

K. Kildema

KIVIDE MAHU
MÄÄRAMINE

R-211201
K. KILDEMA

KIVIDE MAHU MÄÄRAMINE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1957

EESSONA

Looduslike kivide mahtu on vajalik määrata kivide koristamisel (töönormide määramisel ja koristatud kivide hulga arvestamisel), maaparandustööde projektide koostamisel, kivi kui ehitusmaterjali kasutamisel, teaduslikel uurimistöödel jm.

Seni on kivide mahtu määratud silmaga või ebatäpsete ligikaudsete meetoditega, kusjuures sageli on tekkinud väga suured vead (200—300%). Vaatleme seni kasutatud enamlevinud kivide mahu määramise viise. Ruumiliselt on kivide kubatuuri arvestatud kivivirnade ja veoplaadile laotud koorma suuruse järgi. Mõlemal juhul on puuduseks olnud see, et ruumikubatuuri ei ole tihukubatuuriks ümber arvutatud, või kui seda on tehtud, on selle tulemused olnud ebatäpsed. Kivivirnade mahu määramist rahuldava täpsusega on oluliselt takistanud ka nende korrapäratu kuju, mis takistab virna mõõtmete täpset määramist. Mõnikord segab koristatud kivide hulga määramist nende ladumine varem koristatud kivide peale. Kivide kubatuuri määramisel koristamisel veoplaadile laotud kivide järgi on tavaliselt määratud ühe koorma ligikaudne maht; koormate mahu kõikumisi, mis sageli on võrdlemisi suured, ei ole arvestatud. Koormate arvu määramisel on tihti puudunud kontroll. Sageli määratakse korrapäratult laotud ja virnastamata jäetud kiikogumike kubatuur silma järgi. Mõnikord kasutatakse arvestamist kuupmeetri kaupa, kusjuures kujutatakse ette, mitu kivi võiks koos anda ühe kuupmeetri. (Mõnel pool on välja kujunenud teatud kivide arv, mis peaks andma ühe kuupmeetri.) Taolised silma järgi kivide mahu määramise viisid, mis kahjuks oma hõlpsuse tõttu on laialt levinud, on muidugi äärmiselt ebatäpsed. Kivide kubatuuri on arvestatud ka kivi keskmise läbimõõdu põhjal kera ruumala valemi järgi. 1954. aastal avaldati ajakirjas «Sotsialistlik

Põllumajandus» nr. 3 tabel kivide mahu määramiseks kivi maksimaalse läbimõõdu järgi. Tabelile olid lisatud orienteerivad näitajad ruumikubatuuri tihukubatuuriks ümberarvutamiseks tühikute protsendi näol. 1955. aastal saadeti see tabel Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi poolt kõigile masina-traktorijaamadele ja kolhoosidele. Toodud mahu määramise tabel võimaldas koristatud kivide kubatuuri määrata senisest palju täpsemalt, kuid üksikute suuremate korrapäratute kivide puhul võis viga kujuneda väga suureks. Pärast tabeli laialisaatmist on koristatud kivide kubatuuride ülehindamised tunduvalt vähenenud, kuid mitte kadunud.

Käesoleva brošüüri eesmärgiks on anda ülevaade olemasolevaist kivide mahu määramise viisidest ning esitada senisest ratsionaalsemaid ja täpsemaid viise kivide mahu määramiseks. Brošüür on mõeldud esmajoones maaparandusalal töötajaile. Arvamustest töö kohta palume teatada aadressil: Tallinn, Estonia puiestee 7, Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut.

KIVIDE MAHU MÄÄRAMISE RUUMILINE MEETOD

Kivide mahu määramiseks võib kasutada põhiliselt kaht meetodit:

- 1) kivide mahu leidmist kivikogumiku ruumala järgi (ruumiline meetod) ja
- 2) kivide mahu määramist kivide eraldi mõõtmise teel (üksikmõõtmiste meetod). Viimase meetodi piires võib eraldada veel fraktsioonilist ehk suurusgrupi meetodit, mille juures kivide kubatuur saadakse kivide arvu korrutamisel fraktsiooni keskmise suurusega kivi mahuga.

Peatume alljärgnevalt kivide mahu määramisel ruumilise meetodi abil.

Kui kivid on laotud enam-vähem korrapärasesse virna, võib nende mahtu määrata ruumilisel meetodil. Selleks tuleb leida kivikogumiku põhjapindala ja kõrgus. Ruumikubatuur määratakse kivikogumikule kõige enam sarnaneva geomeetrilise kujundi (nagu risttahukas, prisma, segment) ruumala valemi järgi (vt. lisa 1, joonised 1, 2, 3, 4, 5). Sagedamini kasutatakse kivide mahu määramist risttahuka valemi järgi. Siinjuures on kõige raskem määrata keskmist kõrgust; siin tehtud väike viga aga põhjustab suuri vahesid kubatuurides. Keskmise kõrguse leidmisel tuleb abiks võtta maksimaalne ja minimaalne kõrgus, leida nende põhjal aritmeetiline keskmine kõrgus ja võrrelda seda domineeriva kõrgusega. Suuremate kivikogumike juures, kus kivide virna mõõtmed on väga erinevad, on parem arvutada maht osade kaupa. Korrapäratu põhjakujuga ja varieeruva kõrgusega kivikuhilate mahtu on soovitav mõõta kahe sentimeetri-jaotustega mõõdulatiga (à 2 meetrit pikķ) ja puust maa-mõõdusirkli abil (harude vahe 2 m).

Pärast ruumikubatuuri leidmist arvutatakse see ümber t i h u k u b a t u u r i k s. Ümberarvutuse koefitsiendi leidmi-



Joon. 1. Kartulikuuhja-kujuline kivivare.

sel lähtutakse alljärgnevast. Virnastatud kivide vahele jäävate tühikute protsent ruumikubatuurist sõltub põhiliselt kolmest tegurist: 1) kivide paigutusest, 2) kivide suurusjaotuvusest ja 3) kivide kujust. Peatume neil tegureil eraldi. Teoreetiliselt on leitud, et ühesuuruste kerade virnaladumisel kõigub nende vahele jäävate tühikute protsent sõltuvalt kerade paigutusest alates 25,95-st (tetraeedrilise paigutuse korral) kuni 47,64-ni (heksaeedrilise paigutuse korral) (V. Priklonski, 1955). Tuleb aga märkida, et kivid ei ole kerakujulised ning et nende asetus virnas ei ole ei tetraeedriline ega heksaeedriline. Kui tingimisi lugeda kivide virnaladumise viisi nimetatud kahe mooduse vahepealseks, siis kujuneks kivide kui kerade puhul tühikute protsendiks kahe äärmuse keskmisena 36,79. Arvestades aga seda, et kivid ei ole kerakujulised, peaks see protsentarv olema suurem.

Sõltuvalt suurusjaotuvusest võib virnastatud kivimaterjali tühikute osa viia 20%-ni ja isegi allapoole. Näiteks võivad kruusa või killustiku vahesid täitvad liivaterad viia tühikute protsendi 19-ni (A. Tšuiko, 1955). Tegelikult aga korista-



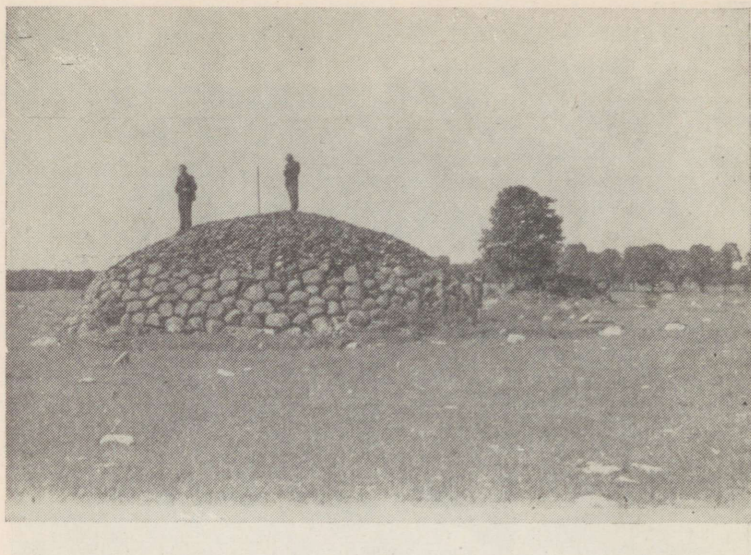
Joon. 2. Ligi 200 m pikk, 7,5—13,0 m lai ja 0,5—1,5 m kõrge kivivall Loksa rajoonis Lenini-nimelises kolhoosis. Kivikogumiku kubatuur tuleb arvutada enam-vähem ühtlase kõrgusega osade kaupa.

tavate kivide suurused ei kõigu nii suurtes piirides kui esitatud näites (s. o. liiva-kruusa või liiva-killustiku puhul).

Kivi kuju suhtes selgus, et teravaservalise (ümardamata) materjali (nagu rähk) puhul oli tühikute osatähtsus keskmiselt 5% võrra suurem kui ümardatud materjalil (nagu veeris) (määramine teostati katseliselt).

Meie poolt teostatud räha ja veerise tühikute osatähtsuse eksperimentaalne määramine veeanuma abil näitas, et veerise ruumimahust on tavaliselt tühikute all 40—45%, rähäl aga 45—50% (vt. tabel 1). See lubab oletada, et ka suuremate virnastatud kivide ruumimahust jääb tühikute alla tavaliselt 40—50%. Sellise oletuse põhjuseks on asjaolu, et toodud katselistes määrangutes on haaratud nii kivi kuju, kivide suurusjaotuvuse kui ka kivide paigutuse praktiliselt esineda võivad kõikumiste piirid.

Kivi kuju seisukohalt on üheks äärmuseks paekillustik ja teiseks hästi ümardatud veeris, mis mõlemad on toodud analüüsides esindatud. Suurusjaotuvuse suhtes on nime-



Joon. 3. Kera segmendi kujuline kivivare Loksa rajoonis.
Diameeter 11 m, kõrgus 3,6 m.

tatud määrangutes kasutatud materjali, mille suurus (läbimõõt) on väga erinev (1—5 sm). Ka koristatavatel kividel ei ole suuruse kõikumised suuremad, sest koristatavate kivide põhimass jääb 40—150 sm läbimõõduga kivide piiridesse. Kui koristatakse väiksemaid kive, siis laotakse need tavaliselt eraldi. Kivide paigutuse kohta märgime, et kivikoristusel ei õnnestu kive nii tihedalt paigutada, kui toodud katsete puhul. Seega on kivide asetustiheduse kõikumise madalam piir esindatud.

Eeltoodu põhjal soovitame korraliku (tiheda) ladumise ja suuruselt vähe varieeruvate kivide puhul ruumikubatuuri tihukubatuuriks ümberarvutamise koefitsiendiks võtta 0,50—0,55. Kui väikesed kivid täidavad suurte kivide vahesid tihedalt, võib ümberarvutamise koefitsiendiks võtta 0,55—0,60. Toodud näitajaid oleme kontrollinud üksikmõõtmiste meetodi abil kivikoristustöödel Viljandi ja Pärnu-Jaagupi masina-traktorijaamas ning Sommerlingi-nimelises soyhoosis. Kontrollimine näitas, et praktiliselt tuleb praeguste ladumisviiside juures ümberarvutuskoeffitsiendiks võtta 0,50—0,55.

Koristatavate kivide kubatuuri võib arvutada ka veo-
plaadile laotud koormate kaupa. Sobivamaks geomeetri-
liseks kujundiks sel puhul on tavaliselt prisma, ümberarvutus-
koefitsiendiks 0,50. Iga koorem tuleb aga eraldi arvutada,
sest koormate kubatuurid võivad tugevasti erineda.

Kivide kubatuuri arvutamisel tuleb aia pikkus
korrutada jooksva meetri keskmise kubatuuriga. Ruumi-
kubatuuri tihukubatuuriks ümberarvutamise koefitsiendiks
võib ümarate kivide puhul esialgselt võtta 0,50—0,60,
ümardamata kivide (paekivide) puhul 0,60—0,70.

Tabel 1

RÄHA JA VEERISE TÜHIKUTE PROTSENT

Analüüsi koht	Ana- lüüside arv	Frakt- sioon (sm)	Tühikute protsent (kesk- mine)	Materjal
Tallinn	5	0,5—6,0	49	Paekillustik
Tallinn, Merivälja .	2	1—5	50	Moreenne rähk
Paide rajoon, Stalini-nimeline kolhoos	2	1—5	48	Moreenne rähk
Tallinn, Merivälja .	4	1—5	39	Rannaveeris (klibu)
Abja rajoon, Polli	2	1—5	44	Moreenne veeris
Otepää rajoon, Vorošilovi-nime- line kolhoos . . .	5	1—5	43	Moreenne veeris
Kokku	20	keskmise tühikute protsent	45,5 ≈ 46	

Kivide mahu määramise ruumilise meetodi eeliseks on
selle lihtsus ja väike ajakulu, puuduseks aga võrdlemisi
suur ebatäpsus korrapäratute ja halvasti ladustatud kivi-
kogumike puhul. Eelkõige õigustab see meetod end väikes-
test kividest (10—40 sm läbimõõduga) koosnevate kivi-
virnade mahu määramisel.

KIVIDE MAHU MÄÄRAMISE ÜKSIKMÕÖTMISTE MEETOD

Üksikmõõtmiste meetodi eeliseks on selle suurem täpsus,
kuid puuduseks suhteliselt suur töömaht. Seetõttu ei ole see
meetod sobiv väikeste kivide (d_{\max} 10—40 sm) mahu määra-



Joon. 4. Koonusekujuline kivivare V.-Maarja rajooni Muuga sovhoosis.

miseks, õigustab aga end täiesti üle 40 sm läbimõõduga kivide puhul.

Kivide mahu määramiseks üksikmõõtmiste meetodil on koostatud vastavad tabelid, graafik ja nomogramm (vt. tabelid 2, 3, 4, 6, joonised 6, 7, 8).¹

Tabelite koostamiseks mõõdeti looduses — eri rajoonides — ligi 1300 kivi; seejärel leiti mõõdetud kivide kolme läbimõõdu (A, B ja C) keskmised suhtarvud ($\frac{B}{A}$ ja $\frac{C}{A}$)

fraktsioonide kaupa. Saadud andmed kanti graafikule. Edasi leiti graafikult võetud suhtarvude järgi maksimaalsele läbimõõdule (A) vastavad statistilised keskmised B- ja C-läbimõõtude suurused (näit. B keskm. = $A \cdot \left(\frac{B}{A}\right)$ keskm.).

Saadud läbimõõtude põhjal arvutati välja vastavad kubaatuurid kolmeteljelise ellipsoidi valemi järgi.

¹ Nimetatud tabelid ja joonised on kasutamise hõlbustamiseks paigutatud brošüüri lõppu.



Joon. 5. Tõmpkoonuse-kujuline kivivare Rapla rajooni Kodila sovhoosis.

Ümara kujuga kivide, millede maksimaalne läbimõõt on 10—100 sm, kubatuuri saab määrata tabeli 2 ja graafiku (joon. 6) abil ühe mõõtme, s. o. maksimaalse läbimõõdu järgi. Suuremate kivide (läbimõõduga üle 100 sm) mahu määramisel ühe mõõtme järgi võivad tekkida liiga suured vead, sest suured kivid on oma kujult korrapäratumad.

Tabeli 2 järgi on lubatav välja arvutada 10 ja suurema arvu kivide kogumahtu, sest üksikute kivide puhul võib viga kujuneda väga suureks. Arvestades aga seda, et praktikas on peaaegu alati tegemist suurema kivide arvuga, osutub selline kivide mahu määramine otstarbekaks. Väiksema arvu kivide (alla 10) mahu määramisel tuleb kivide kubatuur määrata 3 mõõtme põhjal kolmeteljelise ellipsoidi valemi järgi või tabeli 6 järgi.

Tabeli 2 eksperimentaalne kontroll (kivi mahu määramisega ülevooluanumas) andis 50 kivi puhul vea + 8%. Suurema arvu kivide puhul väheneb viga veelgi.

Kivi mahu määramiseks 1 mõõtme põhjal (tabeli 2 järgi) mõõdetakse kivi maksimaalne läbimõõt ellipsoidile kõige lähedasema kuju järgi. Läbimõõdu hulka ei arvestata kivi konarusi. Läbimõõdu määramiseks tuleb kasutada mõõdu-

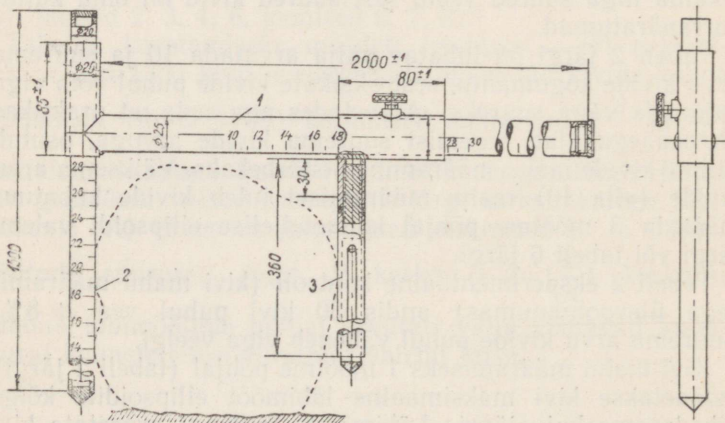
linti, mōõdupuud (näit. meetripuud), selleks otstarbeks valmistatud varbsirkliit ehk kluppi (vt. joonis 9).

Kivimōõtmise klupi vōib valmistada metalltorust vōi puust ja ta koosneb järgmistest osadest:

- 1 — peatelg (toru puhul soovitav läbimōõt 25 mm), mille peal on skaala kivi pikkuse näitamiseks sentimeetrites;
- 2 — risttelg (toru puhul läbimōõt 20 mm), mis näitab kivi teist mōõdet;
- 3 — liikuv varb, mida vastavalt mōõdetava kivi suurusele saab peateljel edasi-tagasi liigutada.

Pärast mōõtmiste lõpetamist lahutatakse kivimōõtja kolmeks osaks ja paigutatakse (torudest valmistamise korral) peatelge moodustava toru sisse, et oleks mugavam kaasas kanda.

Kivide kogumaht määratakse järgmiselt: kivid loetakse üle, märkides iga kivi tema maksimaalse läbimōõdu järgi arvutamise lehe (vt. tabel 5) vastavale reale kriipsukesega. Pärast kivide lugemise lõpetamist loetakse kriipsukeste arv reas ja korrutatakse antud läbimōõdule vastava ühe kivi mahuga. Mahtude kogusumma annab kivide kogumahu kuupdetsimeetrites (seda arvu tuhandega jagades saame kuupmeetrid). Suurema arvu kivide mahu määramisel on arvutustes eksimise vältimiseks ja töö hõlbustamiseks soovitatav kasutada tabeli 2 lahtreid 2—9 kivi mahu summade



Joon. 9. Kivimōõtja (T. S. Borštšovi järgi).

kohta, mis võimaldavad leida kiiresti igasuguse arvu kivide mahtu.

Näide. Meil on loetud 135 kivi läbimõõduga 55 sm, 82 kivi läbimõõduga¹ 75 sm ja 17 kivi läbimõõduga 90 sm.

Tabeli abil leiame mahud järgmiselt:

100 kivi läbimõõduga	55 sm	$42 \times 100 =$	4200 dm^3
30 „ „	55 sm	$126 \times 10 =$	1260 dm^3
5 „ „	55 sm	$210 \times 1 =$	210 dm^3
<hr/>			
80 kivi läbimõõduga	75 sm	$695 \times 10 =$	6950 dm^3
2 „ „	75 sm	$174 \times 1 =$	174 dm^3
<hr/>			
10 kivi läbimõõduga	90 sm	$136 \times 10 =$	1360 dm^3
7 „ „	90 sm	$949 \times 1 =$	949 dm^3
K o k k u			15 103 dm ³ ehk 15,1 m ³

Et hõlbustada kivide mahu määramist väliolukorras, on tabeli 1 põhjal koostatud graafik (joonis 6) 10—100 sm läbimõõduga kivide mahu määramiseks.

Näide. Meil on kivi läbimõõduga 90 sm. Liikudes 90-ga tähistatud püstjoont mööda üles, leiame kõverjoone ja püstjoone lõikepunkti, ning sealt horisontaaljoont mööda paremale liikudes saame kubatuuri 140 dm³.

Selleks et saavutada suuremate kivide (d_{\max} 70—300 sm) mahu määramisel suuremat täpsust, on otstarbekohane määrata nende maht kahe mõõtme põhjal.

Kivide mahu määramine kahe mõõtme põhjal toimub üksikute kivide kaupa, sest harva esineb kive, mille kaks mõõdet on võrdsed.

Tabeli 3 ja nomogrammi (joonis 7) järgi määratakse kivi kubatuur maksimaalse ja minimaalse läbimõõdu järgi. Minimaalne läbimõõt võetakse kivi keskkohalt peateljele (maksimaalsele läbimõõdule) risti. Tabel 3 sobib eeskätt lahiste kivide kubatuuri määramiseks. Poolmaetud kivide mahu määramiseks (näiteks projekteerimistel), kus pole võimalik minimaalset läbimõõtu määrata, tuleb kasutada tabelit 4 ja nomogrammi (joonis 8), kus kivi kubatuur määratakse kivi pikkuse (maksimaalse läbimõõdu) ja laiuse järgi.

¹ Siin ja edaspidi on läbimõõdu all mõeldud maksimaalset läbimõõtu.

KIVIDE MAHU ARVUTAMISE LEHT

Kivi maksim. läbimõõt (sm)	Kivide lugemine	Kivide arv	Ühe kivi maht (dm ³)	Kokku maht tabeli järgi (dm ³)
20	////////////////	15	1,68	25
25	//////////	7	3,4	24
30	//////	4	5,9	24
35	////////	6	9,3	56
40	//////////	9	15	135
45	//////	5	22	112
50	////////	6	32	189
55	//	2	42	84
60	///	3	53	158
65	/	1	63	63
70	///	3	73	218
75	////	4	87	348
80	/	1	101	101
85		—	—	—
90	/	1	136	136
95		—	—	—
100		—	—	—
Kokku		67		1673 dm ³ ehk 1,67 m ³

Märkus. Osa mahtusid on antud ligikaudselt (ümardatult).

Minimaalse läbimõõdu teise mõõtmena kasutamine annab enamasti täpsema tulemuse (sest miinimumtelje suurus on varieeruvam). See asjaolu tingis kahe tabeli koostamise vajaduse.

Nomogrammi (joonis 7) kasutamise näide.

Kivi mõõtmed: minimaalne läbimõõt 90 sm
maksimaalne „ 220 sm.

Nomogrammil 90-ga märgitud püstjoone ja 220-ga märgitud kaldjoone lõikepunkti läbiv horisontaaljoon annab kuba-tuuri 1,6 m³.

Soovides saada kivide mahu määramisel veelgi suuremat täpsust, võib määrata kivide mahtu 3 mõõtme järgi. Viimane moodus on otstarbekas eeskätt suuremate kivide puhul, kus kõrvalekaldumised kivi keskmisest kujust võivad põhjustada lubamatult suuri vigu.

Kivi mahu määramisel 3 mõõtme, s. o. kivi kui kolmeteljelise ellipsoidi kolme telje mõõtmete järgi võiks kasutada üht järgmistest viisidest:

1. Kivi maht määratakse kolmeteljelise ellipsoidi ruumala valemi ($V = \frac{4}{3} \pi \frac{A \cdot B \cdot C}{8}$) järgi, kus A, B ja C on kivi telgede pikkused.

Lihtsustatud kujul oleks valem

$$V = 0,523 \cdot A \cdot B \cdot C \approx \frac{A \cdot B \cdot C}{2}.$$

N ä i d e. Kivi mõõtmed on — $105 \times 65 \times 55$; maht — $0,523 \cdot 105 \cdot 65 \cdot 55 = 196 \text{ dm}^3$.

2. Mõnevõrra hõlpsam on määrata kivide kubatuuri 3 mõõtme järgi tabelite 3 ja 6 abil. Tabelis 6 leiame arvu, mille võrra kolmas mõõde (B-läbimõõt) erineb tabeli 3 arvutuste alusena kasutatud keskmisest pikkusest. Saadud arvu järgi leiame sama tabeli teisest osast vastava paranduse suuruse.

Kui läbimõõt B on pikem suhtarvu $\frac{B}{A}$ kaudu arvutatud pikkusest, tuleb tabelist saadavat mahtu paranduse võrra suurendada, ja vastupidi, kui B on lühem suhtarvu $\frac{B}{A}$ kaudu arvutatud pikkusest, tuleb tabelist saadavat mahtu paranduse võrra vähendada.

N ä i d e 1. Kivi mõõtmed on $105 \times 65 \times 55 \text{ sm}$. Tabel 6 näitab, et 105 sm-se maksimaalse läbimõõduga kivi B-telje keskmine pikkus on 78 sm. Seega vahe, võrreldes tegeliku pikkusega, on $78 - 65 = 13 \text{ sm}$ ($\approx 15 \text{ sm}$). ± 15 -ga alustatud püstreast leiame vastava paranduse — 45 dm^3 . Täpsema paranduse saame, kui võtame ± 10 -ga alustatud püstreast 1 sm-le vastava paranduse — 3 ja korrutame selle kõrvalekalde üldsuurusega:

$$13 \times -3 = -39 \text{ dm}^3.$$

Toodud mõõtmetega kivi kubatuur on tabeli 2 järgi 234 dm^3 . Seega lõpptulemus on:

$$234 - 39 = 195 \text{ dm}^3.$$

N ä i d e 2 (vastassuunalise parandusega).

Kivi mõõtmed on $130 \times 120 \times 70 \text{ sm}$.

Vastav B-telje keskmine pikkus on 94 sm. Vahe võrreldes tegeliku pikkusega on $120 - 94 = 26$. ± 25 -ga alustatud püstreast leiame paranduse $+110 \text{ dm}^3$. Seega lõpptulemus on:

$$445 + 110 = 555 \text{ dm}^3.$$

3. Veelgi lihtsamalt, kuid väiksema täpsusega saame kivi kubatuuri tabelite 3 ja 4 vastavate näitajate aritmeetilise keskmise näol.

Näide. Kivi mõõtmed on $105 \times 65 \times 55 \text{ sm}$.

Kivi maht tabeli 3 järgi on	234 dm ³
„ „ „ 4 „ „	191 dm ³
	425 dm ³ : 2 = 212,5 dm ³
	≈ 213 dm ³

4. Kivide mahu määramiseks kolme mõõtme aritmeetilise keskmise järgi on koostanud tabelid T. S. Borštšov ja NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi Veemajanduse Peavalitsuse juures asuv Normide Uurimise Jaam. Need tabelid on oma ülesehituselt analoogilised, kuid Normide Uurimise Jaama poolt koostatud tabelites on vastavad mahuväärtused väiksemad. Esitame Normide Uurimise Jaama poolt koostatud tabeli, mis on uuem ja täpsem (tabel 7).

Tabelis 7 toodud näitajad on eespool esitatud tabelite vastavate näitajatega võrreldes tunduvalt suuremad. Nimeetatud vahed on tingitud peamiselt sellest, et kivide mahu arvestamise aluseks on tabelis 7 võetud valem

$$V = D_{\text{keskm.}}^3 \cdot k, \text{ kus } D_{\text{keskm.}} \text{ on kivi keskmine läbimõõt } \left(\frac{A + B + C}{3} \right);$$

k — koefitsient, mis võetakse suuruse $\frac{\pi}{6}$ asemel.

Toodud valem aga ei vasta kivide tegelikele kujudele kõige lähedasema geomeetrilise kujundi — kolmeteljelise ellipsoidi — valemile $\left(\frac{4}{3} \pi \frac{A \cdot B \cdot C}{8} = \frac{\pi}{6} A \cdot B \cdot C \right)$.

KIVIDE MAHU MÄÄRAMISE TABEL

Keskm. läbi-mõõt (m)	Maht (m ³)	Keskm. läbi-mõõt (m)	Maht (m ³)	Keskm. läbi-mõõt (m)	Maht (m ³)	Keskm. läbi-mõõt (m)	Maht (m ³)
0,30	0,014	1,15	0,791	1,44	1,553	1,73	2,692
0,35	0,022	1,16	0,812	1,45	1,585	1,74	2,739
0,40	0,034	1,17	0,840	1,46	1,618	1,75	2,787
0,45	0,047	1,18	0,854	1,47	1,652	1,76	2,85
0,50	0,065	1,19	0,876	1,48	1,686	1,77	2,88
0,55	0,086	1,20	0,889	1,49	1,720	1,78	2,93
0,60	0,112	1,21	0,921	1,50	1,755	1,79	2,97
0,65	0,143	1,22	0,944	1,51	1,790	1,80	3,02
0,70	0,178	1,23	0,968	1,52	1,826	1,81	3,08
0,75	0,219	1,24	0,991	1,53	1,862	1,82	3,13
0,80	0,270	1,25	1,016	1,54	1,899	1,83	3,18
0,85	0,319	1,26	1,040	1,55	1,936	1,84	3,22
0,90	0,379	1,27	1,065	1,56	1,974	1,85	3,27
0,95	0,446	1,28	1,090	1,57	2,012	1,86	3,33
1,00	0,520	1,29	1,116	1,58	2,051	1,87	3,38
1,01	0,536	1,30	1,142	1,59	2,090	1,88	3,44
1,02	0,552	1,31	1,169	1,60	2,130	1,89	3,50
1,03	0,568	1,32	1,196	1,61	2,170	1,90	3,56
1,04	0,585	1,33	1,223	1,62	2,211	1,91	3,61
1,05	0,602	1,34	1,251	1,63	2,252	1,92	3,67
1,06	0,619	1,35	1,279	1,64	2,294	1,93	3,72
1,07	0,637	1,36	1,308	1,65	2,336	1,94	3,78
1,08	0,655	1,37	1,337	1,66	2,379	1,95	3,84
1,09	0,673	1,38	1,367	1,67	2,422	1,96	3,90
1,10	0,692	1,39	1,396	1,68	2,466	1,97	3,96
1,11	0,711	1,40	1,427	1,69	2,510	1,98	4,02
1,12	0,731	1,41	1,458	1,70	2,555	1,99	4,08
1,13	0,750	1,42	1,489	1,71	2,600	2,00	4,14
1,14	0,770	1,43	1,521	1,72	2,646		

Ka ei ole silmas peetud kivi kuju muutumist sõltuvalt kivi suuruselt. Neil põhjustel on toodud arvestusviis võrreldes eelnevatega vähem täpne.

Erinevatel viisidel teostatud kivide mahu määramise vea suuruselt annab 105 × 65 × 55 sm mõõtmetega kivi kohta ülevaate järgnev tabel.

Jrk. nr.	Mahu määramise viis	Maht (m ³)	%
1	Kolmeteljelise ellipsoidi mahu valemi järgi	0,196	100
2	Tabel 6 (Normide Uurimise Jaama) järgi	0,219	111
3	Tabel 2 järgi (ilma parandusteta) . . .	0,234	119
4	Tabel 2 järgi (parandust arvesse võttes)	0,195	99
5	Tabel 3 järgi (ilma parandusteta) . . .	0,191	97

Kivide mahu määramiseks fraktsioonilisel meetodil eraldame kivid maksimaalse läbimõõdu järgi järgmistesse suurusgruppidesse: 10—20 sm, 20—40 sm, 40—70 sm, 70—100 sm, 100—150 sm, 150—300 sm. Sõltuvalt kivisuse iseloomust võib fraktsioonide piire ja hulka muuta.

Fraktsiooni keskmise suurusega kiviks, mille järgi leitakse fraktsiooni kivide arvule vastav kubatuur, võetakse tavaliselt fraktsiooni piiriliste läbimõõtude aritmeetiline keskmine. Nii näiteks oleks 40—70 sm-ses suurusgrupis (fraktsioonis) keskmise suurusega kivi läbimõõduks 55 sm. Seda näitajat võib aga sõltuvalt fraktsiooni suurusjaotuvusest muuta.

Võrreldes fraktsioonilise ja üksikmõõtmiste meetodi täpsust, oleme saanud 40—70 sm-se läbimõõduga kivide juures vahe 5%.

Näide kivide mahu arvutamise kohta fraktsioonilisel meetodil on toodud tabelis 8.

Fraktsiooniline kivide mahu arvutamise meetod sobib paremini keskmise suurusega (40—100 sm) kivide mahu määramiseks. Väikeste kivide puhul kulub kivide lugemiseks võrdlemisi palju aega, suurte kivide puhul aga muutub arvestus liiga ebatäpseks. Laiemas ulatuses on fraktsiooniline meetod kasutatav eelkõige projekteerimistel.

Ümardamata (teravaservaliste) kivide (peamiselt paekivid) mahtu võib määrata kuni 70 sm-se läbimõõduga kivil kivi kui risttahuka pikkuse järgi mahu määramise tabelist 2, kusjuures sõltuvalt kivi kujust (plaatjas või rünklik) 10—30% saadud mahuväärtusest maha arvatakse. Suuremate kivide puhul arvutatakse kubatuur risttahuka valemi järgi igal kivil eraldi.

Peatume lühidalt ka arvutuste täpsusel. Üheks tähtsamaks teguriks, millest sõltub esitatud tabelite järgi

KIVIDE MAHU ARVUTAMINE FRAKTSIOONILISEL MEETODIL

Fraktsioon (sm)	Kivide arv	Fraktsiooni keskmise suurusega kivi		Maht (dm ³)
		maksimaalne läbimõõt (sm)	maht ¹ (dm ³)	
10—20	130	15	0,65	85
20—40	70	30	5,9	410
40—70	35	55	42	1470
70—100	16	85	118	1887
Kokku	251			3852 ehk 3,85 m ³

tehtavate mahuarvutuste täpsus, on mõõtmisviga. Näiteks tabeli 1 puhul võib 5. sm suurune mõõtmisviga anda 40—100 sm-se läbimõõduga kivide puhul keskmiselt 30% võrra erineva tulemuse.

Arvutuste täpsus sõltub tabelite 2, 3 ja 4 juures oluliselt ka kivide arvust, millede mahtu määratakse. Kui ühe kivi puhul võib viga teatud juhtudel küündida isegi 50%-ni ja üle selle, siis 50 kivi puhul jääb viga 10% piiresse ja väheneb kivide arvu suurenemisel kiiresti.

Väiksema tähtsusega on vead, mis on tingitud tabeli algmaterjali (mõõdetud kivide) hulgast ja tüüpilisusest, samuti tabeli ebatäiuslikkusest ning kivi kuju mittevastavusest kolmeteljelisele ellipsoidile.

KIVIDE MAHU MÄÄRAMINE KIVIKORISTUSTÖÖDEL

Kui koristatud kivid on laotud enam-vähem korrapäraseesse virna, määratakse nende kubatuur ruumilise meetodi järgi. Kui aga ruumilist meetodit pole võimalik

¹ Kivi kubatuuri leiame kivide mahu määramise tabelist 1.

kasutada, soovitame määrata kivide kubatuuri nn. k o m b i-
neeritud meetodil alljärgnevalt.

Fraktsioon (sm)	Kivide mahu arvutamise viis
10—40	Fraktsioonilisel meetodil.
40—70	Fraktsioonilisel meetodil.
70—100	Üksikmõõtmiste meetodil 1 mõõtme järgi (vajaduse korral 2 mõõtme järgi).
100—150	Üksikmõõtmiste meetodil 2 mõõtme järgi.
üle 150	Üksikmõõtmiste meetodil 2 ja 3 mõõtme järgi.

Arvutuste hõlbustamiseks soovitame kasutada vastavat arvutuslehte (tabel 9), mis jääks ka allkirjadega varustatud ametliku dokumendina mahu arvutuse kontrollimise aluseks.

Et kivide lugemisel (mõõtmisel) ei tekiks nende kahekordset arvestamist, on kasulik loetud (mõõdetud) kivid kriidiga, söega või mõnel muul teel ära märkida.

Toodud arvutusviiside eeliseks võrreldes üksikmõõtmiste arvutusviisiga on see, et kivide hulga määramisega seoses olev töömaht väheneb ruumilise meetodi kasutamisel üle 10 korra, kombineeritud meetodi kasutamisel aga ligemale 3 korda. Töömaht väheneb peamiselt seetõttu, et ruumilise meetodi kasutamisel langeb ära kivide mõõtmise vajadus, kombineeritud meetodi kasutamisel aga kulub kivide mõõtmiseks mitu korda vähem aega. Tegelik kivikoristuse töömaht näidatakse kombineeritud meetodi puhul ülevaatlikult ja küllaldase täpsusega. Olenevalt kivide suurusest toimub nende mahu arvutamine erineva täpsusega, sest pole vajalik arvutada ühesuguse täpsusega kive, millede maht võib erineda 2000 ja enam korda (vt. tabel 10). Seda põhjusel, et väikeste kivide koristamisel on töö mahu suhtes kivide arv tähtsam kui kubatuur. Ka on väikeste kivide koristamisel 1 kivi kohta kuluva töö hulk niivõrd väike, et see ei tasu ära mahu täpset arvutust. Suuremate kivide kubatuuride arvutamisel on vajalik suurem täpsus, sest nende koristamise töömaht ja kubatuurid on suhteliselt suured. Et aga suuri kive esineb arvuliselt palju vähem, siis ei ole nende täpsem arvutamine kuigi tülikas.

KIVIDE MAHU ARVUTAMISE LEHT

Fraktsioon (sm)	Lugem	Kivide arv	Keskmine läbimõõt, mõõtmed (sm)	Kokku tihumeetreis
10—40	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	130	25	0,350
40—70	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	70	55	2,930
70	☐	8		0,582
75	☒	9		0,782
80	☐	7		0,710
85	::	3		0,354
90	•	1		0,136
95	•	1		0,157
100—150		1 1 1	110×105 120×100 135×90	0,485 0,550 0,617
150—300	• •	1 1	150×110×70 160×115×65	0,593 0,618
Kokku		234		8,864

Märkus. Ruumi kokkuhoiuks ja lugemise hõlbustamiseks on ots-
 tarbekohane kasutada järgmisi lugemismärke: 1 •, 2 :, 3 ::, 4 ::,
 5 |:, 6 ☐, 7 ☐, 8 ☐, 9 ☒, 10 ☒

KIVIDE ARVU JA MAHU SUHE

Kivi maksimaalne läbimõõt	1 m ³	1,5 m ³	2 m ³	5 m ³	20 m ³	30 m ³	50 m ³
	Kivide arv						
10	5555	8333	11110	27775	111100	166650	277750
15	1538	2307	3076	7890	30760	46140	78900
20	595	893	1190	2975	11900	17850	29750
25	294	441	588	1470	5880	8820	14700
30	169	252	338	845	3380	5070	8450
35	105	158	210	525	2100	3150	5250
40	66	99	132	330	1320	1980	3300
45	45	68	90	225	900	1350	2250
50	31	47	62	153	620	930	1530
55	23	35	46	115	460	690	1150
60	18	27	36	90	360	540	900
65	16	24	32	80	320	480	800
70	14	21	28	70	280	420	700
75	11	17	22	55	220	330	550
80	9	14	18	45	180	270	450
85	8	12	16	40	160	240	400
90	7	11	14	35	140	210	350
95	6	9	12	30	120	180	300
100	5,5	8,3	11	27,5	110	165	275
105	5,0	7,5	10	25,0	100	150	250
110	4,1	6,2	8,2	20,5	82	123	205
115	3,6	5,4	7,2	18,0	72	108	180
120	3,2	4,8	6,4	16,0	64	96	160
125	3,0	4,5	6,0	15,0	60	90	150
130	2,8	4,2	5,6	14,0	56	84	140
135	2,5	3,8	5,0	12,5	50	75	125
140	2,3	3,5	4,6	11,5	46	69	115
145	2,0	3,0	4,0	10,0	40	60	100
150	1,9	2,9	3,8	9,5	38	57	95

Siinkohal tekib ka küsimus: kuidas kivikoristuse seisukohalt hinnata T. S. Borštšovi ja NSV Liidu Põllumajanduse Ministeriumi Veemajanduse Peavalitsuse juures asuva Normide Uurimise Jaama poolt esitatud kivide mahu arutamise üksikmõõtmiste meetodit. Seniste kogemuste põhjal võime selles suhtes teha järgnevad märkused:

- 1) virnastatud kividel pole võimalik mõõta kolme telge. Alaline mõõtmise kivikoristuse ajal nõuab aga ühe inimese lisatööjõudu, mis on ebaotstarbekohane;

- 2) iga kivi kohta kolme mõõtme võtmine ja kolme arvutustehte läbiviimine teevad kivide mahu arvutamise selle meetodi abil liiga töömahukaks ja keerukaks, väiksemate kivide puhul aga reaalselt mitteläbiviidavaks. Koristatud kivide mahu arvutamine võib selle meetodi abil moodustada 30% kivide koristamiseks kulutatavast tööajast. Eespool selgus, et kivide mahu arvutamine üksikmõõtmiste meetodil on mitu korda töömahukam kui teised meetodid;
- 3) Normide Uurimise Jaama poolt esitatud kivide mahu arvutamise meetod ei võimalda määrata kivide mahtu kivikoristustööde eelkalkulatsiooniks (projektuurimistel), sest kolme telje mõõtmine on poolmaetud kivide puhul praktiliselt võimatu;
- 4) kivide läbimõõdu määramine 1 sm-se täpsusega (nagu see on ette nähtud kivide puhul, mille keskmine läbimõõt on üle 100 sm) on raskesti läbiviidav ja tinglik;
- 5) tabelis puuduvad andmed üle 200 sm-se läbimõõduga kivide kohta, mis siiski on vajalik.

Eelnevast järeldub, et kivide mahu määramise üksikmõõtmiste meetod kolme telje mõõtmete aritmeetilise keskmise abil ei sobi hästi kivide mahu määramise viisiks kivikoristustööl. See meetod on aga kasutatav suurte, üle 1 m läbimõõduga lahtiste kivide mahu määramiseks.

Kivikoristustööde mahu arvutamisel kubatuuri järgi on üks oluline puudus — raske on määrata tegelikku töömahtu. Näiteks 1 m³ töömahu saamiseks tuleb koristada 2 kivi läbimõõduga 1,5 m, 31 kivi läbimõõduga 50 sm, 595 kivi läbimõõduga 20 sm (vt. tabel 10). Seetõttu võivad kivikoristustööde praeguse tööjõudluse juures töömahud erineda väga suurtes piirides. Nii näiteks on Rapla, Rakvere jt. masinatraktorijaamades üle 40 sm-se läbimõõduga kivide koristamisel juurija-kogujaga tööjõudluseks saadud 7—10 m³/tunnis; seevastu väikeste (läbimõõduga 10—50 sm) kivide poolmehhaniseeritud koristamisel Viljandi masinatraktorijaamas oli tööjõudluseks 1,1 m³ tunnis. Arvuliselt aga koristati viimasel juhul kive rohkem. Tuleb aga lisada, et väikeste kivide põllutöid takistav osa ei ole vähem tähtis kui suurte kivide oma.

Selle küsimuse lahendamiseks on kaks võimalust. Esiteks — anda teatud kivide suurusgruppidele erinevad arvutuskoeffitsiendid, mida on seni ka püütud teha, kuid suurusgrupid (üle ja alla 0,5 m³) olid ebaõnnestunult valitud.

Teiseks võimaluseks on viia arvutused uuele alusele — tingkivide arvule. Tingkiviks võetakse koristamisele kuuluv keskmise suurusega kivi (läbimõõduga 50—60 sm). Kivikoristustööde maht määratakse tingkivide arvu järgi. Vastav arvutusnäide on toodud tabelis 11.

Tabel 11

KIVIDE HULGA ARVUTAMINE TINGKIVI-MEETODIL
(tingkivi suuruseks on võetud 55 sm-se läbimõõduga kivi)

Fraktsioon (sm)	Kivide arv	Tingkivideks ümber- arvutamise koefitsient	Tingkivide arv
20—40	170	0,14	24
40—70	51	1,0	51
70—100	33	2,8	92
Kokku	254		167

Kivide mahu määramise tabelile analoogiliselt võib koostada tabeli tingkivide arvu leidmiseks (tabelis tuleks näidata kivi läbimõõt, kivide arv ja tingkivide arv). Tingkividele ümberarvutamise aluseks võib võtta kivide kubatuuride või tööjõudluse suhted fraktsioonide lõikes.

Tingkivide meetodi eeliseks on töömahu selgem ja konkreetsem väljatoomine, millega kaasneb töönormide parem kohandatavus tehnikale ja looduslikele tingimustele. Tingkivimeetodi puuduseks on aga ruumilise mahuarvutusmeetodi kõrvalejätmine (mis aga on paljudel juhtudel väga sobiv). Ka on väikeste kivide lugemine väga tülikas. Neid puudusi saaks osaliselt vältida ruumilisel meetodil saadud kubatuuride ümberarvutamise teel tingkivide arvule. Halb on ka see, et seni teostatud kivikoristustööde arvutamise aluseks on kubatuur ning üleminekul uuele meetodile tuleb andmete võrdlemiseks teha täiendavaid ja teatud määral tinglikke arvutusi. Seda küsimust aga tuleb veel igakülgselt kaaluda.

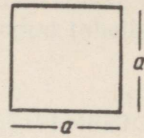
Kivikoristuse töömahu näitamise parimaks viisiks oleks kivide kubatuuri, arvu ja kividest puhastatud maa pindala paralleelne näitamine.

KIRJANDUS

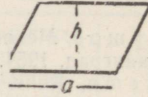
1. Т. С. Борщов, Механизация уборки камней и расчистки кустарника, Ленинград, 1954.
 2. K. Kildema, Rohkem tähelepanu kivide koristamisele, «Sotsialistlik Põllumajandus» nr. 3, 1954.
 3. K. Kildema, Mulla kivisuse uurimise meetodikast ja uurimistulemustest Eesti NSV-s, ENSV Teaduste Akadeemia Toimetised nr. 3, 1955.
 4. Нормативно-исследовательская станция при Главном Управлении Водного хозяйства.
Сборник № 35 — В норм и расценок на земляные и культурно-технические работы в системе Министерства Сельского хозяйства СССР, Москва, 1956.
 5. В. А. Приклонский, Грунтоведение I, Москва, 1955.
 6. A. Tšuiko, Ebatavaline kivi, Tallinn, 1955.
-

Pindalade ja mahtude arvutamise valemid

Ruut
Pindala = a^2



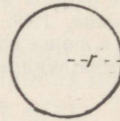
Rööpkülik
Pindala = $a \cdot h$



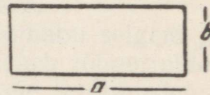
Kolmnurk
Pindala = $\frac{a \cdot h}{2}$



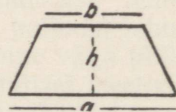
Ring¹
Pindala = $3,14 \cdot r^2$



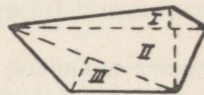
Ristkülik
Pindala = $a \cdot b$



Trapets
Pindala = $\frac{a+b}{2} h$



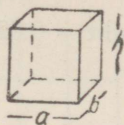
Hulknurk
Pindala = kolme
kolmnurga summaga =
= I $\frac{a \cdot h}{2}$ + II $\frac{a \cdot h}{2}$ +
+ III $\frac{a \cdot h}{2}$



¹ Ringi raadius (r) = $\frac{\text{ringi ümbermõõt.}}{6,28}$

Risttahukas

$$\text{Maht} = a \cdot b \cdot h$$



Koonus

$$\text{Maht} = \frac{3,14 \cdot r^2}{3}$$



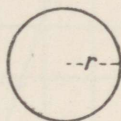
Tömpkoonus

$$\begin{aligned} \text{Maht} &= \\ &= \frac{3,14}{3} h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2) \end{aligned}$$



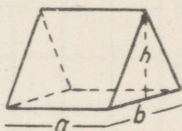
Kera

$$\begin{aligned} \text{Maht} &= \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 = \\ &= 1,33 \cdot 3,14 \cdot r^3 \end{aligned}$$



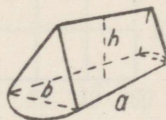
Prisma

$$\text{Maht} = \frac{a \cdot b \cdot h}{2}$$



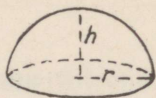
Kartulikuhi¹

$$\text{Maht} = \frac{b \cdot h}{2} (a + 0,523 b)$$

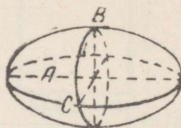


¹ Kartulikuhi otsad on arvestatud poole koonuse kujulistena.

Segment
 Maht = $0,523 h (3r^2 + h)$



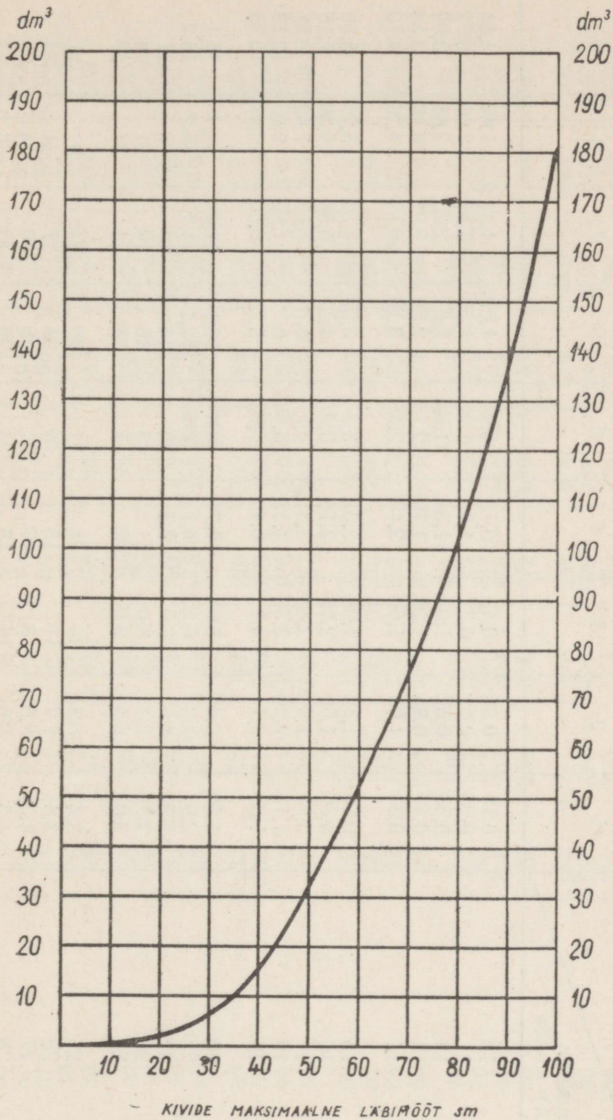
Kolmeteljeline ellipsoid
 Maht = $0,523 \cdot A \cdot B \cdot C$



. Lisa 2

Kivide erikaalud

Raudkivid	Graniit	2,5—3,0
	Basalt	2,6—3,2
Paekivid	Lubjakivi	2,5—2,8
	Dolomiit	2,8—2,9



Joon. 6. Graafik väiksemate kivide mahu määramiseks maksimaalse läbimõõdu järgi.

KIVIDE LIGIKAUDNE MAHT KUUPDETSIMEETRIKES

Kivide arv		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kivi maksimaalne läbimõõt (A) sm-tes	10	0,18	0,36	0,55	0,73	0,91	1,09	1,27	1,46	1,64
	11	0,26	0,52	0,77	1,03	1,29	1,55	1,81	2,07	2,32
	12	0,33	0,67	1,01	1,34	1,68	2,01	2,35	2,68	3,02
	13	0,43	0,85	1,28	1,70	2,13	2,56	2,98	3,40	3,84
	14	0,53	1,06	1,60	2,13	2,66	3,19	3,73	4,26	4,79
	15	0,65	1,31	1,96	2,62	3,27	3,93	4,58	5,24	5,89
	16	0,79	1,59	2,38	3,18	3,97	4,77	5,56	6,36	7,15
	17	0,95	1,91	2,86	3,81	4,77	5,72	6,67	7,62	8,58
	18	1,13	2,26	3,39	4,53	5,66	6,79	7,92	9,05	10,18
	19	1,37	2,74	4,12	5,49	6,86	8,23	9,60	10,97	12,35
	20	1,68	3,4	5,0	6,7	8,4	10,1	11,8	13,4	15,1
	21	2,0	4,0	6,1	8,1	10,1	12,1	14,1	16,2	18,2
	22	2,3	4,6	7,0	9,3	12	14	16	19	21
	23	2,7	5,3	8,0	11	13	16	19	21	24
	24	3,0	6,0	9,0	12	15	18	21	24	27
	25	3,4	6,8	10	14	17	20	24	27	31
	26	3,8	7,7	11	15	19	23	27	31	34
	27	4,3	8,6	13	17	21	26	30	34	39
	28	4,8	9,6	14	19	24	29	33	38	43
	29	5,3	11	16	21	27	32	37	43	48
	30	5,9	12	18	24	29	35	41	47	53
	31	6,5	13	19	26	32	39	45	52	58

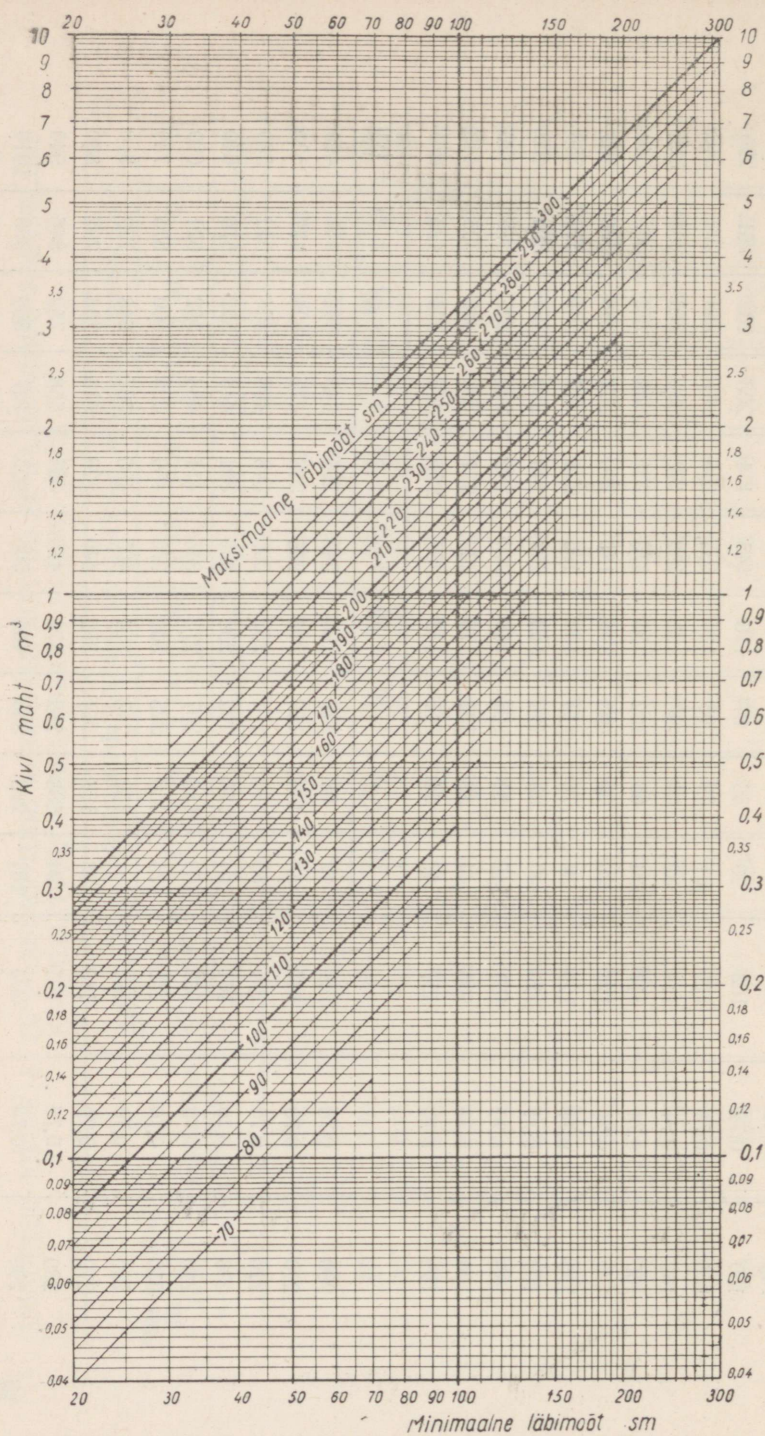
32	14	29	36	43	50	57	64
33	16	31	39	47	55	63	71
34	17	34	43	51	60	69	77
35	19	37	47	56	65	75	84
36	20	41	51	61	71	81	92
37	22	44	55	66	77	88	99
38	25	49	61	74	86	98	110
39	27	55	68	82	96	109	123
40	30	60	75	90	105	120	135
42	33	66	83	99	116	132	149
45	45	89	112	134	156	179	201
48	55	110	137	165	192	219	247
50	63	126	158	189	221	252	284
52	71	142	177	213	248	283	319
55	84	168	210	252	293	335	377
58	98	197	246	295	344	393	443
60	105	211	264	316	369	422	474
62	112	225	281	337	394	450	506
65	125	250	313	376	438	501	564
68	138	277	346	415	484	553	623
70	145	291	364	436	509	582	654
75	174	348	435	521	608	695	782
80	203	406	507	608	710	811	912
85	236	472	590	707	825	943	1061
90	271	542	678	814	919	1084	1220
95	314	628	781	941	1098	1255	1412
100	360	720	900	1080	1260	1440	1620

Märkus. Tabeli aluseks on valem $V = \sqrt[4]{\frac{A \cdot B \cdot C}{8 \pi \frac{B}{C}}}$ = 0,523 · A · B · C, kusjuures suuruse B asemel on võetud $A \cdot \frac{B}{A}$ ja C asemel $A \cdot \frac{C}{A}$; suhted $\frac{B}{A}$ ja $\frac{C}{A}$ on võetud looduses mõõdetud kivide statistiliste keskmistena.

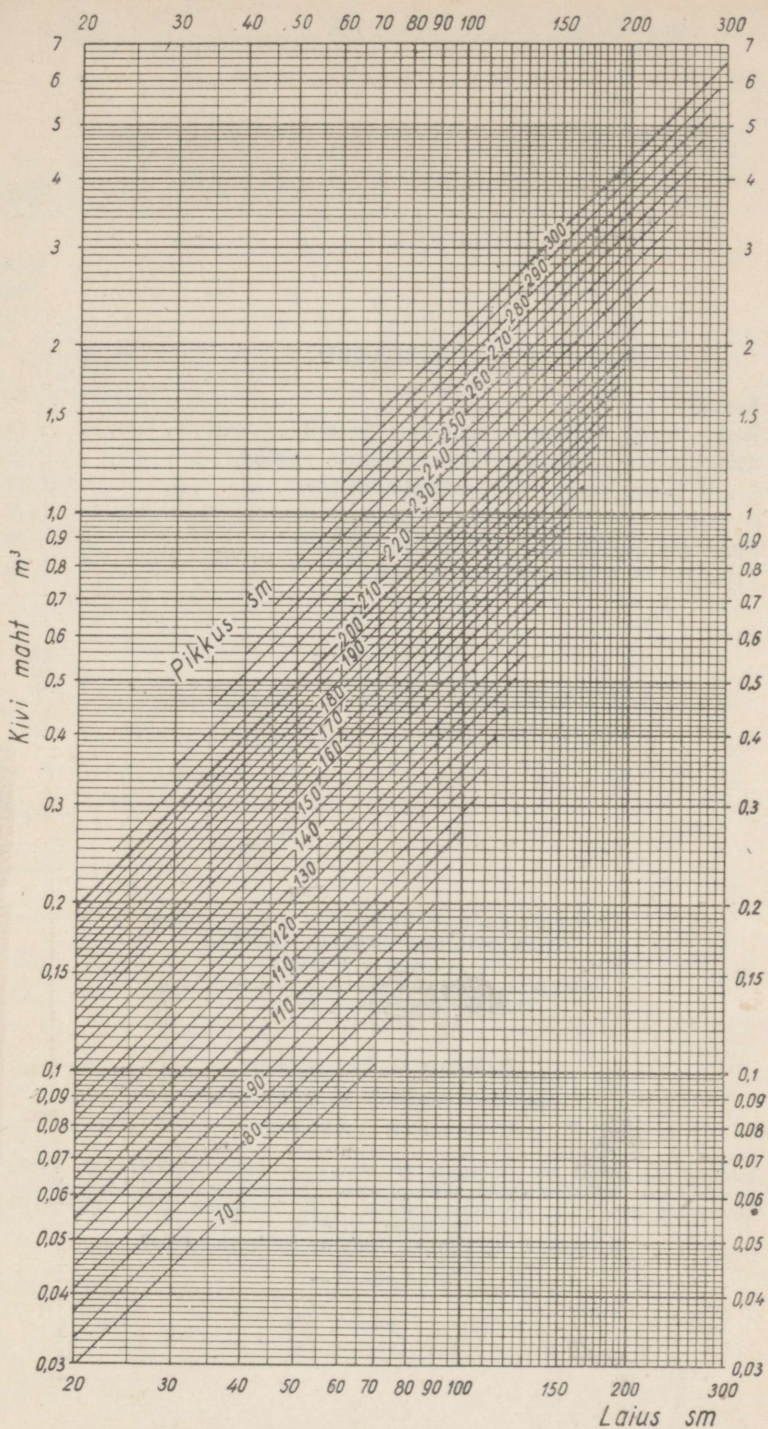
MOODETUD KIVIDE A- JA B-LÄBIMOOTUDE KESKMISED SUHTED JA B-LÄBIMOODU PARANDUSED
KIVI KUBATUURI MÄÄRAMISEKS 3 MÖÖTME JÄRGI

Maksimaalne läbimõõt (sm)	$\frac{B}{A}$ (statistiline keskmine)	Suhtele $\frac{B}{A}$ vastav läbimõõdu B pikkus (sm)	B-läbimõõdu pikkuste kõrvalekalde keskmised (sentimeetrites)									
			± 5	± 10	± 15	± 20	± 25	± 30	± 35	± 40	± 45	± 50
70	0,77	54	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
75	0,77	58	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
80	0,76	61	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
85	0,75	64	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
90	0,75	68	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110
95	0,74	70	13	26	39	52	65	78	91	104	117	130
100	0,74	74	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140
105	0,74	78	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
110	0,73	80	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
115	0,73	84	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180
120	0,73	88	19	38	57	76	95	114	133	152	171	190
125	0,73	91	21	42	63	84	105	126	147	168	189	210
130	0,72	94	22	44	66	88	110	132	154	176	198	220
135	4,72	97	23	46	69	92	115	138	161	184	207	230
140	0,72	101	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250

145	0,72	104	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270
150	0,72	108	29	58	87	116	145	174	203	232	261	290
155	0,71	110	31	62	93	124	155	186	217	248	279	310
160	0,71	114	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320
165	0,71	117	34	68	102	136	170	204	238	272	306	340
170	0,71	121	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
175	0,71	124	38	76	114	152	190	228	266	304	342	380
180	0,71	128	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
185	0,71	131	42	84	126	168	210	252	294	336	378	420
190	0,71	135	44	88	132	176	220	264	308	352	396	440
195	0,70	137	47	94	141	188	235	282	329	376	423	470
			± 10	± 20	± 30	± 40	± 50	± 60	± 70	± 80	± 90	± 100
200	0,70	140	49	98	147	196	245	294	343	392	441	490
210	0,70	147	53	106	159	212	265	318	371	424	477	530
220	0,70	154	58	116	174	232	290	348	406	464	522	580
230	0,70	161	64	128	192	256	320	384	448	512	576	640
240	0,70	168	69	138	207	276	345	414	483	552	621	690
250	0,70	175	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750
260	0,70	182	81	162	243	324	405	486	567	648	729	810
270	0,70	189	88	176	264	352	440	528	616	704	792	880
280	0,70	196	94	188	282	376	470	564	658	752	846	940
290	0,70	203	101	202	303	404	505	606	707	808	909	1010
300	0,70	210	108	216	324	432	540	648	756	864	972	1080



Joon. 7. Nomogramm kivide mahu määramiseks maksimaalse ja minimaalse läbimõõdu järgi.



Joon. 8. Nomogramm kivide mahu määramiseks pikkuse (maksimaalse läbimõõdu) ja laiuise järgi.

SISUKORD

Eessõna	3
Kivide mahu määramise ruumiline meetod	5
Kivide mahu määramise üksikmõõtmiste meetod	9
Kivide mahu määramine kivikoristustöödel	19
Kirjandus	25
Pindalade ja mahtude arvutamise valemid	26
Tabelid 2, 3, 4, 6 ja joonised 6, 7, 8	29

Кильдема, Каллио Тынисович
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА КАМНЕЙ
На эстонском языке
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja L. Toomsalu

Tehniline toimetaja K. Einberg

Korrektor S. Vasard

Ladumisele antud 16. III 1957. Trükkimisele antud 12. VIII 1957. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 2,25+2 lisa. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 2,22. Arvutuspoognaid 2,39. Trükiarv 2500. MB-00169. Tellimise nr. 970.

Trükikoda «Ühiselu», Tallinn, Pikk tn. 40/42.

Hind rbl. 3.—

Tabel 3

185	190	195	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
2351													
2480	2547												
2575	2645	2714											
2709	2782	2855	2929										
2986	3067	3147	3229	3390									
3278	3367	3455	3544	3720	3898								
3583	3679	3776	3873	4067	4260	4454							
3901	4006	4112	4217	4428	4639	4850	5061						
4233	4347	4462	4576	4805	5034	5263	5491	5720					
4578	4702	4826	4950	5197	5444	5692	5939	6187	6434				
4936	5072	5202	5338	5604	5871	6138	6405	6672	6939	7206			
5310	5453	5597	5740	6027	6314	6601	6888	7175	7462	7749	8036		
5696	5850	6004	6158	6466	6773	7081	7389	7697	8005	8313	8621	8929	
6095	6260	6425	6590	6919	7249	7578	7908	8237	8567	8896	9226	9555	9885

$$\text{UMARATE KIVIDE MAHT KUUPDETSIMEETRITES } V = \frac{\pi}{6} \cdot A^2 \cdot B \cdot \frac{C}{A}$$

Laius (B) sm-tes	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185
70	30	37	44	52	59	67	74	82	89	96	104																							
75	33	42	50	59	67	75	84	92	101	109	117	126																						
80	37	47	56	65	75	84	94	103	112	122	131	140	150																					
85	41	51	61	71	82	92	102	112	122	133	142	153	163	173																				
90	45	56	67	78	90	101	112	123	134	146	157	168	180	191	202																			
95	50	62	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187	200	212	225	237																		
100	54	68	81	95	109	122	136	149	163	177	190	203	217	231	245	258	272																	
105	59	73	88	103	117	132	147	162	176	191	206	220	235	250	264	279	294	308																
110	64	81	97	113	129	145	161	177	194	210	226	242	258	274	290	306	323	339	355															
115	69	86	104	121	138	155	173	190	207	225	242	259	276	294	311	328	346	363	380	397														
120	75	94	113	132	151	169	188	207	226	245	263	282	301	320	339	358	376	395	414	433	452													
125	81	102	122	143	163	184	204	225	245	265	286	306	327	347	367	388	408	429	449	470	490	510												
130	87	108	130	151	173	195	216	238	260	281	303	324	346	368	390	411	433	455	476	498	520	541	563											
135	93	117	140	163	187	210	233	257	280	303	327	350	373	397	420	443	467	490	513	537	560	584	607	630										
140	100	125	151	176	201	226	251	276	301	326	351	376	402	427	452	477	502	527	552	578	603	628	653	678	703									
145	108	135	161	188	215	242	269	296	322	350	377	404	431	458	484	512	539	566	592	619	646	673	700	727	754	781								
150	115	144	173	202	231	259	288	317	346	375	404	432	461	490	519	548	577	605	634	663	692	721	749	778	807	836	865							
155	123	154	185	215	246	277	307	338	369	400	431	462	492	523	554	585	615	646	677	708	739	769	800	831	862	892	923	954						
160	128	161	193	225	257	289	321	353	385	418	450	482	514	546	578	610	643	675	707	739	771	803	835	867	900	932	964	996	1028					
165	137	171	205	239	273	307	342	376	410	444	478	512	547	581	615	649	683	717	752	786	820	854	888	922	957	991	1025	1059	1093	1127				
170	145	181	218	254	290	326	363	399	435	471	508	544	580	617	653	689	725	762	798	834	871	907	943	979	1016	1052	1088	1124	1161	1197	1233			
175	150	188	226	263	301	339	376	414	451	489	527	564	602	640	677	715	753	790	828	865	903	941	978	1016	1054	1091	1129	1166	1204	1242	1279	1317		
180	159	199	239	279	318	358	398	438	478	518	557	597	637	677	717	756	796	836	876	916	956	995	1035	1075	1115	1155	1195	1234	1274	1314	1354	1394	1433	
185	168	210	252	294	336	378	420	463	504	547	589	630	673	715	757	799	841	883	925	967	1009	1051	1093	1135	1177	1219	1262	1304	1346	1388	1430	1472	1514	1556
190	177	222	266	310	355	399	444	488	532	577	621	665	710	754	798	843	887	932	976	1020	1065	1109	1153	1198	1242	1286	1331	1375	1420	1464	1508	1553	1597	1641
195	187	233	280	327	374	420	467	514	561	607	654	700	748	794	841	888	934	981	1028	1075	1121	1168	1215	1261	1308	1355	1402	1448	1495	1542	1589	1635	1682	1729
200	197	246	295	344	393	442	492	541	590	639	688	737	786	836	885	934	983	1032	1081	1131	1180	1229	1278	1327	1376	1425	1475	1524	1573	1622	1671	1721	1770	1819
210		265	318	371	424	477	530	583	636	689	743	796	848	902	955	1008	1061	1114	1167	1220	1273	1324	1379	1432	1485	1538	1591	1644	1697	1750	1803	1856	1910	1963
220			349	407	466	524	582	640	699	757	815	873	931	990	1048	1106	1164	1223	1281	1339	1397	1455	1514	1572	1630	1688	1747	1805	1863	1921	1979	2038	2096	2154
230				446	509	573	636	700	763	827	891	954	1018	1082	1145	1209	1273	1336	1400	1463	1527	1591	1654	1718	1782	1845	1909	1972	2036	2100	2163	2227	2291	2354
240					554	623	693	762	831	901	970	1039	1108	1178	1247	1316	1386	1455	1524	1593	1663	1732	1801	1871	1940	2009	2078	2148	2217	2286	2356	2425	2494	2563
250						677	752	827	902	977	1052	1128	1203	1278	1353	1428	1504	1578	1654	1729	1804	1879	1955	2030	2105	2180	2255	2330	2406	2481	2556	2631	2706	2782
260							813	894	976	1057	1138	1220	1301	1382	1464	1545	1626	1708	1789	1870	1951	2033	2114	2195	2277	2358	2439	2521	2602	2683	2765	2846	2927	3009
270								964	1052	1140	1228	1315	1403	1491	1578	1666	1754	1841	1929	2017	2104	2192	2280	2368	2455	2543	2631	2718	2806	2894	2981	3069	3157	3244
280									1132	1226	1320	1414	1509	1603	1697	1792	1886	1980	2075	2169	2263	2358	2452	2546	2640	2735	2829	2923	3018	3112	3206	3301	3395	3489
290										1315	1416	1517	1618	1719	1821	1922	2023	2124	2225	2327	2428	2529	2630	2731	2832	2934	3035	3136	3237	3338	3439	3541	3642	3743
300											1516	1624	1732	1840	1949	2057	2165	2273	2382	2490	2598	2706	2815	2923	3031	3139	3248	3356	3464	3572	3681	3789	3897	4006

Märkus. Paksemalt trükitud arvud näitavad ligikaudset kivi mahtu ühe mõõtmelise (maksimaalse läbimõõdu) järgi.

Suhe $\frac{C}{A}$ on võetud looduses mõõdetud kivide statistilise keskmisena.

Tabel 4

185	190	195	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
1556													
1641	1686												
1729	1775	1822											
1819	1868	1917	1966										
1963	2016	2069	2122	2228									
2154	2212	2270	2329	2445	2562								
2354	2418	2481	2545	2672	2800	2927							
2563	2633	2702	2771	2910	3048	3187	3326						
2782	2857	2932	3007	3157	3308	3458	3609	3759					
3009	3090	3171	3253	3415	3578	3740	3903	4066	4228				
3244	3332	3420	3508	3683	3858	4034	4209	4384	4560	4735			
3489	3583	3678	3772	3961	4149	4338	4527	4715	4904	5092	5281		
3743	3844	3945	4046	4249	4451	4653	4856	5058	5260	5463	5665	5867	
4006	4114	4222	4330	4547	4763	4980	5196	5413	5629	5846	6062	6279	6496

A-21720

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00385666 5