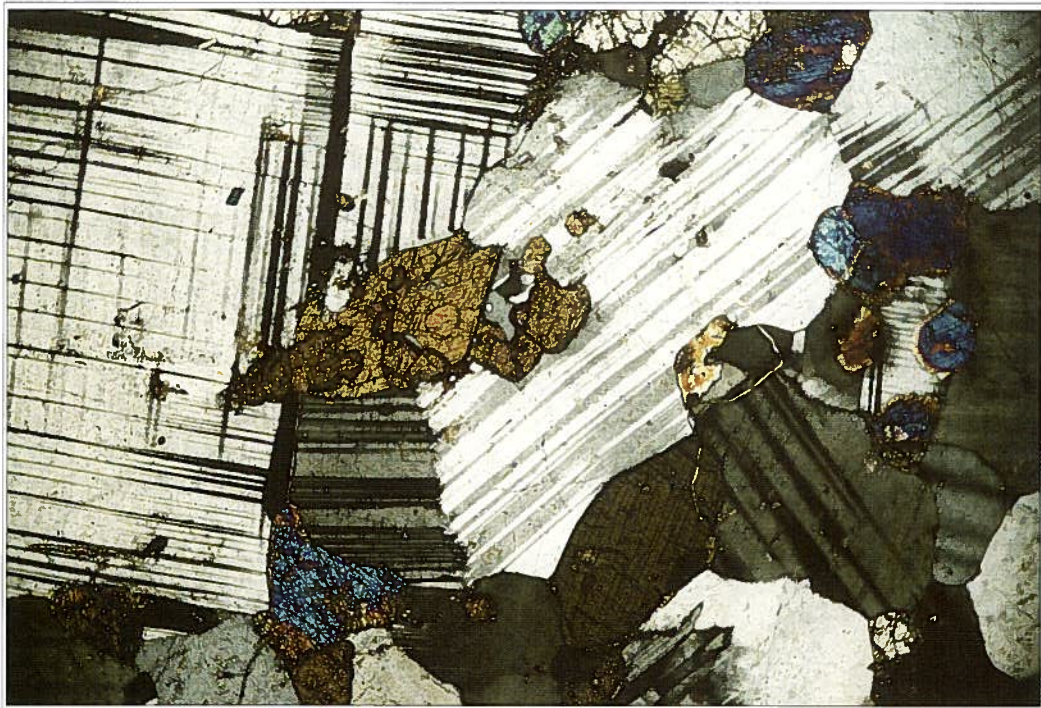




EESTI
GEOLOOGIAKESKUSE
TOIMETISED

BULLETIN
OF THE GEOLOGICAL
SURVEY OF ESTONIA



2002

10/1

PURDSETENDITE GRANULOMEETRILISEST KLASSIFIKATSIOONIST

REIN SINISALU JA ANNE KLEESMENT

Sinialu, R., Kleesment, A., 2002. On grain size scale of siliclastic particles. – Bull. of the Geological Survey of Estonia, 10/1, 20–26.

The particle size distribution of siliclastic sediments and rocks implies important information about the conditions of transport and deposition. Based on particle size distribution these rocks are classified and named. It is important that the particle size limits between the different sediment classes are in widespread use. In common use the recommended upper size limit for clay is 0.002 mm. Silt particles have the size range 0.002–0.063 mm, sand particles 0.063–2 mm, gravel grains 2–64 mm. For coarser than 64 mm particles most varying names are used (pebble, cobble, boulder). Based on Estonian sediments the term "cobble" is acceptable for the size range 64–512 mm, while coarser particles belong to the boulders (Table 1).

Silt, sand and gravel are in most cases subdivided into five classes which may be described as very fine, fine, medium, coarse and very coarse (Table 1). These terms need to be recommended in common use. On the other hand, the occurrence of sediments, consisting only of particles of one size range, is extremely rare. Common are the mixtures of clay–silt–sand and silt–sand–gravel in different relationships. These mixtures are characterized by suitable qualifying words which using needs co-ordinating. In Estonian language it is acceptable to use two different qualifying words reflecting different admixture of accompanying component (10–25% and 25–50%) as it was proposed by A. Raukas (Table 3 and 4).

Key words: particle size scale of siliclastic particles, terminology

Rein Sinialu: Geological Survey of Estonia, Kadaka tee 82, 12618 Tallinn, Estonia

Anne Kleesment: Institute of Geology at Tallinn Technical University, Estonia Avenue 7, 10143 Tallinn, Estonia

SISSEJUHATUS

Terasuurus on oluline purdsetete kirjeldamise element, mis sisaldab sedimentogeneetilist informatsiooni. Osakeste suurus määrab sette nimetuse savist rahnudeni. Purdsetete kirjeldamisel on oluline, et samade nimetuste all mõistaksime ka samu setteid. Teiselt poolt on otstarbekas, et setete nimetused oleksid seotud tema omadustega käitumisel geoloogilistes protsessides.

Terasuuruse klassifikatsioone on hakatud koostama juba väga ammu. 19/20. sajandi vahetusel pandi J. A. Uddeni poolt alus tänapäevasele klassifikatsioonile. Nimetatud autor juhtis tähelepanu sellele, et terasuuruse järgi eraldatavate klasside piirväärtuste vahel peaksid olema konstantsed suhtarvud. Lähtudes suurusest 1 mm ja võttes suhtarvuks 2, sai ta suurenemise suunas piirväärtusteks 2; 4; 8 jne, vähenemise suunas aga 0,5; 0,25; 0,125 jne mm (Udden, 1914). Mõnevõrra täiustas J. A. Uddeni klassifikatsiooni C. K. Wentworth (Wentworth, 1922), misjärele ta Udden-Wentworthi skaala nime all jõudis enamikesse kuni käesoleva ajani väljaantavatesse õpikutesse ning käsiraamatutesse (Tanner, 1969; Pettijohn jt, 1970; Blatt jt, 1980; Tucker, 1991; Friedman jt, 1992). Selle klassifikatsiooni põhialuseks olev konstantsete suhtarvude printsiip lubas piirväärtuste väljendamist logaritmilise skaala väärtustega. Vastava täienduse Udden-Wentworthi klassifikatsioonile tegi W. C. Krumbein (1938), tuues sisse ϕ -ühikud (tabel 1). Viimased annavad eelise nii andmete graafilisel kujutamisel kui ka statistiliste arvutuste läbiviimisel. Käesoleval ajal aktsepteerivad Udden-Wentworthi klassifikatsiooni või selle lähedasi versioone nii teadlased-uurijad, ehitusgeoloogid kui ka kaardistamise ning maavara-

dega tegelevad geoloogid. Valdav osa uurijaid ning geoloog-praktikuid on jõudnud lähedastele seisukohtadele purdsetetele ja purdkivimitele nime andvate purdosakeste põhiklasside piiride määramisel (Raukas jt, 1979). Enim aktsepteeritavates klassifikatsioonides jääb terasuuruse järgi aleuriit (mõll) vahemikku 0,002–0,063 mm, liiv 0,063–2 mm ja kruus 2–64 mm. Veeriste ja rahnude suuruse vaheline piir on kõikumav, kuid sellele ei pöörata valdavalt erilist tähelepanu (tabel 1). Ehitus- ja insenergeoloogias kõigub aleuriidi ja liiva vaheline piir vahemikus 0,05–0,075 mm.

Eestis kasutatakse käesoleval ajal nii uurijate kui ka praktikute poolt küllaltki erinevaid klassifikatsioone. Kuigi enamik Eesti geolooge respektseerib üldtunnustatud põhiklasside piire või nende ligilähedasi väärtusi (Kajak jt, 1992; Kleesment, 1995; Sinialu, 1996; Lemberg & Oll, 1997; Kleesment & Sinialu, 1999), on siiski paralleelselt kasutusel ka A. Raukase poolt juurutatud kümnendsüsteemi klassifikatsioon (Raukas, 1964 ja 1981; Lutt, 1985; Raukas & Kajak, 1997) ning Eesti maapõueseaduses on purdosakeste piirid veelgi suuremas nihkes (tabel 1) üldiselt respektseeritavate põhimõtete (Maapõueseadus, 1996).

TERASUURUSE OLEMUS JA MÄÄRAMINE

Terasuuruse järgi eraldatud klassidel on mõtet siis, kui nende tagapõhjaks on looduslik geneetiline olemus ja osakeste käitumine geoloogilistes tingimustes. Paljude vaatluste, analüüside ja katsete tulemusel on kindlaks tehtud, et tunduv muutus osakeste käitumises on suurusjärgus 0,05–0,07 mm. Sellest suuremate osakeste transport toimub veekogus nii hõljumina kui ka mööda veekogu põhja, kuna sellest vahemikust väiksemad osakesed kanduvad

Tabel 1
Table 1

Terasuuruse klassifikatsioonid nende ajaloolises arengus
Historical development of grain size scale of siliclastic particles

| TERASUURUS | | UDDEN 1914 | KRUMBEIN 1938 | BLATT et al. 1980; TUCKER 1991; FRIED- MAN 1992 | RUHHIN 1961 | RAUKAS 1964, 1981; JERSHOVA 1962 | KAJAK 1992 | "MAAPÖUE SEADUS" 1996 | SINISALU 1996 | GEO- TEHNIKA LEMBERG, OLL 1997 | PAKUTAV KLASSIFI- KATSIOON | TERASUURUS | |
|------------|-----|---------------|------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|------------|-----|
| mm | φ | | | | | | | | | | | mm | φ |
| 8192 | -13 | | | | | HIIDRAHN | | | | | | 8192 | -13 |
| 4096 | -12 | | | | | SUUR | | | | | | 4096 | -12 |
| 2048 | -11 | | | V. LARGE | | KESKM. | RAHN | | | | | 2048 | -11 |
| 1024 | -10 | | | LARGE | | VÄIKE | | | | | | 1024 | -10 |
| 512 | -9 | BOULDER | BOULDER | MEDIUM | | SUUR | | | | | | 512 | -9 |
| 256 | -8 | | | SMALL | | KESKM. | MUNAKAS | | | | | 256 | -8 |
| 128 | -7 | COBBLE | COBBLE | LARGE | | VÄIKE | | | | | | 128 | -7 |
| 64 | -6 | | | SMALL | | SUUR | | | | | | 64 | -6 |
| 32 | -5 | | | V.COARSE | | KESKM. | VEERIS | | | | | 32 | -5 |
| 16 | -4 | PEBBLE | PEBBLE | COARSE | | VÄIKE | | | | | | 16 | -4 |
| 8 | -3 | | | MEDIUM | | SUUR | | | | | | 8 | -3 |
| 4 | -2 | | | FINE | | JÄME | KRUUS | | | | | 4 | -2 |
| 2 | -1 | GRANULE | | V. FINE | | PEEN | | | | | | 2 | -1 |
| 1 | 0 | | | V.COARSE | | V. JÄME | | | | | | 1 | 0 |
| 0.5 | +1 | | | COARSE | | JÄME | | | | | | 0.5 | +1 |
| 0.25 | +2 | | | MEDIUM | | KESKM. | | | | | | 0.25 | +2 |
| 0.125 | +3 | | | FINE | | PEEN | | | | | | 0.125 | +3 |
| 0.063 | +4 | | | V. FINE | | V. PEEN | | | | | | 0.063 | +4 |
| 0.032 | +5 | | | V.COARSE | | JÄME | | | | | | 0.032 | +5 |
| 0.016 | +6 | SILT | | COARSE | | PEEN | | | | | | 0.016 | +6 |
| 0.008 | +7 | | | MEDIUM | | VÄIKE | | | | | | 0.008 | +7 |
| 0.004 | +8 | | | FINE | | | | | | | | 0.004 | +8 |
| 0.002 | +9 | CLAY | | V. FINE | | | | | | | | 0.002 | +9 |
| 0.001 | +10 | | CLAY | CLAY | | | | | | | | 0.001 | +10 |

edasi ainult hõljumina. Pealegi hakkab suuremate osakeste puhul peale settekeskkonna tiheduse üha suuremat tähtsust omama ka raskustung, mis alates 2 mm muutub settimisel valdavaks faktoriks. Terasuuruse vahemikus 0,05–0,07 mm toimub oluline muutus ka sette filtratsioonimadustes ja kokkusurutavuses. Teoreetiliste arvutuste tulemusel jõuti järeldusele, et kõige sobivam liiva ja aleuriidi vaheline piir on 0,063 mm, kruusa ja liiva vaheline aga 2 mm (Pettijohn jt, 1970; Friedman jt, 1992). Savi sellised omadused, nagu plastilisus, adsorbeerumisevõime ja filtratsioonivõime sõltuvad tugevalt kivimi mineraalsest koosseisust. Seetõttu on aleuriidi- ja saviosakeste vahelise piiri ümber ka rohkesti vaidlusi. Teoreetikute poolt on selle piirina enam aktsepteerimist leidnud 0,002 mm, kuigi praktikud kasutavad sageli ka piiri 0,004 mm (tabel 1).

Praktikas teostatakse purdsetete analüüsi terasuuruse järgi, st granulomeetrist e. lõimise analüüsi järgmiselt: üle 64 mm osakesed määratakse vahetel mõõtmisel, 64–0,063 mm osakesed määratakse sõelte abil ja peenemete osakeste määramine toimub uhtanalüüsil. Kasutatavatest meetoditest on kõige probleemsem keskmine. Kuna Eestis pole üldkehtivat standardsõelrida, kasutavad erinevad valdkonnad erinevaid sõelridasid.

Purdsetete lõimise määramisel kasutatavate sõelte võrgusilma kuju ja suurus tuleks standardiseerida. Üldjuhul valitakse sõelad selliselt, et iga järgnev oleks eelnevast kindel arv (suhtvahega mitte rohkem kui 2,0) korda suurem ning kokku moodustavad nad sõelrea. On selge, et kasutatav sõelrida peab sisaldama kõiki purdsetete põhiklasside piire tähistavaid sõelu. Eespool nimetatud tingimustele

vastaks järgmine 11 sõelast koosnev sõelrida: 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32 ja 64 mm. Toodud sõelreast võiks saada Eesti standardrida, mis oleks soovitatav kõikidel purdsetete kompleksuuringutel. Selline jaotus on piisav kivimite kirjeldamisel ja ka paljude omaduste hindamisel, jääb aga liiga suureks detailuuringute teostamisel ja andmete statistilisel töötlemisel. Tänapäevase rahvusvahelise kogemuse kohaselt peetakse purdsetete detailuuringutel heaks suhtarvu sõelte vahel 1,2–1,4. See on saavutatav, kui standardreale lisada veel kaks või kolm sõelrida.

ANDMETE ESITAMINE JA KASUTATAV TERMINOLOOGIA

Enamikus kasutusel olevatest klassifikatsioonidest jagatakse nii kruus, liiv kui ka aleuriit viieks klassiks: väga jäme, jäme, keskmine, peen, väga peen. Veeriste puhul kasutatakse tavaliselt kolmikjaotust: suur, keskmine, väike (tabel 1 ja 2). Nende mõistete kasutamisel on erinevate Eesti autorite puhul mõningaid lahknevusi (tabel 1), mis oleks otstarbekas kaotada. Artikli autorite ettepanekud koos inglise- ja venekeelsete vastetega on esitatud tabelis (tabel 2).

Detailsete uuringute ja monograafiliste tööde puhul iseloomustatakse sette lõimist tavaliselt graafikute või kolmnurkdiagrammidega. Viimased seostavad ilmekalt sette granulomeetriselise koosseisu tema nimetusega (jn 1). Iseloomustamiseks kasutatakse ka analüüsi andmete põhjal matemaatilist arvatavat väärtusi, nagu keskmine terasuurus, sorteeritus, asümmeetrilisus, mis iseloomustavad vaadeldavat setet küllaltki hästi. Seejuures on materjali graafilisel esitamisel ning statistilisel läbitöötamisel viimastel aastakümnetel valdavalt lähtutud ϕ (fii)-skaala andmetest, mis on matemaatiliste tehete puhul kõige paremini rakendatavad. Enim kasutatakse nende väärtuste arvutamisel Folk & Wardi valemeid (Folk, Ward, 1957). Eriti oluliseks näitajaks on Folk & Wardi valemi abil arvutatud sorteerituse mõiste ($s/1$), mis on oma olemuselt graafilisel meetodil leitud standardhälve:

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

kus ϕ_5 , ϕ_{16} , ϕ_{84} ja ϕ_{95} on ϕ -skaalas väljajoonistatud kumulatiivsetel kõveratel leitud 5%, 16%, 85% ja 95%-listele sisaldustele vastavad terasuurused ϕ -ühikutes. Seejuures eraldatakse standardhälbe $\sigma/1$ väärtuste järgi 6 sorteerituse klassi:

| | |
|----------|-----------------------------------|
| < 0,35 | väga hästi sorteeritud |
| 0,35–0,5 | hästi sorteeritud |
| 0,5–0,71 | keskmiselt kuni hästi sorteeritud |
| 0,71–1,0 | keskmiselt sorteeritud |
| 1,0–2,0 | halvasti sorteeritud |
| > 2,0 | väga halvasti sorteeritud |

Tekkingimuste tõttu on aleuriit ja kruus reeglina halvemini sorteeritud kui liiv.

Looduses on harva tegemist setete (kivimitega), mis koosnevad ainult ühesuurustest terakestest. Hoopis sagedamini on tegemist segudega, kus savi, aleuriidi ja liiva või aleuriidi, liiva ja kruusa osakesed esinevad koos. Nende kivimite iseloomustamisel on otstarbekas kasutada täiendsõnu, iseloomustamiseks neid segusid. Täiendsõnade kasutamise osas tuleks kokku leppida. Inglise keeles on süsteem, kus on kasutusel üks täiendsõna, kusjuures põhinimetuse annab kivim, mille sisaldus ületab 50% ja täiendsõnaks on teisel kohal olev terajämeduse klassi kivim. Eesti keeles on A. Raukase poolt soovitatud kahe erineva täiendsõnaga nimetuste süsteemi (Raukas, 1981), kus on erinev täiendsõna 25–50%-lise (näit. aleuriitliiv) ja 10–25% lisandi puhul (näit. aleuriidikas liiv). Seda süsteemi oleks otstarbekas säilitada (tabel 3 ja 4; jn 1). Seejuures purdkivimi puhul, kus komponentide hulgas on ka kruusaosakesed, oleks otstarbekas vaadelda liivast väiksemaid osakesi koos ühe koondfraktsioonina. Inglise keeles tähistatakse sellist kooslust terminiga "mud" (Friedman jt, 1992). Käesoleva töö autorid panevad ette aleuriidi ja savi koondfraktsiooni jaoks kasutada terminit "tolm" (tabel 4). Viimase termini kasutamine on kahjuks küll diskussiooniline, sest mõistet "tolm" on korduvalt kasutatud ka aleuriidi (mõlli) analoogina (Maapõueseadus, 1996; Lemberg, Oll, 1997). Eelpoolkäsitletud koondfraktsiooni jaoks on eestikeelses geoloogilises kirjanduses kasutatud ka terminit "muda" (Kalm jt., 1999). Seda terminit pole küll mingis teises, segavas mõistes kasutatud, kuid puuduseks on see, et muda on eesti keele tavatähenduses rohkesti vett sisaldav peen mass. Seega ei anna ta adekvaatset ettekujutust reaalsest settest. Autorid kutsuvad üles diskussioonile, leidmaks paremat lahendust.

Setete jaoks, kus ükski purdkivimi klass ei sisaldu 50%-lises mahus, võiks kasutada purdsegu mõistet, kus täiendsõna täpsustaks valdava komponendi: kruusane purdsegu, liivane purdsegu, aleuriitne purdsegu. Tuleb nõustuda, et geotehnikas 50%-line kivimit määratlev piir ei ole praktikas hästi rakendatav. Pinnase omadused muutuvad suhteliselt järsult ja oluliselt, kui ühe purdkomponendi lisand ületab 40%. Seetõttu selle piiri ühtlustamine pole otstarbekas ja pinnase iseloomustamisel tuleks aksepteerida geotehnika spetsialistide poolt väljapakutud nimetusi (Lemberg, Oll, 1997).

Ühtlustada tuleks purdsetete kõrval ka vastavate purdkivimite nimetused. Otstarbekas oleks kasutada järgmisi vasteid: liiv – liivakivi (sandstone); aleuriit (mõll) – aleuroliit (mõllkivim, siltstone); savi – savikivim (claystone). Jämedamate setete puhul tsementeerunud kivimeid oluliselt ei esine. Erandiks on konglomeraat (bretša), kus liiva- ja kruusaosakesed esinevad koos ja kus enamikel juhtudel valdab tolmas põhimass.

Tabel 2
Table 2

Ettepandavad setete nimetused koos inglise- ja venekeelsete vastetega
Recommended names of sediments with their equivalents in English and Russian

| Ettepandavad setete nimetused koos inglise- ja venekeelsete vastetega | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|------------|----------|--------------|--------|-----------|---------|
| Purdosakese suurus | | Nimetus | | | | | |
| mm | φ | Eesti keel | | Inglise keel | | Vene keel | |
| | | rahn | | boulder | | валун | |
| 512 | -9 | suur | veeris | large | cobble | крупный | галька |
| 256 | -8 | keskmine | | medium | | средняя | |
| 128 | -7 | väike | | small | | малая | |
| 64 | -6 | väga jäme | kruus | very coarse | pebble | грубый | гравий |
| 32 | -5 | jäme | | coarse | | крупный | |
| 16 | -4 | keskmine | | medium | | средний | |
| 8 | -3 | peen | | fine | | мелкий | |
| 4 | -2 | väga peen | | very fine | | тонкий | |
| 2 | -1 | väga jäme | liiv | very coarse | sand | грубый | песок |
| 1 | 0 | jäme | | coarse | | крупный | |
| 0,5 | 1 | keskmine | | medium | | средний | |
| 0,25 | 2 | peen | | fine | | мелкий | |
| 0,125 | 3 | väga peen | | very fine | | тонкий | |
| 0,063 | 4 | väga jäme | aleuriit | very coarse | silt | грубый | алеврит |
| 0,031 | 5 | jäme | | coarse | | крупный | |
| 0,016 | 6 | keskmine | | medium | | средний | |
| 0,008 | 7 | peen | | fine | | мелкий | |
| 0,004 | 8 | väga peen | | very fine | | тонкий | |
| 0,002 | 9 | | | | | | |
| <0,002 | 10 | savi | | clay | | глина | |

Tabel 3
Table 3

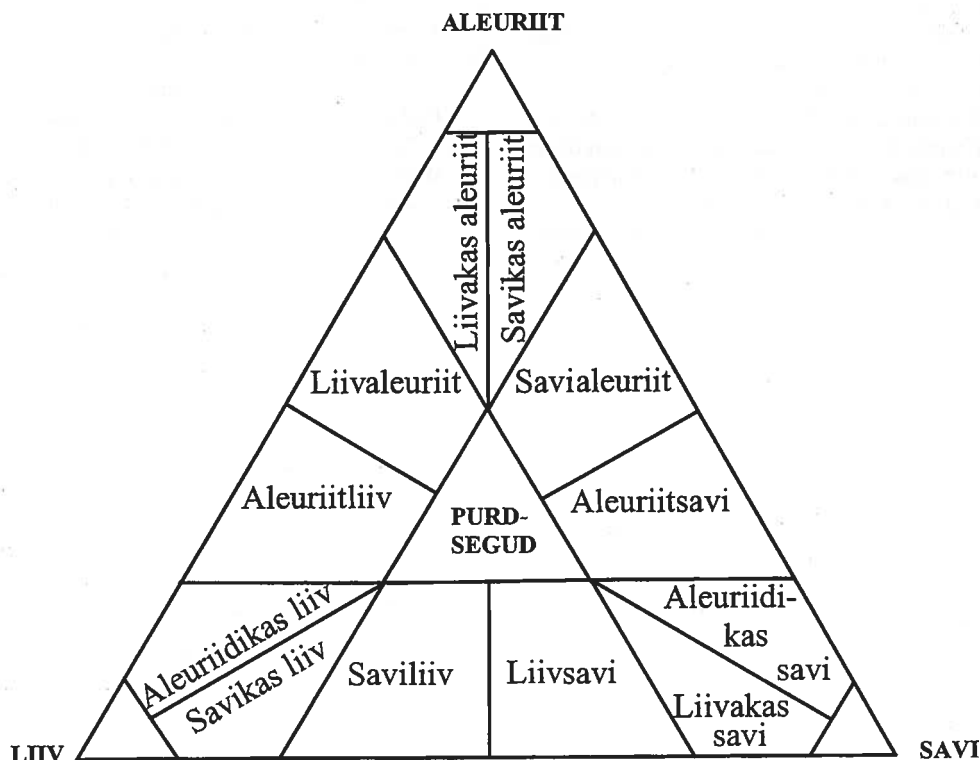
Purdsetete klassifikatsioon terasuuruste vahemikus savi–aleuriit–liiv
Classification of sediments in size range clay–silt–sand

| Nimetus | Osakeste sisaldus protsentides (%) | | |
|-------------------|------------------------------------|----------|----------|
| | Liiv | Aleuriit | Savi |
| Liiv | 90 – 100 | 0 – 10 | 0 – 10 |
| Aleuriidikas liiv | 75 – 90 | 10 – 25 | 0 – 10 |
| Aleuriitliiv | 50 – 75 | 25 – 50 | 0 – 10 |
| Aleuriit | 0 – 10 | 90 – 100 | 0 – 10 |
| Liivakas aleuriit | 10 – 25 | 75 – 90 | 0 – 10 |
| Liivaleuriit | 25 – 50 | 50 – 75 | 0 – 10 |
| Savikas aleuriit | 0 – 10 | 75 – 90 | 10 – 25 |
| Savialeuriit | 0 – 10 | 50 – 75 | 25 – 50 |
| Savi | 0 – 10 | 0 – 10 | 90 – 100 |
| Aleuriidikas savi | 0 – 10 | 10 – 25 | 75 – 90 |
| Aleuriitsavi | 0 – 10 | 25 – 50 | 50 – 75 |
| Purdsegu | 25 – 50 | 25 – 50 | 25 – 50 |

Tabel 4
Table 4

Purdsetete klassifikatsioon terasuuruste vahemikus tolm–liiv–kruus
Classification of sediments in size range mud–sand–pebble

| Nimetus | Osakeste sisaldus protsentides (%) | | |
|----------------|------------------------------------|----------|----------|
| | Kruus | Liiv | Tolm |
| Kruus | 90 – 100 | 0 – 10 | 0 – 10 |
| Liivakas kruus | 75 – 90 | 10 – 25 | 0 – 10 |
| Liivkruus | 50 – 75 | 25 – 50 | 0 – 10 |
| Liiv | 0 – 10 | 90 – 100 | 0 – 10 |
| Kruusakas liiv | 10 – 25 | 75 – 90 | 0 – 10 |
| Kruusliiv | 25 – 50 | 50 – 75 | 0 – 10 |
| Tolmjas liiv | 0 – 10 | 75 – 90 | 10 – 25 |
| Tolmliiv | 0 – 10 | 50 – 75 | 25 – 50 |
| Tolm | 0 – 10 | 0 – 10 | 90 – 100 |
| Liivakas tolm | 0 – 10 | 10 – 25 | 75 – 90 |
| Liivtolm | 0 – 10 | 25 – 50 | 50 – 75 |
| Purdsegu | 25 – 50 | 25 – 50 | 25 – 50 |



Joonis 1. Terasuuruse kolmnurkdiagramm komponentide savi–aleuriit–liiv jaoks
Figure 1. Triangular diagram having clay, silt and sand as end members

KOKKUVÕTTEKS

Oluline on põhimõtete ja terminoloogia senisest parem ühtlustamine Eesti erinevate uurijate ja praktikute vahel. Ei tohi unustada, et looduslik liiv ja kruus kui maavara ja ehituse ning teedeehituse alus peaks olema ikka seesama liiv ja kruus, nagu neid nimetusi üldiselt aktsepteeritakse. Enamikul juhtudest see nii ka on. Võrreldavate tulemuste saamiseks on oluline standardreale vastavate sõelte kasutamine. On selge, et nõuete puhul liivale ja kruusale kui maavarale on oma olulised küljed. Purdmaterjali granulomeetriline koosseis on tähtis nii ehitusliiva ja -kruusa kui ka muuks otstarbeks kasutatava toorme puhul. Meil kehtivas maapõueseaduses on liiva-kruusa hindamisel lähtutud endises Nõukogude liidus kehtinud GOST-idest ning tulemus on segadust tekitav. Liiva kui maavara hinnang põhineb peamiselt peensusmoodulil, mis on ainult üks terasuurst peegeldav näitaja (Maapõueseadus, 1996). Peensusmooduli kõrval on liiva kui maavara puhul oluline veel liivast suuremate ja väiksemate osakeste lisand settes. Maapõueseaduse purdsetete osa on vaja korri-geerida.

KIRJANDUS

Blatt, H., Middleton, G., Murray, R., 1980. Origin of sedimentary rocks. New Jersey, 634 p.
Folk, R.L., Ward, W., 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. – Journ. Sed. Petrol., vol. 27, 3–26.

Friedman, G.M., Sanders, J.E., Kopaska-Merkel, D.C., 1992. Principles of sedimentary deposits. Maxwell Macmillan International. New York, Oxford, Singapore, Sydney, 717 p.

Jeršova, G., 1962 – Ершова, Г.И., 1962. Вопросы номенклатуры и классификации обломочных и глинистых пород. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Москва, стр. 8–21.

Kajak, K. jt., 1992. Eesti geoloogiliste kaartide (möötkava 1:50 000) tugilegendid. Tallinn. EGF.

Kalm, V., Kirs, J., Kirsimäe, K., Kurvits, T., 1999. Mineeraalid ja kivimid. TÜ GI, 112 lk.

Kleesment, A., 1995. Lithological characteristics of the uppermost terrigenous Devonian complex in Estonia. Eesti TA Toim., Geologia, 44, 4, lk. 221–233.

Kleesment, A., Sinisalu, R., 1999. Purdsetete granulomeetrilise klassifikatsioonist. EGS Bülletään, 4/99, lk. 19–20.

Krumbein, W.C., 1938. Size frequency distributions of sediments and the normal phi curve. Journ. Sed. Petrol., vol. 18, 84–96.

Lemberg, U., Oll, K., 1997. Pinnase klassifikatsioon terasuurst ja plastsuse järgi. Eesti XI geotehnika konverents. Tallinn, 42–52.

Lutt, J., 1985 – Лутт, Я., 1985. Донные осадки Вьетнама. Таллинн, 240 с.

Maapõueseadus ja selle rakendamise õigusaktid I. Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium. 1996. Tallinn, 1–228.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1970. Sand and sandstone. Springer – Verlag, 1–618.

Raukas, A., 1964. Purdkivimite terasuurst klassifikatsioon. Tallinn.

Raukas, A., 1981. Purdkivimite ja purdsetete klassifikatsioon terasuuruse järgi. Tallinn, 14 lk.

Raukas, A., Kajak, K., 1997. Quaternary cover. Geology and mineral resources of Estonia. Tallinn, pp. 125–136.

Raukas, A., Mickelson, D.-M., Dreimanis, A., 1979 – Раукас, А., Майкелсон, Д. М., Дрейманис, А., 1979. Методы полевых и лабораторных исследований ледниковых отложений в странах Европы и Северной Америки – ENSV TA Toimetised, Geoloogia, 28, 2, 60–67.

Ruhhin, L., 1961 – Рухин, Л. Б. Основы литологии. Москва. 780 с.

Sinialu, R., 1996. Eesti looduslike ehitusmaterjalide kvaliteedinäitajate ühtlustamine. Liiv ja kruus. Tallinn. EGF.

Tanner, W.F., 1969. The particle size scale. – Journ. of Sed. Petrol., vol. 39, 809–812.

Tucker, M.E., 1991. Sedimentary petrology. Oxford, 260 p.

Udden, J.A., 1914. Mechanical composition of clastic sediments. Geol. Soc. Am. Bull., v. 25, 655–744.

Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. – Journ. Geol., v. 30, 377–392.