*	Megjegyzés
B	300	12,8	94,92	0,216	2454	8,18	0,092	közelfűtő tájékozódásra
C	270	12,8	16,69	0,058	659	2,44	0,050	elfogadható
D	230	12,8	4,97	0,022	244	1,06	0,033	igen jó
E	240	6,4	4,92	0,021	30	0,125	—	8-szoros túlbiztosítás
F	240	6,4	8,88	0,036	51	0,213	—	4,7-szeres túlbiztosítás

Irodalom — References

- BÁRDOSY GY. (1961): Üledékes kőzeteink nevezéktana. Földt. Közl. 91. pp. 44—64.
 BÉRCZI I. (1971): A szemcseeloszlás-vizsgálatok statisztikus kiértékelése. A MFT. „Az üledékes petrológia újabb eredményei” c. alk. kiadv. Bp. pp. 59—123.
 BIRÓ PÁLME (1971): Laza törmelékes üledékes kőzetek (kavics, homok, kőzetliszt) jellemzése szemcseeloszlás, szemcsealak és ásványtani-kőzettani összetétel szempontjából. Kézirat. MAFI-AD.
 BÉKZINA, I. (1959): Rychlá metoda modální analýzy. Veštník ÚĽG. roč. 34.
 JANOSITZ J. (1970): A mintavételzés valószínűségelméleti analízise. MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. 42. 3—4. pp. 373—379.

- JÁMBOR Á. (1965): Üledékes összletek kavicsvizsgálatainak földtani értékelése. Kézirat. MAFI-AD.
- JÁMBOR Á.—SZABÓ J. (1961): Mecsek-hegységi miocén kavicsvizsgálatok földtani eredményei. Földt. Közl. 91. 3. pp. 316—324.
- KERÉNYI, A. (1976): Load-Transportation and Geomorphic activity of the Bózsza creek and its main Tributaries. Acta Geogr. Ac. Geol. et Meteor. Debrecina. 1974. 13. pp. 105—124.
- KOZÁR M. (1979): Leholdási modellterület felépítésének és kőzetanyag transzportjának földtani vizsgálata. Doktori értekezés. Kézirat. Debr. KLTE. Ásv.- és Földt. Tsz.
- PETHŐ SZ. (1973.a.): Fajsúly- és szennyezőanyagelosztás meghatározásához szükséges minta tömegéről. Építőanyag 25. 8. pp. 313—315.
- PETHŐ SZ. (1973.b.): A szemetcétérfiggalat arányos valószínűségi mintavételről. MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. 46. 1—2. pp. 227—257.
- PÉCSINÉ DONÁTH É. (1958): Duna terasz kavicsok görgetettségi vizsgálata. Földt. Közl. 88. pp. 57—75.
- RAKOVITS Z. (1969): A Hernád mederkavics szállításvizszoynainak elemzése. Hidr. Közl. 49. 6. pp. 230—287.
- RÉNYI A. (1954): Valószínűségi számítás. Tankönyv. Bp.
- STRAUSZ L. (1954): Folyóvízi durva törmelékes kőzetek. Földt. Közl. 84. pp. 131—137.
- SZÁDECEKY-KARDOSS, E. (1932—33): Flussschotteranalyse und Abtragungsgeliet. I—II. Bánya- és Kohómérn. Oszt. Közl.
- SZÁDECEKY-KARDOSS, E.—PESTHY, L. (1962): Ein Verfahren zur exakten Auswertung der Magmatittexturen. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 7. pp. 39—45.
- SZTRACHOV, V. SZ. (1957): Metodú izucsenija oszadocsnüh porod. Moszkva
- TUCZY T. (1963): Számolóábrák. Műsz. Könyv. Bp.
- UNGÁR T. (1957): Szemcseösszetételi elemzési módszerek összehasonlítása. Földt. Közl. 87. pp. 37—56.
- WENDEL M. (1959): A kőzetmeghatározás módszertana. Akad. Kiadó. Bp.
- WENTWORTH, CH. K. (1921): A method of measuring and plotting the shapes of pebbles. U. S. Geol. Surv. Bull. 730 C.

The mass of samples necessary for the determination of granular characteristics in coarse, broken deposits

Mrs J. Torma Kozák and Dr. M. Kozák

The authors of this article attempt to determine the mass of representative sample, necessary for the granular survey of coarse, broken deposits.

The granular agglomerate to be determined can be divided into two parts: one is the 'i' fraction, containing the most coarse granules, the other fraction contains all the other matter. The size limits of the 'i' fraction, according to WENTWORTH' graduation are of 16, 32, 64, 128, 256 mm. The unit volume of the two parts can be estimated either by the surface unit of the granules, or by a rapid sizing assay test. For this latter the simple sectional field screen can be recommended, as seen in Fig. 1.

The probability of one granule of the 'i' fraction getting into the sample is 1, if not it is 0. The variance of this s^2 can be expressed by (1). The s^2 has a maximum at $V_i = 50$ percent. The number of the granules, necessary in the 'i' fraction develops according to (2). Choosing for reliability 95 percents, $\lambda = 2$ for reliability coefficient, the weight of the representative sample can be given as (3).

To make field survey easier the numerical calculation can be eliminated by using (4), we plot a nomogram (Fig. 3). The V_i and d_i are determined and plotted on the first and third scale line, then the search line, transiting them intersects the needed sample weight in the M scale.

The reliability of analyses made by other methods, can be subsequently controlled by this method. We have to know the employed sample weight (m_p) and the distribution or cumulative curve, on which the mass unit of V_i can be read. From this, with the help of our method the mass of the representative sample M, here it is m_r , can be given and after then according to relation (5), the reliability is easily calculated.

Figures 4—5, as well as Table I. give an empirical (practical) example for the cases of determination and control.