U-7868
19
41.

M. VELLEMA

TEHNIKA KÄSIRAAMAT

H. 25. A-9852

M. VELLEMA

TARTU LINNA TÖÖSTUS-JA-MAJANDUSÕPILASTE KOOLI DIREKTOR

TEHNIKA KÄSIRAAMAT

EHITAJALE • ELEKTRIKULE • MASINISTILE • MOTORISTILE • TÖÖSTURILE • TEHNIKULE • MEISTRILE • ÕPPINUD-TÖÖLISELE JA TÖÖSTUSÕPILASELE.

Enne käsiraamatu kasustamist

palun parandada peale lk. 199 loetletute trükivigade veel järgmised vead: Lk. 34, 18 rida ülalt q^t — 1 ees puudub sulg; lk. 36, 2 r. alt p — c taga puudub sulg; lk. 39, kera $S = 4\pi Rr^2$, p. o. $= 4\pi R^2$; lk. 39, 1 r. a. on: $^1/_4 \pi r^2 Dd^2$, p. o. $^1/_4 \pi^2 Dd^2$; lk. 40, 22 Tüvipüramiid: V valemi taga puudub sulg. Lk. 54 — 9 rida ülalt on: 6.8, peab olema: 68; lk. 78, 17 r. a. on: üle 3^0C, p. o. alla -3^0C; lk. 93 – 2 r. ü. ja lk. 94 – 4 r. ü. on: „pikilõige“, p. o.: „ristilõige“; lk. 96, 15 r. ü. on: „Kruvi ristilõige“ p. o. „Keerme“ -; lk. 162, 8 r. ü. on: (vt. lk.) p. o. (vt. lk.139); lk. 181 on: „Sülitid“ p. o. „Lülitid“; lk. 192, 13 r. ü. on: „Voltaarkaarega“, p. o. „Voltakaarega“; lk. 189 — 9 r. a. on: 80 – 200 mm, p. o. 80 — 200 min; lk. 190, on: „Lihtsaag“ p. o. „Lintsaag“; lk. 197. Tabelis vahetada kohtadega „enne“ ja „pärast“ ;lk. 197, — 23 r. ü. on: „Suurte ja väikeste“ ... p. o. „Väikeste ja suurte“ ... Lk. 24, 16 r. a. on: sin, p. o.: cos ... Lk. 35, 5 r. ü. on: –ab, p. o.: –a–b.

Autor

AUTORI KIRJASTUS, TARTUS, 1936.

h. 25. A-9852

M. VELLEMA

TARTU LINNA TÖÖSTUS- JA MAJANDUSÕPILASTE KOOLI DIREKTOR

TEHNIKA KÄSIRAAMAT

EHITAJALE • ELEKTRIKULE • MASINISTILE • MOTORISTILE • TÖÖSTURILE • TEHNIKULE • MEISTRILE • ÕPPINUD-TÖÖLISELE JA TÖÖSTUSÕPILASELE.



AUTORI KIRJASTUS, TARTUS, 1936.

SAATEKS.

Käesoleva „Tehnika käsiraamatu" II trükk on märksa täiendatud, eriti ehitus- ja elektrotehnika osas, mitmete vajanduvate tabelitega, diagrammidega ja joonistega. Selle raamatu ülesandeks on — rahuldada tehnika igapäevaseid nõudeid, millisel otstarbel on temasse koondatud materjalina mitmesugused praktilise elu nõudeile vastavad andmed, mis pakuvad rakendusmaterjali töösturile, meistrile, õppinud-töölisele, elektrotehnikule, ehitustöölisele, tööstus- ja tehnikakooli-õpilasele. Peale loeteldute võivad käsiraamatut hea eduga tarvitada üliõpilased ja keskkooli matemaatika- ja füüsika-õpetajad, sest see pakub uuemat faktilist materjali ülesannete koostamiseks matemaatika ja füüsika alalt. Käsiraamatute andmestik on kontrollitud uuemate allikate järgi ja seepärast peaks toodud materjal olema õige ning vastav kiiresti arenevale tehnilisele progressile ja viimaste aastate füüsikalis-keemialistele uurimustele.

*Algallikatena on kasustatud M. Vellema „Tehnika käsiraamatut", „Tööde norme" (ametlik väljaanne 1930. a.) ja W. Friedrich'i „tabeliraamatuid", „Ehituskäsiraamatut", „Hütte't" ja teisi. Matemaatika, füüsika ja masina-osi ning tööriistu puutuvad oskussõnad ja sümbolid on enamasti kooskõlas MÕK'i *), FÕK'i **) ja TOK'i ***) koostatud oskussõnadega ja sümbolitega, kuid peale nende on sümboleid ja oskussõnu autori oma loodud tänuväärivate keelemeeste J. Jaanisto ja M. Lubi abil. Mitmed autori poolt loodud oskussõnad esinevad esimest korda selles raamatus, näit.: „lühiühend", „hõlpühend" jt. asemel tarvitatakse ainult „lühindus", siit „lühindmootor" jt.; „peavoolu-, haruvoolu- ja kompaund-mootori" asemel „reasside-, haruside- ja segasidemootor"; gaasi „paisumisteguri" asem. „paisetegur", „kiirgamisteguri" asemel „kiirgetegur" jne., „akumulaatori" asem. „aku" jne.*

Autor avaldab siinkohal sügavat tänu tööstuslike koolide õpet. hra J. Jaanisto'le keelelise korrektuuri tegemise ja abi eest, oskussõnade loomisel dots. ins. K. Grimm'ile, hra V. Raukas'ele, dr. chem. A. Laur'ile ja assist. E. Kilkson'ile, keelemehele M. Lubi'le praktiliste näpunäidete eest.

Lõpuks avaldab autor tänu veel „Varraku" trükikoja juhatajale-omanikule hra A. Annuk'ile ja trükikoja tehnilisele personaalile erakordselt raske, kuid siiski hästi tehtud ladumis- ja trükkimistöö eest, ning tsinkograaf-meister hra A. Raba'le korralikult tehtud klišeede eest.

Allakirjutanu loodab, et käesolev töö viljakandvalt täiendab eesti tehnikalist kirjandust käsiraamatuga ja rahuldab minimaalseidki nõudeid sel alal.

Tartus, 4. veebr. 1936.

M. Vellema,

Tartu linna tööstus- ja majandusõpilastekooli direktor ja Tartu tööoskusameti esimees.

) Matemaatika Õpetamise Komisjon, **) Füüsika Õpetamise Komisjon, *) Tehnika Oskussõnade Komisjon.*

SISUKORD.

Lk.

Eessõna ja sisustik . . . . . II—III
Ehitismat. kriipsut. tabel . . VI
Jõuvankri elektriseade . . . VII
Vattide ja hj tab., suur ükskord-üks ja kreeka tähestik . . VIII

Matemaatika.

I. Tabelid.

1. Arvude ruudud, jm. 1-1000 1—21
2 ja 3. Jäävsuurusi ja mõnede murdude ruut- ja kuupjuur 21
4. Segmendi elemente . . . 22—23
5—8. Trigonom. funkts. loomulikke väärtusi . . . . 24—27
9 ja 10. Trig. funkts. logaritme 28—29
11. Kerade ruumalad (d=1-200) 30
Eelolev. tab. tarvitamine 31—33
II. Aritmeetika . . . . . 33—34
III. Algebra 35
IV. Trigonomeetria . . . . . 36—37
V. Geomeetria . . . . . 37—40

Mehaanika.

I. Tahkainete mehaanika.

A. Staatika . . . . . 41—47
1. Tungid (jõud) 41
2. Raskustäpp 42
3. Lihtmasinaid 43
4. Hõõre . . . . . 44—47
B Dünaamika . . . . 47—50
II. Hüdromehaanika . . . 50
III. Gaasidemehaanika . . 21—52
1. Üldomadusi 51
2. Staatika 52
3. Tuulerõhk ja õhutakistus 52

Materjalid.

I. Tehnil. tahts. sulameid . . 53—54
II. Tähtsam. ainete füüs. omad. 55
1. Elementide füüsikal. omad. 75
2. Tahkeainete „ „ 56
3 ja 4. Vedel. ja gaaside füüsikalisi omadusi 57
5. Tähtsam. ainete erikaale 58—59
6. Vedelikkude erikaale . . 59
7. Mitmes. ehitismaterjalide ja põletiste kaale . . . . . 59—60
III. Tehnilisi tabeleid . . . . 60—70
Tab. I. Võrdkülgne nurkraud 71
„ II. Isekülgne „ 62
„ III. T-raud 63
Tab. IV. Venit. vasktorud . 63
„ V. I-raud 64
„ VI. Traatide kaal . . . 64
„ VII. I-raud (laiajalgne) . 65
„ VIII. Pliitorude ja -traat. kaal 65
„ IX. V-raud 66
„ X. Tsinkkarra mõõdud ja kaal 66
„ XI. Ribaraud 67
„ XII. Ribikard 67
„ XIII. Ruut-, kuuskant- ja ümmarraud . . . 68
„ XIV. Kardade kaal . . 68
„ XV. Naelte-tabel (ETK) 69
„ XVI. Lainjas kard . . . 69
IV. Mitmesugust . . . . . 70—71
1. Kiirlõiketeraseid 70
2. Tehnil. tähtsad ained . . 71
3. Tsemendid 71
V. Puit . . . . . 72—77
1. Tehnilisi omadusi . . . 72
2. Materjali arvestamine . . 72
3. Mõningaid andmeid . . . 73
4. Palkide m^3 tabel 74
5. „ kantjalgade tabel 75
6. Puidu kasustam. määr . 76
7. Puitpalgi-tabel 77
8. Valandi kaalu tegur . . . 77
VI. Määrdeõlid . . . . . 78—80

Materjalide tugevused.

I. Pinged ja tugevused . . 81—82
II. Lubatavad pinged . . . 82—83
III. Erikoormisliigid 83
1, 2, 3. Tõmme, surve, lõige 83
4, 5. Nõtk, vääne 84
6. Paine (talad jm.) 84
Ümmar- ja ruutlõike I ja W 85
Läbilõikevormid I ja W . 86
Paindekoormisviise . . . 87
Torude I ja W 88
Talade tabelid . . . . . 90—91

Masinaosad.

I. Kiilud 92
II. Kruvid ja poldid . . . . 92—97
III. Needid ja neetühendid . 97—98
IV. Hammasrattad 99

TARTU ÜLIKOOLI

Lk.

Vahetushammasrataste valik . . . . . 100—101
V. Rihm- ja köisajam . . 101—105
VI. Tapid 105
VII. Teljed ja võllid . . . 105—106
VIII. Laagrid . . . . . 106—108
Rihmaga ülekantav N 108
IX. Torud ja nende osad 109—116
1 m toru pikenemine . . 116

Soojustehnika.

I. Soojus.

1. Temperatuur 117
2. Terase ja raua hõõgutus-temperatuur 117
3. Kehade paisum. soendamisel 117
4. Terase noolutusvärvid . . 118
5. Valandite kahand-tegurid . 118
6. Erisoojus ja joonpaisumis-tegureid 119
7. Soojuse mõju keha ehitusele 119
Külmumistemp. ja jahutis-segud . . . . . 119—120
Keemine ja veeldumine . 120
Küllastatud veeauru tabel . 121
8. Soojuse levi 122
Soojuse juhtetegureid 122—123
Soojuse läbilasketegur 124—125
Soojuse kiirgetegureid . . 125
Mõne ruumi tarvil. soojus . 125
Terase parendamine ja karastamine 126

II. Põlemine ja põletised.

1. Andmeid põletistele 127—128
2. Toitainete kalorsus 129

III. Soojusmootorid.

1. Aurmootorid . . . . 130—132
2. Sisepõlemootorid . . 132—134

Ehitustehnika.

A. Tähtsam. tööde normid 135

I. Mullatööd 135
II. Puitsepatööd . . . . 136—139
III. Laudsepatööd . . . 139—140
IV. Müürsepatööd . . . 140—143
V. Betoonitööd . . . . 143—145
VI. Krohvitööd 145
VII. Pottsepatööd . . . . 145—147
VIII. Katusetööd . . . . 147—148
IX. Klaassepatööd 148

Lk.

X. Maalritööd . . . . . 148—155
XI. Sepatööd . . . . . 155—156
XII. Raudbetoonitöö . . . 156—157
XIII. Veevärgi- ja kanal.-t. 157—160
XIV. Kaevutööd 160
XV. Lisa . . . . . 160—161

B. Andmeid elumajade projektijaile . . . . 161—162

C. Andmeid ehitiste staatiliseks arvutamiseks.

1. Ehitiskonstrukts. omakaal 163
2. Ruumide kasul. koormis 163
3. Lumerõhk . . . . . 163—164
4. Tuulerõhk 164

D. Küte, ventilatsioon ja veevarustis.

1. Küte 164
2. Keskkütte-seaded . . 164—165
3. Ventilatsioon 165
4. Veevarustis 165
5. Torude *d* arvutamine . . 165

F. Veepumbad . . . . 165—166

E. Hoonete hinna leidmine 166

Elektrotehnika.

A. Üldandmeid.

1. Elektrotehn. mõõduühikuid 167
2. Elektrivoolu seadusi . . . 168
3. Mõnede ainete ρ, χ ja α . 168
4. Elektrokeem. ekvivalente . 169
5. Galvanivann 169
6. Elektri-elemendid 169
7. „ -akumulaatorid . . 169
8. Andmeid akude kohta . . 170
9. Akude korrashoiu reeglid . 170

B. Alalisvoolu-generaat. ja -mootorid . . . . 171—173

C. Vahelduvvool . . . 173—174

D. Sageli esinevad elektermasina rikked ja nende põhjusi . . . . . 174—175

E. Ümform. ja transform. 176

F. Juhtmete arvestusi . . 177

G. Elektervalgustus . . . 178

H. Mõne elekteraparaadi ja -masina voolutarve vattides . . . . . 179—181
Pingelange, võimsuskao jt. arvestustabel 180

Lk.

I. Elektri installats.-skeeme 181
Installatsiooni leppemärgid . 181
K. Lampide lülitusskeemid . . . . . 182—183
Tab. I. Vaskjuhtmete võimsuskadu 184
Tab. II. Voolutugevus I võimsusel N 185
Tab. III. Mootorivoolu kulu ja m. 186

Mitmesugust.

I. Tööstusmasinate tööaeg ja võimsustarve 187

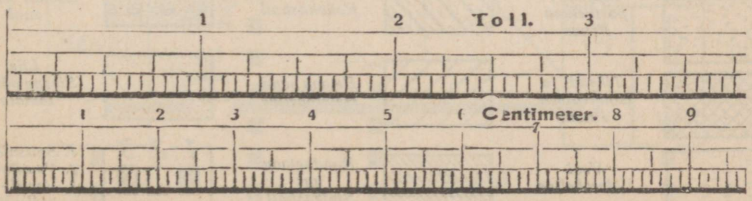
Lk.

A. Üldandmeid 187
I. Metallitööstusmasinad 187—189
II. Puidutööstusmasinad . 189—190
B. Tööstusmasinate jõukulu 190
C. Mitmesug. töömasinad . 190
II. Autogeenkeevitus . . 191—192
1. Gaasgeevitus ja -lõige . . 191
2. Elekterkeevitus 192
III. Mõõdud . . . . . 193—195
IV ja V. Töö ja võimsus ja kõvuse skaala 194
VI. Tehniline joonestamine 196—198
Märgatud trükivigu ja õiend. 199
Kuulutisi . . . . . 199—208

Uusi ja vähem-tuntud sõnu.

aku — akumulaator
aurmootor — aurmasin
eendama (murdu) — laiendama
eendekiirus — ettekandekiirus
harusidegeneraator — haruvoolu-
höövlmed — höövlilaastud
hüvakkäik — parempoolne käik
kaheldi — kahel viisil
kalorsus — küteväärtus
kard — plekk
kiire — kiirgamine
koormis — koormatis
lokits — lokitangid
lühindmootor — otsesidemootor
lühindus — lühiühendus
messing — valgevask
mulk — põhjata auk
neljaldi — neljal viisil
paise — paisumine
plii — seatina
puit — Holz, lignum
puu — Baum, arbor
põletis — põletusaine
püdelus — viskositeet
püsimootor — paigalseisev-
reassidegeneraator — peavoolu-
saagmed — saepuru
segasidemootor — kompaund-
sisepõlemootor — plahvatus-
sulam — sulatis
sõelmed — jääk sõelal
süüdits — süütaja (sigari-)
taandekiirus — tagasikäigukiirus
takekeevitus — takistuskeevitus
termoaparaat — soojusaparaat
tina — inglistina
trafo — transformaator
tööp — tööpäev
ufo — umformer
valand — valatud ese
viilmed — viilipuru
äärik — flanš

Tolli ja cm vahekord.



III. Ehitismaterjalide ja -osade kriipsutamis- ja värvimisviise.

Masinajoonestises metallosi ei värvita, vaid märgitakse pealkirjas, mis materjalist on osa tehtud (vt. joon. 1k. 196).


Malm
Hall


Temper.-valu
Sinine


Teras
ja terasevalu
Lilla


Vask
Punane


Pronks, punane valu
Oranž


Messing
Kollane

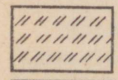

Kerged metallid


Kerged metallid
Roheline


Nikkel ja selle sulam.
Hele lilla

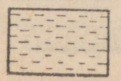

Traatpool
Punane-Roheline

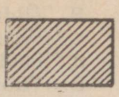

Šamott
Tumekollane

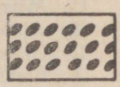

Tselluloid
Heleroheline

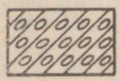

Marmor, portselaan
Pruun


Tihend- ja isoleerained
Pruun


Vesi
Heleroheline


Puit uus
Kroomkollane

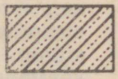

Puit vana
Sieena põlet.


Paekivi uus
Neutraaltint (hele)


Paekivi vana
Valge


Raudkivi uus
Violett


Raudkivi
vana
Valge


Tellisk., põlevkivituhast ja tsementšlakkkivi uus
Kinaver (tsinnoober)

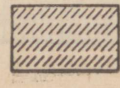

Needsamad
vanad
Karmiin


Tsement-betoonkivi uus
Neutraaltint (tume)

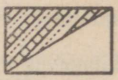

Tsem.-betkivi vana
Seepia (tume)


Betoon uus
Rohekashall

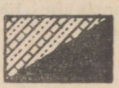

Betoon vana
Heleroheline


Raudbetoon uus
Sinikashall


Pott- ja tellisk.-ahi uus
Kinaver

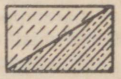

Pott- ja telliskiviahi vana
Karmiin


Ahi kardkestaga uus
Kinaver, indigo


Ahi kardkestaga vana
Karmiin, indigo


Raudahi
Indigo

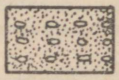

Metallosad
Indigo


Segaehitis aset. plaanil uus
Kroom-kollane, kinav.

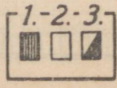

Segaehitis aset. plaanil vana
Sieena põlet., karmiin


Raudkivi prügi
Violett


Savi
Sieena põlet. tume

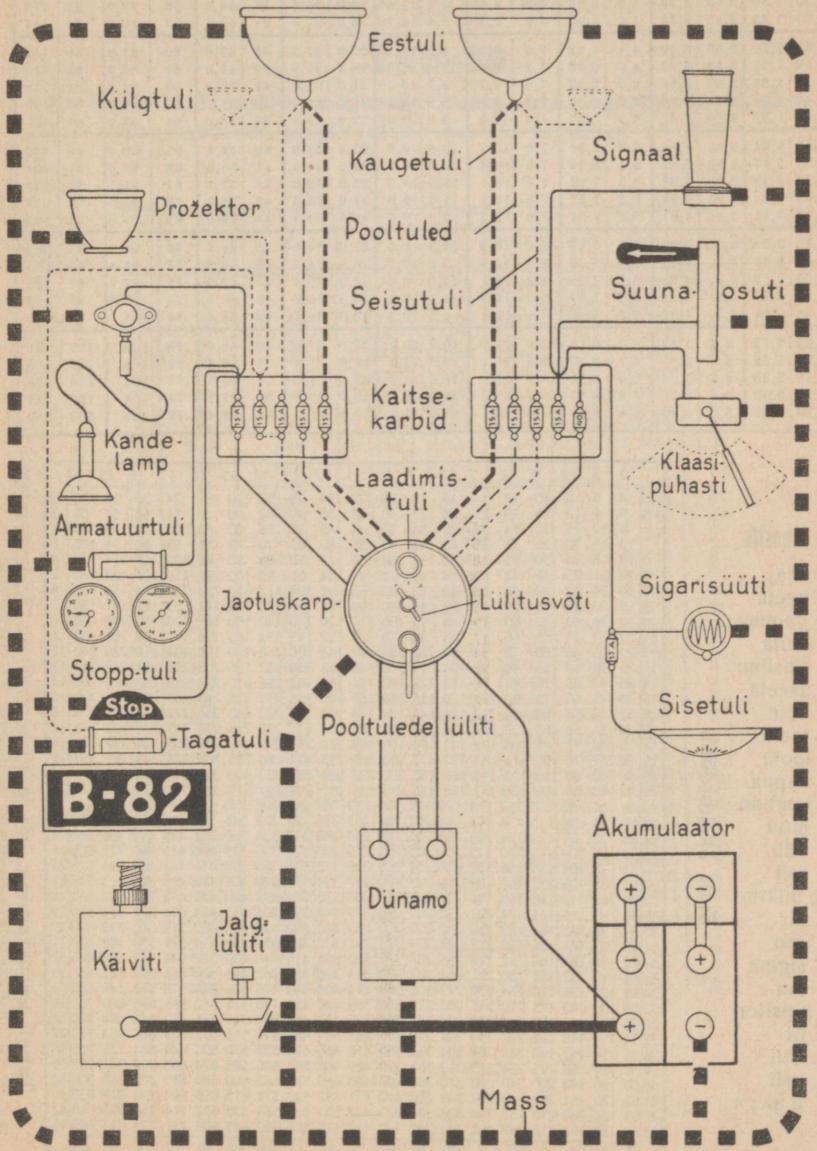

Kruus
Seepia naturaal


Liiv
Sieena põletamata



1. Suitsulõõr
2. Ventilats.
3. Ventil.- ja suitsulõõr

JÕUVANKRI VALGUSTUSE JA KÄIVITUSE ELEKTRIVOOLU RINGKÄIK.



Kilovattide ümberarvutamine hj-deks ($\eta = 1$).

kW	PS	kW	PS	kW	PS	kW	PS	kW	PS	kW	PS	kW	PS	kW	PS	kW	PS
1,00	1,36	2,25	3,06	4,0	5,44	6,5	8,84	9,0	12,24	17,5	23,8	30	40,8	55	74,8	80	109
1,05	1,43	2,30	3,13	4,1	5,58	6,6	8,98	9,1	12,38	18,0	24,5	31	42,2	56	76,2	81	110
1,10	1,50	2,35	3,20	4,2	5,71	6,7	9,11	9,2	12,51	18,5	25,2	32	43,5	57	77,5	82	111
1,15	1,56	2,40	3,26	4,3	5,85	6,8	9,25	9,3	12,65	19,0	25,8	33	44,9	58	78,9	83	113
1,20	1,63	2,45	3,33	4,4	5,98	6,9	9,38	9,4	12,78	19,5	26,5	34	46,2	59	80,2	84	114
1,25	1,70	2,50	3,40	4,5	6,12	7,0	9,52	9,5	12,92	20,0	27,2	35	47,6	60	81,6	85	116
1,30	1,77	2,55	3,47	4,6	6,26	7,1	9,66	9,6	13,06	20,5	27,9	36	49,0	61	83,0	86	117
1,35	1,84	2,60	3,54	4,7	6,39	7,2	9,79	9,7	13,19	21,0	28,6	37	50,3	62	84,3	87	118
1,40	1,90	2,65	3,60	4,8	6,53	7,3	9,93	9,8	13,33	21,5	29,2	38	51,7	63	85,7	88	120
1,45	1,97	2,70	3,67	4,9	6,66	7,4	10,1	9,9	13,46	22,0	29,9	39	53,0	64	87,0	89	121
1,50	2,04	2,75	3,74	5,0	6,80	7,5	10,2	10,0	13,6	22,5	30,6	40	54,4	65	88,4	90	122
1,55	2,11	2,80	3,81	5,1	6,94	7,6	10,3	10,5	14,3	23,0	31,3	41	55,8	66	89,8	91	124
1,60	2,18	2,85	3,88	5,2	7,07	7,7	10,5	11,0	15,0	23,5	32,0	42	57,1	67	91,1	92	125
1,65	2,24	2,90	3,94	5,3	7,21	7,8	10,6	11,5	15,6	24,0	32,6	43	58,5	68	92,5	93	126
1,70	2,31	2,95	4,01	5,4	7,34	7,9	10,7	12,0	16,3	24,5	33,3	44	59,8	69	93,8	94	128
1,75	2,38	3,00	4,08	5,5	7,48	8,0	10,9	12,5	17,0	25,0	34,0	45	61,2	70	95,2	95	129
1,80	2,45	3,1	4,22	5,6	7,62	8,1	11,0	13,0	17,7	25,5	34,7	46	62,6	71	96,6	96	131
1,85	2,52	3,2	4,35	5,7	7,75	8,2	11,1	13,5	18,4	26,0	35,4	47	63,9	72	97,9	97	132
1,90	2,58	3,3	4,49	5,8	7,89	8,3	11,3	14,0	19,0	26,5	36,0	48	65,3	73	99,3	98	133
1,95	2,65	3,4	4,62	5,9	8,02	8,4	11,4	14,5	19,7	27,0	36,7	49	66,6	74	101	99	135
2,00	2,72	3,5	4,67	6,0	8,16	8,5	11,6	15,0	20,4	27,5	37,4	50	68,0	75	102	100	136
2,05	2,79	3,6	4,90	6,1	8,30	8,6	11,7	15,5	21,1	28,0	38,1	51	69,4	76	103	120	163
2,10	2,86	3,7	5,03	6,2	8,43	8,7	11,8	16,0	21,8	28,5	38,8	52	70,7	77	105	150	204
2,15	2,92	3,8	5,17	6,3	8,57	8,8	12,0	16,5	22,4	29,0	39,4	53	72,1	78	106	200	272
2,20	2,99	3,9	5,30	6,4	8,70	8,9	12,1	17,0	23,1	29,5	40,1	54	73,4	79	107	500	680

Kreeka tähestik.

α,	A	alfa
β,	B	beeta
γ,	Γ	gamma
δ.	Δ	delta
ε,	E	epsilon
ζ,	Z	dseeta
η.	H	eeta
ϑ.	Θ	teeta
ι,	I	ioota
χ,	K	kappa
λ,	Λ	lambda
μ,	M	müü
ν,	N	nüü
ξ,	Ξ	ksii
ν,	O	o mikron
π,	Π	pii
ρ,	P	roo
σ, ς,	Σ	sigma
τ,	T	tau
υ,	Υ	ü psilon
φ,	Φ	fii
χ,	X	chii
ψ,	Ψ	psii
ω,	Ω	o mega

Suur ükskordüks.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	2
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	3
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	4
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	5
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	6
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	7
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	8
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	9
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	10
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187	198	209	220	11
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	12
13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234	247	260	13
14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280	14
15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	15
16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288	304	320	16
17	34	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	272	289	306	323	340	17
18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360	18
19	38	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	266	285	304	323	342	361	380	19
20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	20
21	42	63	84	105	126	147	168	189	210	231	252	273	294	315	336	357	378	399	420	21
22	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242	264	286	308	330	352	374	396	418	440	22
23	46	69	92	115	138	161	184	207	230	253	276	299	322	345	368	391	414	437	460	23
24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480	24
25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	25
26	52	78	104	130	156	182	208	234	260	286	312	338	364	390	416	442	468	494	520	26
27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	432	459	486	513	540	27
28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	308	336	364	392	420	448	476	504	532	560	28
29	58	87	116	145	174	203	232	261	290	319	348	377	406	435	464	493	522	551	580	29
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	30
31	62	93	124	155	186	217	248	279	310	341	372	403	434	465	494	527	558	589	620	31
32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	352	384	416	448	480	512	544	576	608	640	32
33	66	99	132	165	198	231	264	297	330	363	396	429	462	495	528	561	594	627	660	33
34	68	102	136	170	204	238	272	306	340	374	408	442	476	510	544	578	612	646	680	34
35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525	560	595	630	665	700	35
36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432	468	504	549	576	612	648	684	720	36
37	74	111	148	185	222	259	296	333	370	407	444	481	518	555	592	629	666	703	740	37
38	76	114	152	190	228	266	304	342	380	418	456	494	532	570	608	646	684	722	760	38
39	78	117	156	195	234	273	312	351	390	429	468	507	546	585	624	663	702	741	780	39
40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	40
41	82	123	164	205	246	287	328	369	410	451	492	533	574	615	656	697	738	779	820	41
42	83	126	168	210	252	294	336	378	420	462	504	546	588	630	672	714	756	798	840	42
43	86	129	172	215	258	301	344	387	430	473	516	559	602	645	688	731	774	817	860	43
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

Tabeli kasustamine. 37 ja 19 korrutis on 37 horisontaalrea ja 19 vertikaalrea ristumisel, järelikult **37 . 19 = 703.**

Matemaatika.

I. Tabelid.

1. Ruutude, kuupide, ruutjuurte, kuupjuurte, logaritmide, ringi ümbermõõtude ja pindalade tabelid arvudest 1—1000.

1—40

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	1	1	1	1,0000	1,0000	0,0000	0,314	0,0079	0,1
	2	4	8	1,4142	1,2599	0,3010	0,628	0,0314	2
	3	9	27	1,7321	1,4422	0,4771	0,942	0,0707	3
	4	16	64	2,0000	1,5874	0,6021	1,257	0,1257	4
	5	25	125	2,2361	1,7100	0,6990	1,571	0,1964	5
	6	36	216	2,4495	1,8171	0,7781	1,885	0,2827	6
	7	49	343	2,6458	1,9129	0,8451	2,199	0,3848	7
	8	64	512	2,8284	2,0000	0,9031	2,513	0,5026	8
	9	81	729	3,0000	2,0801	0,9542	2,827	0,6362	9
10	10	100	1000	3,1623	2,1544	1,0000	3,142	0,7854	1,0
	11	121	1331	3,3166	2,2240	1,0414	3,456	0,9503	1
	12	144	1728	3,4641	2,2894	1,0792	3,770	1,1310	2
	13	169	2197	3,6056	2,3513	1,1139	4,084	1,3273	3
	14	196	2744	3,7417	2,4101	1,1461	4,398	1,5394	4
	15	225	3375	3,8730	2,4662	1,1761	4,712	1,7671	5
	16	256	4096	4,0000	2,5198	1,2041	5,027	2,0106	6
	17	289	4913	4,1231	2,5713	1,2304	5,341	2,2698	7
	18	324	5832	4,2426	2,6207	1,2553	5,655	2,5447	8
	19	361	6859	4,3589	2,6684	1,2788	5,969	2,8353	9
20	20	400	8000	4,4721	2,7144	1,3010	6,283	3,1416	2,0
	21	441	9261	4,5826	2,7589	1,3222	6,597	3,4636	1
	22	484	10648	4,6904	2,8020	1,3424	6,912	3,8013	2
	23	529	12167	4,7958	2,8439	1,3617	7,226	4,1548	3
	24	576	13824	4,8990	2,8845	1,3802	7,540	4,5239	4
	25	625	15625	5,0000	2,9240	1,3979	7,854	4,9087	5
	26	676	17576	5,0990	2,9625	1,4150	8,168	5,3093	6
	27	729	19683	5,1962	3,0000	1,4314	8,482	5,7256	7
	28	784	21952	5,2915	3,0366	1,4472	8,796	6,1575	8
	29	841	24389	5,3852	3,0723	1,4624	9,111	6,6052	9
30	30	900	27000	5,4772	3,1072	1,4771	9,425	7,0686	3,0
	31	961	29791	5,5678	3,1414	1,4914	9,739	7,5477	1
	32	1024	32768	5,6569	3,1748	1,5052	10,05	8,0425	2
	33	1089	35937	5,7446	3,2075	1,5185	10,37	8,5530	3
	34	1156	39304	5,8310	3,2396	1,5315	10,68	9,0792	4
	35	1225	42875	5,9161	3,2711	1,5441	11,00	9,6211	5
	36	1296	46656	6,0000	3,3019	1,5563	11,31	10,1788	6
	37	1369	50653	6,0828	3,3322	1,5682	11,62	10,752	7
	38	1444	54872	6,1644	3,3620	1,5798	11,94	11,341	8
	39	1521	59319	6,2450	3,3912	1,5911	12,25	11,946	9
	40	1600	64000	6,3246	3,4200	1,6021	12,57	12,566	4,0

41—90

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
41	1681	68921	6,4031	3,4482	1,6128	12,88	13,203	4,1
42	1764	74088	6,4807	3,4760	1,6232	13,19	13,854	2
43	1849	79507	6,5574	3,5034	1,6335	13,51	14,522	3
44	1936	85184	6,6332	3,5303	1,6435	13,82	15,205	4
45	2025	91125	6,7082	3,5569	1,6532	14,14	15,904	5
46	2116	97336	6,7823	3,5830	1,6628	14,45	16,619	6
47	2209	103823	6,8557	3,6088	1,6721	14,77	17,349	7
48	2304	110592	6,9282	3,6342	1,6812	15,08	18,096	8
49	2401	117649	7,0000	3,6593	1,6902	15,39	18,857	9
50	2500	125000	7,0711	3,6840	1,6990	15,71	19,635	5,0
51	2601	132651	7,1414	3,7084	1,7076	16,02	20,428	1
52	2704	140608	7,2111	3,7325	1,7160	16,34	21,237	2
53	2809	148877	7,2801	3,7563	1,7243	16,65	22,062	3
54	2916	157464	7,3485	3,7798	1,7324	16,96	22,902	4
55	3025	166375	7,4162	3,8030	1,7404	17,28	23,758	5
56	3136	175616	7,4833	3,8259	1,7482	17,59	24,630	6
57	3249	185193	7,5498	3,8485	1,7559	17,91	25,518	7
58	3364	195112	7,6158	3,8709	1,7634	18,22	26,421	8
59	3481	205379	7,6811	3,8930	1,7709	18,54	27,340	9
60	3600	216000	7,7460	3,9149	1,7782	18,85	28,274	6,0
61	3721	226981	7,8102	3,9365	1,7853	19,16	29,225	1
62	3844	238328	7,8740	3,9579	1,7924	19,48	30,191	2
63	3969	250047	7,9373	3,9791	1,7993	19,79	31,172	3
64	4096	262144	8,0000	4,0000	1,8062	20,11	32,170	4
65	4225	274625	8,0623	4,0207	1,8129	20,42	33,183	5
66	4356	287496	8,1240	4,0412	1,8195	20,73	34,212	6
67	4489	300763	8,1854	4,0615	1,8261	21,05	35,257	7
68	4624	314432	8,2462	4,0817	1,8325	21,36	36,317	8
69	4761	328509	8,3066	4,1016	1,8388	21,68	37,393	9
70	4900	343000	8,3666	4,1213	1,8451	21,99	38,485	7,0
71	5041	357911	8,4261	4,1408	1,8513	22,31	39,592	1
72	5184	373248	8,4853	4,1602	1,8573	22,62	40,715	2
73	5329	389017	8,5440	4,1793	1,8633	22,93	41,854	3
74	5476	405224	8,6023	4,1983	1,8692	23,25	43,008	4
75	5625	421875	8,6603	4,2172	1,8751	23,56	44,179	5
76	5776	438976	8,7178	4,2358	1,8808	23,88	45,365	6
77	5929	456533	8,7750	4,2543	1,8865	24,19	46,566	7
78	6084	474552	8,8318	4,2727	1,8921	24,50	47,784	8
79	6241	493039	8,8882	4,2908	1,8976	24,82	49,017	9
80	6400	512000	8,9443	4,3089	1,9031	25,13	50,266	8,0
81	6561	531441	9,0000	4,3267	1,9085	25,45	51,530	1
82	6724	551368	9,0554	4,3445	1,9138	25,76	52,810	2
83	6889	571787	9,1104	4,3621	1,9191	26,08	54,106	3
84	7056	592704	9,1652	4,3795	1,9243	26,39	55,418	4
85	7225	614125	9,2195	4,3968	1,9294	26,70	56,745	5
86	7396	636056	9,2736	4,4140	1,9345	27,02	58,088	6
87	7569	658503	9,3274	4,4310	1,9395	27,33	59,447	7
88	7744	681472	9,3808	4,4480	1,9445	27,65	60,821	8
89	7921	704969	9,4340	4,4647	1,9494	27,96	62,211	9
90	8100	729000	9,4868	4,4814	1,9542	28,27	63,617	9,0

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\lg n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	91	8281	753571	9,5394	4,4979	1,9590	28,59	65,039	9,1
	92	8464	778688	9,5917	4,5144	1,9638	28,90	66,476	2
	93	8649	804357	9,6437	4,5307	1,9685	29,22	67,929	3
	94	8836	830584	9,6954	4,5468	1,9731	29,53	69,398	4
	95	9025	857375	9,7468	4,5629	1,9777	29,85	70,882	5
	96	9216	884736	9,7980	4,5789	1,9823	30,16	72,382	6
	97	9409	912673	9,8489	4,5947	1,9868	30,47	73,898	7
	98	9604	941192	9,8995	4,6104	1,9912	30,79	75,430	8
	99	9801	970299	9,9499	4,6261	1,9956	31,10	76,977	9
100	100	10000	1000000	10,0000	4,6416	2,0000	31,42	78,540	10,0
	101	10201	1030301	10,0499	4,6570	2,0043	31,73	80,119	1
	102	10404	1061208	10,0995	4,6723	2,0086	32,04	81,713	2
	103	10609	1092727	10,1489	4,6875	2,0128	32,36	83,323	3
	104	10816	1124864	10,1980	4,7027	2,0170	32,67	84,949	4
	105	11025	1157625	10,2470	4,7177	2,0212	32,99	86,590	5
	106	11236	1191016	10,2956	4,7326	2,0253	33,30	88,247	6
	107	11449	1225043	10,3441	4,7475	2,0294	33,62	89,920	7
	108	11664	1259712	10,3923	4,7622	2,0334	33,93	91,609	8
	109	11881	1295029	10,4403	4,7769	2,0374	34,24	93,313	9
110	110	12100	1331000	10,4881	4,7914	2,0414	34,56	95,033	11,0
	111	12321	1367631	10,5357	4,8059	2,0453	34,87	96,769	1
	112	12544	1404928	10,5830	4,8203	2,0492	35,19	98,520	2
	113	12769	1442897	10,6301	4,8346	2,0531	35,50	100,287	3
	114	12996	1481544	10,6771	4,8488	2,0569	35,81	102,070	4
	115	13225	1520875	10,7238	4,8629	2,0607	36,13	103,869	5
	116	13456	1560896	10,7703	4,8770	2,0645	36,44	105,683	6
	117	13689	1601613	10,8167	4,8910	2,0682	36,76	107,513	7
	118	13924	1643032	10,8628	4,9049	2,0719	37,07	109,359	8
	119	14161	1685159	10,9087	4,9187	2,0755	37,38	111,220	9
120	120	14400	1728000	10,9545	4,9324	2,0792	37,70	113,097	12,0
	121	14641	1771561	11,0000	4,9461	2,0828	38,01	114,990	1
	122	14884	1815848	11,0454	4,9597	2,0864	38,33	116,899	2
	123	15129	1860867	11,0905	4,9732	2,0899	38,64	118,823	3
	124	15376	1906624	11,1355	4,9866	2,0934	38,96	120,763	4
	125	15625	1953125	11,1803	5,0000	2,0969	39,27	122,718	5
	126	15876	2000376	11,2250	5,0133	2,1004	39,58	124,690	6
	127	16129	2048383	11,2694	5,0265	2,1038	39,90	126,677	7
	128	16384	2097152	11,3137	5,0397	2,1072	40,21	128,680	8
	129	16641	2146689	11,3578	5,0528	2,1106	40,53	130,698	9
130	130	16900	2197000	11,4018	5,0658	2,1139	40,84	132,732	13,0
	131	17161	2248091	11,4455	5,0788	2,1173	41,15	134,782	1
	132	17424	2299968	11,4891	5,0916	2,1206	41,47	136,848	2
	133	17689	2352637	11,5326	5,1045	2,1239	41,78	138,929	3
	134	17956	2406104	11,5758	5,1172	2,1271	42,10	141,026	4
	135	18225	2460375	11,6190	5,1299	2,1303	42,41	143,139	5
	136	18496	2515456	11,6619	5,1426	2,1335	42,73	145,267	6
	137	18769	2571353	11,7047	5,1551	2,1367	43,04	147,411	7
	138	19044	2628072	11,7473	5,1676	2,1399	43,35	149,571	8
	139	19321	2685619	11,7898	5,1801	2,1430	43,67	151,747	9
	140	19600	2744000	11,8322	5,1925	2,1461	43,98	153,938	14,0

141--190

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	141	19881	2803221	11,8743	5,2048	2,1492	44,30	156,145	14,1
	142	20164	2863288	11,9164	5,2171	2,1523	44,61	158,368	2
	143	20449	2924207	11,9583	5,2293	2,1553	44,92	160,606	3
	144	20736	2985984	12,0000	5,2415	2,1584	45,24	162,860	4
	145	21025	3048625	12,0416	5,2536	2,1614	45,55	165,130	5
	146	21316	3112136	12,0830	5,2656	2,1644	45,87	167,415	6
	147	21609	3176523	12,1244	5,2776	2,1673	46,18	169,717	7
	148	21904	3241792	12,1655	5,2896	2,1703	46,50	172,034	8
	149	22201	3307949	12,2066	5,3015	2,1732	46,81	174,366	9
150	150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,1761	47,12	176,715	15,0
	151	22801	3442951	12,2882	5,3251	2,1790	47,44	179,079	1
	152	23104	3511808	12,3288	5,3368	2,1818	47,75	181,458	2
	153	23409	3581577	12,3693	5,3485	2,1847	48,07	183,854	3
	154	23716	3652264	12,4097	5,3601	2,1875	48,38	186,265	4
	155	24025	3723875	12,4499	5,3717	2,1903	48,69	188,692	5
	156	24336	3796416	12,4900	5,3832	2,1931	49,01	191,13	6
	157	24649	3869893	12,5300	5,3947	2,1959	49,32	193,59	7
	158	24964	3944312	12,5698	5,4061	2,1987	49,64	196,07	8
	159	25281	4019679	12,6095	5,4175	2,2014	49,95	198,56	9
160	160	25600	4096000	12,6491	5,4288	2,2041	50,27	201,06	16,0
	161	25921	4173281	12,6886	5,4401	2,2068	50,58	203,58	1
	162	26244	4251528	12,7279	5,4514	2,2095	50,89	206,12	2
	163	26569	4330747	12,7671	5,4626	2,2122	51,21	208,67	3
	164	26896	4410944	12,8062	5,4737	2,2148	51,52	211,24	4
	165	27225	4492125	12,8452	5,4848	2,2175	51,84	213,82	5
	166	27556	4574296	12,8841	5,4959	2,2201	52,15	216,42	6
	167	27889	4657463	12,9228	5,5069	2,2227	52,46	219,04	7
	168	28224	4741632	12,9615	5,5178	2,2253	52,78	221,67	8
	169	28561	4826809	13,0000	5,5288	2,2279	53,09	224,32	9
170	170	28900	4913000	13,0384	5,5397	2,2304	53,41	226,98	17,0
	171	29241	5000211	13,0767	5,5505	2,2330	53,72	229,66	1
	172	29584	5088448	13,1149	5,5613	2,2355	54,04	232,35	2
	173	29929	5177717	13,1529	5,5721	2,2380	54,35	235,06	3
	174	30276	5268024	13,1909	5,5828	2,2405	54,66	237,79	4
	175	30625	5359375	13,2288	5,5934	2,2430	54,98	240,53	5
	176	30976	5451776	13,2665	5,6041	2,2455	55,29	243,28	6
	177	31329	5545233	13,3041	5,6147	2,2480	55,61	246,06	7
	178	31684	5639752	13,3417	5,6252	2,2504	55,92	248,85	8
	179	32041	5735339	13,3791	5,6357	2,2529	56,23	251,65	9
180	180	32400	5832000	13,4164	5,6462	2,2553	56,55	254,47	18,0
	181	32761	5929741	13,4536	5,6567	2,2577	56,86	257,30	1
	182	33124	6028568	13,4907	5,6671	2,2601	57,18	260,16	2
	183	33489	6128487	13,5277	5,6774	2,2625	57,49	263,02	3
	184	33856	6229504	13,5647	5,6877	2,2648	57,81	265,90	4
	185	34225	6331625	13,6015	5,6980	2,2672	58,12	268,80	5
	186	34596	6434856	13,6382	5,7083	2,2695	58,43	271,72	6
	187	34969	6539203	13,6748	5,7185	2,2718	58,75	274,65	7
	188	35344	6644672	13,7113	5,7287	2,2742	59,06	277,59	8
	189	35721	6751269	13,7477	5,7388	2,2765	59,38	280,55	9
	190	36100	6859000	13,7840	5,7489	2,2788	59,69	283,53	19,0

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
191	36481	6967871	13,8203	5,7590	2,2810	60,00	286,52	19,1
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	2,2833	60,32	289,53	2
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	2,2856	60,63	292,55	3
194	37636	7301384	13,9284	5,7890	2,2878	60,95	295,59	4
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	2,2900	61,26	298,65	5
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	2,2923	61,58	301,72	6
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	2,2945	61,89	304,81	7
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	2,2967	62,20	307,91	8
199	39601	7880599	14,1067	5,8383	2,2989	62,52	311,03	9
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,3010	62,83	314,16	20,0
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	2,3032	63,15	317,31	1
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	2,3054	63,46	320,47	2
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	2,3075	63,77	323,65	3
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	2,3096	64,09	326,85	4
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	2,3118	64,40	330,06	5
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	2,3139	64,72	333,29	6
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	2,3160	65,03	336,54	7
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	2,3181	65,35	339,79	8
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	2,3202	65,66	343,07	9
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	2,3222	65,97	346,36	21,0
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	2,3243	66,29	349,67	1
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	2,3263	66,60	352,99	2
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	2,3284	66,92	356,33	3
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	2,3304	67,23	359,68	4
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	2,3324	67,54	363,05	5
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	2,3344	67,86	366,44	6
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	2,3365	68,17	369,84	7
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	2,3385	68,49	373,25	8
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	2,3404	68,80	376,68	9
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	2,3424	69,12	380,13	22,0
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	2,3444	69,43	383,60	1
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	2,3464	69,74	387,08	2
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	2,3483	70,06	390,57	3
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	2,3502	70,37	394,08	4
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	2,3522	70,69	397,61	5
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	2,3541	71,00	401,15	6
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	2,3560	71,31	404,71	7
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	2,3579	71,63	408,28	8
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	2,3598	71,94	411,87	9
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	2,3617	72,26	415,48	23,0
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	2,3636	72,57	419,10	1
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	2,3655	72,88	422,73	2
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	2,3674	73,20	426,38	3
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	2,3692	73,51	430,05	4
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	2,3711	73,83	433,74	5
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	2,3729	74,14	437,44	6
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	2,3747	74,46	441,15	7
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	2,3766	74,77	444,88	8
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	2,3784	75,08	448,63	9
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	2,3802	75,40	452,39	24,0

241—290

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	log n	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	2,3820	75,71	456,17	24,1
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	2,3838	76,03	459,96	2
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	2,3856	76,34	463,77	3
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	2,3874	76,65	467,59	4
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	2,3892	76,97	471,44	5
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	2,3909	77,28	475,29	6
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	2,3927	77,60	479,16	7
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	2,3945	77,91	483,05	8
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	2,3962	78,23	486,95	9
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,3979	78,54	490,87	25,0
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	2,3997	78,85	494,81	1
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	2,4014	79,17	498,76	2
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	2,4031	79,48	502,73	3
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	2,4048	79,80	506,71	4
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	2,4065	80,11	510,71	5
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	2,4082	80,42	514,72	6
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	2,4099	80,74	518,75	7
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	2,4116	81,05	522,79	8
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	2,4133	81,37	526,85	9
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	2,4150	81,68	530,93	26,0
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	2,4166	82,00	535,02	1
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	2,4183	82,31	539,13	2
263	69169	18191447	16,2173	6,4070	2,4200	82,62	543,25	3
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	2,4216	82,94	547,39	4
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	2,4232	83,25	551,55	5
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	2,4249	83,57	555,72	6
267	71289	19034163	16,3401	6,4393	2,4265	83,88	559,90	7
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	2,4281	84,19	564,10	8
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	2,4298	84,51	568,32	9
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	2,4314	84,82	572,56	27,0
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	2,4330	85,14	576,80	1
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	2,4346	85,45	581,07	2
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	2,4362	85,77	585,35	3
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	2,4378	86,08	589,65	4
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	2,4393	86,39	593,96	5
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	2,4409	86,71	598,28	6
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	2,4425	87,02	602,63	7
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	2,4440	87,34	609,99	8
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	2,4456	87,65	611,36	9
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	2,4472	87,96	615,75	28,0
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	2,4487	88,28	620,16	1
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	2,4502	88,59	624,58	2
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	2,4518	88,91	629,02	3
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	2,4533	89,22	633,47	4
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	2,4548	89,54	637,94	5
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	2,4564	89,85	642,42	6
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	2,4579	90,16	646,92	7
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	2,4594	90,48	651,44	8
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	2,4609	90,79	655,97	9
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	2,4624	91,11	660,52	29,0

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	291	84681	24642171	17,0587	6.6267	2,4639	91,42	665,08	29,1
	292	85264	24897088	17,0880	6,6343	2,4654	91,73	669,66	2
	293	85849	25153757	17,1172	6,6419	2,4669	92,05	674,26	3
	294	86436	25412184	17,1464	6,6494	2,4683	92,36	678,87	4
	295	87025	25672375	17,1756	6,6569	2,4698	92,68	683,49	5
	296	87616	25934336	17,2047	6,6644	2,4713	92,99	688,13	6
	297	88209	26198073	17,2337	6,6719	2,4728	93,31	692,79	7
	298	88804	26463592	17,2627	6,6794	2,4742	93,62	697,47	8
	299	89401	26730899	17,2916	6,6869	2,4757	93,93	702,15	9
300	300	90000	27000000	17,3205	6,6943	2,4771	94,25	706,86	30,0
	301	90601	27270901	17,3494	6,7018	2,4786	94,56	711,58	1
	302	91204	27543608	17,3781	6,7092	2,4800	94,88	716,31	2
	303	91809	27818127	17,4069	6,7166	2,4814	95,19	721,07	3
	304	92416	28094464	17,4356	6,7240	2,4829	95,50	725,83	4
	305	93025	28372625	17,4642	6,7313	2,4843	95,82	730,62	5
	306	93636	28652616	17,4929	6,7387	2,4857	96,13	735,42	6
	307	94249	28934443	17,5214	6,7460	2,4871	96,45	740,23	7
	308	94864	29218112	17,5499	6,7533	2,4886	96,76	745,06	8
	309	95481	29503629	17,5784	6,7606	2,4900	97,08	749,91	9
310	310	96100	29791000	17,6068	6,7679	2,4914	97,39	754,77	31,0
	311	96721	30080231	17,6352	6,7752	2,4928	97,70	759,64	1
	312	97344	30371328	17,6635	6,7824	2,4942	98,02	764,54	2
	313	97969	30664297	17,6918	6,7897	2,4955	98,33	769,45	3
	314	98596	30959144	17,7200	6,7969	2,4969	98,65	774,37	4
	315	99225	31255875	17,7482	6,8041	2,4983	98,96	779,31	5
	316	99856	31554496	17,7764	6,8113	2,4997	99,27	784,27	6
	317	100489	31855013	17,8045	6,8185	2,5011	99,59	789,24	7
	318	101124	32157432	17,8326	6,8256	2,5024	99,90	794,23	8
	319	101761	32461759	17,8606	6,8328	2,5038	100,22	799,23	9
320	320	102400	32768000	17,8885	6,8399	2,5051	100,53	804,25	32,0
	321	103041	33076161	17,9165	6,8470	2,5065	100,8	809,28	1
	322	103684	33386248	17,9444	6,8541	2,5079	101,2	814,33	2
	323	104329	33698267	17,9722	6,8612	2,5092	101,5	819,40	3
	324	104976	34012224	18,0000	6,8683	2,5105	101,8	824,48	4
	325	105625	34328125	18,0278	6,8753	2,5119	102,1	829,58	5
	326	106276	34645976	18,0555	6,8824	2,5132	102,4	834,69	6
	327	106929	34965783	18,0831	6,8894	2,5145	102,7	839,82	7
	328	107584	35287552	18,1108	6,8964	2,5159	103,0	844,96	8
	329	108241	35611289	18,1384	6,9034	2,5172	103,4	850,12	9
330	330	108900	35937000	18,1659	6,9104	2,5185	103,7	855,30	33,0
	331	109561	36264691	18,1934	6,9174	2,5198	104,0	860,49	1
	332	110224	36594368	18,2209	6,9244	2,5211	104,3	865,70	2
	333	110889	36926037	18,2483	6,9313	2,5224	104,6	870,92	3
	334	111556	37259704	18,2757	6,9382	2,5237	104,9	876,16	4
	335	112225	37595375	18,3030	6,9451	2,5250	105,2	881,41	5
	336	112896	37933056	18,3303	6,9521	2,5263	105,6	886,68	6
	337	113569	38272753	18,3576	6,9589	2,5276	105,9	891,97	7
	338	114244	38614472	18,3848	6,9658	2,5289	106,2	897,27	8
	339	114921	38958219	18,4120	6,9727	2,5302	106,5	902,59	9
	340	115600	39304000	18,4391	6,9795	2,5315	106,8	907,92	34,0

341—390

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	2,5328	107,1	913,27	34,1
342	116964	40001688	18,4932	6,9932	2,5340	107,4	918,63	2
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	2,5353	107,8	924,01	3
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	2,5366	108,1	929,41	4
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	2,5378	108,4	934,82	5
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	2,5391	108,7	940,25	6
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	2,5403	109,0	945,69	7
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	2,5416	109,3	951,15	8
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	2,5428	109,6	956,62	9
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	2,5441	110,0	962,11	35,0
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	2,5453	110,3	967,62	1
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	2,5465	110,6	973,14	2
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	2,5478	110,9	978,68	3
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	2,5490	111,2	984,23	4
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	2,5502	111,5	989,80	5
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	2,5514	111,8	995,38	6
357	127449	45499293	18,8944	7,0940	2,5527	112,2	1000,98	7
358	128164	45882712	18,9209	7,1006	2,5539	112,5	1006,60	8
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	2,5551	112,8	1012,23	9
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	2,5563	113,1	1017,87	36,0
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	2,5575	113,4	1023,54	1
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	2,5587	113,7	1029,22	2
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	2,5599	114,0	1034,91	3
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	2,5611	114,4	1040,62	4
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	2,5623	114,7	1046,35	5
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	2,5635	115,0	1052,09	6
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	2,5647	115,3	1057,85	7
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	2,5658	115,6	1063,62	8
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	2,5670	115,9	1069,41	9
370	136900	50653000	19,2354	7,1791	2,5682	116,2	1075,21	37,0
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	2,5694	116,6	1081,03	1
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	2,5705	116,9	1086,87	2
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	2,5717	117,2	1092,72	3
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	2,5729	117,5	1098,58	4
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	2,5740	117,8	1104,47	5
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	2,5752	118,1	1110,4	6
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	2,5763	118,4	1116,3	7
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	2,5775	118,8	1122,2	8
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	2,5786	119,1	1128,1	9
380	144400	54872000	19,4936	7,2432	2,5798	119,4	1134,1	58,0
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	2,5809	119,7	1140,1	1
382	145924	55742968	19,5448	7,2558	2,5821	120,0	1146,1	2
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	2,5832	120,3	1152,1	3
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	2,5843	120,6	1158,1	4
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	2,5855	121,0	1164,2	5
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	2,5866	121,3	1170,2	6
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	2,5877	121,6	1176,3	7
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	2,5888	121,9	1182,4	8
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	2,5899	122,2	1188,5	9
390	152100	59319000	19,7484	7,3061	2,5911	122,5	1194,6	39,0

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	391	152881	59776471	19,7737	7,3124	2,5922	122,8	1200,7	39,1
	392	153664	60236288	19,7990	7,3186	2,5933	123,2	1206,9	2
	393	154449	60698457	19,8242	7,3248	2,5944	123,5	1213,0	3
	394	155236	61162984	19,8494	7,3310	2,5955	123,8	1219,2	4
	395	156025	61629875	19,8746	7,3372	2,5966	124,1	1225,4	5
	396	156816	62099136	19,8997	7,3434	2,5977	124,4	1231,6	6
	397	157609	62570773	19,9249	7,3496	2,5988	124,7	1237,9	7
	398	158404	63044792	19,9499	7,3558	2,5999	125,0	1244,1	8
	399	159201	63521199	19,9750	7,3619	2,6010	125,3	1250,4	9
400	400	160000	64000000	20,0000	7,3681	2,6021	125,7	1256,6	40,0
	401	160801	64481201	20,0250	7,3742	2,6031	126,0	1262,9	1
	402	161604	64964808	20,0499	7,3803	2,6042	126,3	1269,2	2
	403	162409	65450827	20,0749	7,3864	2,6053	126,6	1275,6	3
	404	163216	65939264	20,0998	7,3925	2,6064	126,9	1281,9	4
	405	164025	66430125	20,1246	7,3986	2,6075	127,2	1288,2	5
	406	164836	66923416	20,1494	7,4047	2,6085	127,5	1294,6	6
	407	165649	67419143	20,1742	7,4108	2,6096	127,9	1301,0	7
	408	166464	67917312	20,1990	7,4169	2,6107	128,2	1307,4	8
	409	167281	68417929	20,2237	7,4229	2,6117	128,5	1313,8	9
410	410	168100	68921000	20,2485	7,4290	2,6128	128,8	1320,3	41,0
	411	168921	69426531	20,2731	7,4350	2,6138	129,1	1326,7	1
	412	169744	69934528	20,2978	7,4410	2,6149	129,4	1333,2	2
	413	170569	70444997	20,3224	7,4470	2,6160	129,7	1339,6	3
	414	171396	70957944	20,3470	7,4530	2,6170	130,1	1346,1	4
	415	172225	71473375	20,3715	7,4590	2,6180	130,4	1352,7	5
	416	173056	71991296	20,3961	7,4650	2,6191	130,7	1359,2	6
	417	173889	72511713	20,4206	7,4710	2,6201	131,0	1365,7	7
	418	174724	73034632	20,4450	7,4770	2,6212	131,3	1372,3	8
	419	175561	73560059	20,4695	7,4829	2,6222	131,6	1378,9	9
420	420	176400	74088000	20,4939	7,4889	2,6232	131,9	1385,4	42,0
	421	177241	74618461	20,5183	7,4948	2,6243	132,3	1392,0	1
	422	178084	75151448	20,5426	7,5007	2,6253	132,6	1398,7	2
	423	178929	75686967	20,5670	7,5067	2,6263	132,9	1405,3	3
	424	179776	76225024	20,5913	7,5126	2,6274	133,2	1412,0	4
	425	180625	76765625	20,6155	7,5185	2,6284	133,5	1418,6	5
	426	181476	77308776	20,6398	7,5244	2,6294	133,8	1425,3	6
	427	182329	77854483	20,6640	7,5302	2,6304	134,1	1432,0	7
	428	183184	78402752	20,6882	7,5361	2,6314	134,5	1438,7	8
	429	184041	78953589	20,7123	7,5420	2,6325	134,8	1445,5	9
430	430	184900	79507000	20,7364	7,5478	2,6335	135,1	1452,2	43,0
	431	185761	80062991	20,7605	7,5537	2,6345	135,4	1459,0	1
	432	186624	80621568	20,7846	7,5595	2,6355	135,7	1465,7	2
	433	187489	81182737	20,8087	7,5654	2,6365	136,0	1472,5	3
	434	188356	81746504	20,8327	7,5712	2,6375	136,3	1479,3	4
	435	189225	82312875	20,8567	7,5770	2,6385	136,7	1486,2	5
	436	190096	82881856	20,8806	7,5828	2,6395	137,0	1493,0	6
	437	190969	83453453	20,9045	7,5886	2,6405	137,3	1499,9	7
	438	191844	84027672	20,9284	7,5944	2,6415	137,6	1506,7	8
	439	192721	84604519	20,9523	7,6001	2,6425	137,9	1513,6	9
	440	193600	85184000	20,9762	7,6059	2,6435	138,2	1520,5	44,0

441—490

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d($
	441	194481	85766121	21,0000	7,6117	2,6444	138,5	1527,5	44,1
	442	195364	86350888	21,0238	7,6174	2,6454	138,9	1534,4	2
	443	196249	86938307	21,0476	7,6232	2,6464	139,2	1541,3	3
	444	197136	87528384	21,0713	7,6289	2,6474	139,5	1548,3	4
	445	198025	88121125	21,0950	7,6346	2,6484	139,8	1555,3	5
	446	198916	88716536	21,1187	7,6403	2,6493	140,1	1562,3	6
	447	199809	89314623	21,1424	7,6460	2,6503	140,4	1569,3	7
	448	200704	89915392	21,1660	7,6517	2,6513	140,7	1576 3	8
	449	201601	90518849	21,1896	7,6574	2,6523	141,1	1583,4	9
450	450	202500	91125000	21,2132	7,6631	2,6532	141,4	1590,4	45,0
	451	203401	91733851	21,2368	7,6688	2,6542	141,7	1597,5	1
	452	204304	92345408	21,2603	7,6744	2,6551	142,0	1604,6	2
	453	205209	92959677	21,2838	7,6801	2,6561	142,3	1611,7	3
	454	206116	93576664	21,3073	7,6857	2,6571	142,6	1618,8	4
	455	207025	94196375	21,3307	7,6914	2,6580	142,9	1626,0	5
	456	207936	94818816	21,3542	7,6970	2,6590	143,3	1633,1	6
	457	208849	95443993	21,3776	7,7026	2,6599	143,6	1640,3	7
	458	209764	96071912	21,4009	7,7082	2,6609	143,9	1647,5	8
	459	210681	96702579	21,4243	7,7138	2,6618	144,2	1654,7	9
460	460	211600	97336000	21,4476	7,7194	2,6628	144,5	1661,9	46,0
	461	212521	97972181	21,4709	7,7250	2,6637	144,8	1669,1	1
	462	213444	98611128	21,4942	7,7306	2,6646	145,1	1676,4	2
	463	214369	99252847	21,5174	7,7362	2,6656	145,5	1683,7	3
	464	215296	99897344	21,5407	7,7418	2,6665	145,8	1690,9	4
	465	216225	100544625	21,5639	7,7473	2,6675	146,1	1698,2	5
	466	217156	101194696	21,5870	7,7529	2,6684	146,4	1705,5	6
	467	218089	101847563	21,6102	7,7584	2,6693	146,7	1712,9	7
	468	219024	102503232	21,6333	7,7639	2,6702	147,0	1720,2	8
	469	219961	103161709	21,6564	7,7695	2,6712	147,3	1727,6	9
470	470	220900	103823000	21,6795	7,7750	2,6721	147,7	1734,9	47,0
	471	221841	104487111	21,7025	7,7805	2,6730	148,0	1742,3	1
	472	222784	105154048	21,7256	7,7860	2,6739	148,3	1749,7	2
	473	223729	105823817	21,7486	7,7915	2,6749	148,6	1757,2	3
	474	224676	106496424	21,7715	7,7970	2,6758	148,9	1764,6	4
	475	225625	107171875	21,7945	7,8025	2,6767	149,2	1772,1	5
	476	226576	107850176	21,8174	7,8079	2,6776	149,5	1779,5	6
	477	227529	108531333	21,8403	7,8134	2,6785	149,9	1787,0	7
	478	228484	109215352	21,8632	7,8188	2,6794	150,2	1794,5	8
	479	229441	109902230	21,8861	7,8243	2,6803	150,5	1802,0	9
480	480	230400	110592000	21,9089	7,8297	2,6812	150,8	1809,6	48,0
	481	231361	111284641	21,9317	7,8352	2,6821	151,1	1817,1	1
	482	232324	111980168	21,9545	7,8406	2,6830	151,4	1824,7	2
	483	233289	112678587	21,9773	7,8460	2,6839	151,7	1832,2	3
	484	234256	113379904	22,0000	7,8514	2,6848	152,1	1839,8	4
	485	235225	114084125	22,0227	7,8568	2,6857	152,4	1847,5	5
	486	236196	114791256	22,0454	7,8622	2,6866	152,7	1855,1	6
	487	237169	115501303	22,0681	7,8676	2,6875	153,0	1862,7	7
	488	238144	116214272	22,0907	7,8730	2,6884	153,3	1870,4	8
	489	239121	116930169	22,1133	7,8784	2,6893	153,6	1878,1	9
	490	240100	117649000	22,1359	7,8837	2,6902	153,9	1885,7	49,0

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	2,6911	154,3	1893,4	491
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	2,6920	154,6	1901,2	2
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	2,6928	154,9	1908,9	3
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	2,6937	155,2	1916,7	4
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	2,6946	155,5	1924,4	5
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	2,6955	155,8	1932,2	6
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	2,6964	156,1	1940,0	7
498	248004	123505992	22,3159	7,9264	2,6972	156,5	1947,8	8
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	2,6981	156,8	1955,6	9
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	2,6990	157,1	1963,5	50,0
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	2,6998	157,4	1971,4	1
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	2,7007	157,7	1979,2	2
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	2,7016	158,0	1987,1	3
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	2,7024	158,3	1995,0	4
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	2,7033	158,7	2003,0	5
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	2,7042	159,0	2010,9	6
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	2,7050	159,3	2018,9	7
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	2,7059	159,6	2026,8	8
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	2,7067	159,9	2034,8	9
510	260100	132651000	22,5832	7,9896	2,7076	160,2	2042,8	51,0
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	2,7084	160,5	2050,8	1
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	2,7093	160,8	2058,9	2
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	2,7101	161,2	2066,9	3
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	2,7110	161,5	2075,0	4
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	2,7118	161,8	2083,1	5
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	2,7126	162,1	2091,2	6
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	2,7135	162,4	2099,3	7
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	2,7143	162,7	2107,4	8
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	2,7152	163,0	2115,6	9
520	270400	140608000	22,8035	8,0415	2,7160	163,4	2123,7	52,0
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	2,7168	163,7	2131,9	1
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	2,7177	164,0	2140,1	2
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	2,7185	164,3	2148,3	3
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	2,7193	164,6	2156,5	4
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	2,7202	164,9	2164,8	5
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	2,7210	165,2	2173,0	6
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	2,7218	165,6	2181,3	7
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	2,7226	165,9	2189,6	8
529	279841	148035889	23,0000	8,0876	2,7235	166,2	2197,9	9
530	280900	148877000	23,0217	8,0927	2,7243	166,5	2206,2	53,0
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	2,7251	166,8	2214,5	1
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	2,7259	167,1	2222,9	2
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	2,7267	167,4	2231,2	3
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	2,7275	167,8	2239,6	4
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	2,7284	168,1	2248,0	5
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	2,7292	168,4	2256,4	6
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	2,7300	168,7	2264,8	7
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	2,7308	169,0	2273,3	8
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	2,7316	169,3	2281,8	9
540	291600	157464000	23,2379	8,1433	2,7324	169,6	2290,2	54,0

541—590

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	2,7332	170,0	2298,7	54,1
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	2,7340	170,3	2307,2	2
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	2,7348	170,6	2315,7	3
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	2,7356	170,9	2324,3	4
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	2,7364	171,2	2332,8	5
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	2,7372	171,5	2341,4	6
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	2,7380	171,8	2350,0	7
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	2,7388	172,2	2358,6	8
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	2,7396	172,5	2367,2	9
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	2,7404	172,8	2375,8	55,0
551	303601	167284151	23,4734	8,1982	2,7412	173,1	2384,5	1
552	304704	168196608	23,4947	8,2031	2,7419	173,4	2393,1	2
553	305809	169112377	23,5160	8,2081	2,7427	173,7	2401,8	3
554	306916	170031464	23,5372	8,2130	2,7435	174,0	2410,5	4
555	308025	170953875	23,5584	8,2180	2,7443	174,4	2419,2	5
556	309136	171879616	23,5797	8,2229	2,7451	174,7	2427,9	6
557	310249	172808693	23,6008	8,2278	2,7459	175,0	2436,7	7
558	311364	173741112	23,6220	8,2327	2,7466	175,3	2445,4	8
559	312481	174676879	23,6432	8,2377	2,7474	175,6	2454,2	9
560	313600	175616000	23,6643	8,2426	2,7482	175,9	2463,0	56,0
561	314721	176558481	23,6854	8,2475	2,7490	176,2	2471,8	1
562	315844	177504328	23,7065	8,2524	2,7497	176,6	2480,6	2
563	316969	178453547	23,7276	8,2573	2,7505	176,9	2489,5	3
564	318096	179406144	23,7487	8,2621	2,7513	177,2	2498,3	4
565	319225	180362125	23,7697	8,2670	2,7521	177,5	2507,2	5
566	320356	181321496	23,7908	8,2719	2,7528	177,8	2516,1	6
567	321489	182284263	23,8118	8,2768	2,7536	178,1	2525,0	7
568	322624	183250432	23,8328	8,2816	2,7543	178,4	2533,9	8
569	323761	184220009	23,8537	8,2865	2,7551	178,8	2542,8	9
570	324900	185193000	23,8747	8,2913	2,7559	179,1	2551,8	57,0
571	326041	186169411	23,8956	8,2962	2,7566	179,4	2560,7	1
572	327184	187149248	23,9165	8,3010	2,7574	179,7	2569,7	2
573	328329	188132517	23,9374	8,3059	2,7582	180,0	2578,7	3
574	329476	189119224	23,9583	8,3107	2,7589	180,3	2587,7	4
575	330625	190109375	23,9792	8,3155	2,7597	180,6	2596,7	5
576	331776	191102976	24,0000	8,3203	2,7604	181,0	2605,8	6
577	332929	192100033	24,0208	8,3251	2,7612	181,3	2614,8	7
578	334084	193100552	24,0416	8,3300	2,7619	181,6	2623,9	8
579	335241	194104539	24,0624	8,3348	2,7627	181,9	2633,0	9
580	336400	195112000	24,0832	8,3396	2,7634	182,2	2642,1	58,0
581	337561	196122941	24,1039	8,3443	2,7642	182,5	2651,2	1
582	338724	197137368	24,1247	8,3491	2,7649	182,8	2660,3	2
583	339889	198155287	24,1454	8,3539	2,7657	183,2	2669,5	3
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	2,7664	183,5	2678,7	4
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	2,7672	183,8	2687,8	5
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	2,7679	184,1	2697,0	6
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	2,7686	184,4	2706,2	7
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	2,7694	184,7	2715,5	8
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	2,7701	185,0	2724,7	9
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	2,7709	185,4	2734,0	59,0

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	591	349281	206425071	24,3105	8,3919	2,7716	185,7	2743,3	59,1
	592	350464	207474688	24,3311	8,3967	2,7723	186,0	2752,5	2
	593	351649	208527857	24,3516	8,4014	2,7731	186,3	2761,8	3
	594	352836	209584584	24,3721	8,4061	2,7738	186,6	2771,2	4
	595	354025	210644875	24,3926	8,4108	2,7745	186,9	2780,5	5
	596	355216	211708736	24,4131	8,4155	2,7752	187,2	2789,9	6
	597	356409	212776173	24,4336	8,4202	2,7760	187,6	2799,2	7
	598	357604	213847192	24,4540	8,4249	2,7767	187,9	2808,6	8
	599	358801	214921799	24,4745	8,4296	2,7774	188,2	2818,0	9
600	600	360000	216000000	24,4949	8,4343	2,7782	188,5	2827,4	60,0
	601	361201	217081801	24,5153	8,4390	2,7789	188,8	2836,9	1
	602	362404	218167208	24,5357	8,4437	2,7796	189,1	2846,3	2
	603	363609	219256227	24,5561	8,4484	2,7803	189,4	2855,8	3
	604	364816	220348864	24,5764	8,4530	2,7810	189,8	2865,3	4
	605	366025	221445125	24,5967	8,4577	2,7818	190,1	2874,8	5
	606	367236	222545016	24,6171	8,4623	2,7825	190,4	2884,3	6
	607	368449	223648543	24,6374	8,4670	2,7832	190,7	2893,8	7
	608	369664	224755712	24,6577	8,4716	2,7839	191,0	2903,3	8
	609	370881	225866529	24,6779	8,4763	2,7846	191,3	2912,9	9
610	610	372100	226981000	24,6982	8,4809	2,7853	191,6	2922,5	61,0
	611	373321	228099131	24,7184	8,4856	2,7860	192,0	2932,1	1
	612	374544	229220928	24,7386	8,4902	2,7868	192,3	2941,7	2
	613	375769	230346397	24,7588	8,4948	2,7875	192,6	2951,3	3
	614	376996	231475544	24,7790	8,4994	2,7882	192,9	2960,9	4
	615	378225	232608375	24,7992	8,5040	2,7889	193,2	2970,6	5
	616	379456	233744896	24,8193	8,5086	2,7896	193,5	2980,2	6
	617	380689	234885113	24,8395	8,5132	2,7903	193,8	2989,9	7
	618	381924	236029032	24,8596	8,5178	2,7910	194,2	2999,6	8
	619	383161	237176659	24,8797	8,5224	2,7917	194,5	3009,3	9
620	620	384400	238328000	24,8998	8,5270	2,7924	194,8	3019,1	62,0
	621	385641	239483061	24,9199	8,5316	2,7931	195,1	3028,8	1
	622	386884	240641848	24,9399	8,5362	2,7938	195,4	3038,6	2
	623	388129	241804367	24,9600	8,5408	2,7945	195,7	3048,4	3
	624	389376	242970624	24,9800	8,5453	2,7952	196,0	3058,2	4
	625	390625	244140625	25,0000	8,5499	2,7959	196,4	3068,0	5
	626	391876	245314376	25,0200	8,5544	2,7966	196,7	3077,8	6
	627	393129	246491883	25,0400	8,5590	2,7973	197,0	3087,6	7
	628	394384	247673152	25,0599	8,5635	2,7980	197,3	3097,5	8
	629	395641	248858189	25,0799	8,5681	2,7987	197,6	3107,4	9
630	630	396900	250047000	25,0998	8,5726	2,7993	197,9	3117,2	63,0
	631	398161	251239591	25,1197	8,5772	2,8000	198,2	3127,1	1
	632	399424	252435968	25,1396	8,5817	2,8007	198,5	3137,1	2
	633	400689	253636137	25,1595	8,5862	2,8014	198,9	3147,0	3
	634	401956	254840104	25,1794	8,5907	2,8021	199,2	3157,0	4
	635	403225	256047875	25,1992	8,5952	2,8028	199,5	3166,9	5
	636	404496	257259456	25,2190	8,5997	2,8035	199,8	3176,9	6
	637	405769	258474853	25,2389	8,6043	2,8041	200,1	3186,9	7
	638	407044	259694072	25,2587	8,6088	2,8048	200,4	3196,9	8
	639	408321	260917119	25,2784	8,6132	2,8055	200,7	3206,9	9
	640	409600	262144000	25,2982	8,6177	2,8062	201,1	3217,0	64,0

641—690

n	n^2	$-n^2$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πx	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	2,8069	201,4	3227,1	64,1
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	2,8075	201,7	3237,1	2
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	2,8082	202,0	3247,2	3
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	2,8089	202,3	3257,3	4
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	2,8096	202,6	3267,5	5
646	417316	269586136	25,4165	8,6446	2,8102	202,9	3277,6	6
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	2,8109	203,3	3287,7	7
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	2,8116	203,6	3297,9	8
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	2,8122	203,9	3308,1	9
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2,8129	204,2	3318,3	65,0
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	2,8136	204,5	3328,5	1
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	2,8142	204,8	3338,8	2
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	2,8149	205,1	3349,0	3
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	2,8156	205,5	3359,3	4
655	429025	281011375	25,5930	8,6845	2,8162	205,8	3369,6	5
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	2,8169	206,1	3379,9	6
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	2,8176	206,4	3390,2	7
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	2,8182	206,7	3400,5	8
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	2,8189	207,0	3410,8	9
660	435600	287496000	25,6905	8,7066	2,8195	207,3	3421,2	66,0
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	2,8202	207,7	3431,6	1
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	2,8209	208,0	3442,0	2
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	2,8215	208,3	3452,4	3
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	2,8222	208,6	3462,8	4
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	2,8228	208,9	3473,2	5
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	2,8235	209,2	3483,7	6
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	2,8241	209,5	3494,2	7
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	2,8248	209,9	3504,6	8
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	2,8254	210,2	3515,1	9
670	448900	300763000	25,8844	8,7503	2,8261	210,5	3525,7	67,0
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	2,8267	210,8	3536,2	1
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	2,8274	211,1	3546,7	2
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	2,8280	211,4	3557,3	3
674	454276	306182024	25,9615	8,7677	2,8287	211,7	3567,9	4
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	2,8293	212,1	3578,5	5
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	2,8299	212,4	3589,1	6
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	2,8306	212,7	3599,7	7
678	459684	311665752	26,0384	8,7850	2,8312	213,0	3610,3	8
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	2,8319	213,3	3621,0	9
680	462400	314432000	26,0768	8,7937	2,8325	213,6	3631,7	68,0
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	2,8331	213,9	3642,4	1
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	2,8338	214,3	3653,1	2
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	2,8344	214,6	3663,8	3
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	2,8351	214,9	3674,5	4
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	2,8357	215,2	3685,3	5
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	2,8363	215,5	3696,1	6
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	2,8370	215,8	3706,8	7
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	2,8376	216,1	3717,6	8
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	2,8382	216,5	3728,5	9
690	476100	328509000	26,2679	8,8366	2,8388	216,8	3739,3	69,0

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	691	477481	329939371	26,2869	8,8408	2,8395	217,1	3750,1	69,1
	692	478864	331373888	26,3059	8,8451	2,8401	217,4	3761,0	2
	693	480249	332812557	26,3249	8,8493	2,8407	217,7	3771,9	3
	694	481636	334255384	26,3439	8,8536	2,8414	218,0	3782,8	4
	695	483025	335702375	26,3629	8,8578	2,8420	218,3	3793,7	5
	696	484416	337153536	26,3818	8,8621	2,8426	218,7	3804,6	6
	697	485809	338608873	26,4008	8,8663	2,8432	219,0	3815,5	7
	698	487204	340068392	26,4197	8,8706	2,8439	219,3	3826,5	8
	699	488601	341532099	26,4386	8,8748	2,8445	219,6	3837,5	9
700	700	490000	343000000	26,4575	8,8790	2,8451	219,9	3848,5	70,0
	701	491401	344472101	26,4764	8,8833	2,8457	220,2	3859,5	1
	702	492804	345948408	26,4953	8,8875	2,8463	220,5	3870,5	2
	703	494209	347428927	26,5141	8,8917	2,8470	220,9	3881,5	3
	704	495616	348913664	26,5330	8,8959	2,8476	221,2	3892,6	4
	705	497025	350402625	26,5518	8,9001	2,8482	221,5	3903,6	5
	706	498436	351895816	26,5707	8,9043	2,8488	221,8	3914,7	6
	707	499849	353393243	26,5895	8,9085	2,8494	222,1	3925,8	7
	708	501264	354894912	26,6083	8,9127	2,8500	222,4	3936,9	8
	709	502681	356400829	26,6271	8,9169	2,8506	222,7	3948,0	9
710	710	504100	357911000	26,6458	8,9211	2,8513	223,1	3959,2	71,0
	711	505521	359425431	26,6646	8,9253	2,8519	223,4	3970,4	1
	712	506944	360944128	26,6833	8,9295	2,8525	223,7	3981,5	2
	713	508369	362467097	26,7021	8,9337	2,8531	224,0	3992,7	3
	714	509796	363994344	26,7208	8,9378	2,8537	224,3	4003,9	4
	715	511225	365525875	26,7395	8,9420	2,8543	224,6	4015,2	5
	716	512656	367061696	26,7582	8,9462	2,8549	224,9	4026,4	6
	717	514089	368601813	26,7769	8,9503	2,8555	225,3	4037,6	7
	718	515524	370146232	26,7955	8,9545	2,8561	225,6	4048,9	8
	719	516961	371694959	26,8142	8,9587	2,8567	225,9	4060,2	9
720	720	518400	373248000	26,8328	8,9628	2,8573	226,2	4071,5	72,0
	721	519841	374805361	26,8514	8,9670	2,8579	226,5	4082,8	1
	722	521284	376367048	26,8701	8,9711	2,8585	226,8	4094,2	2
	723	522729	377933067	26,8887	8,9752	2,8591	227,1	4105,5	3
	724	524176	379503424	26,9072	8,9794	2,8597	227,5	4116,9	4
	725	525625	381078125	26,9258	8,9835	2,8603	227,8	4128,2	5
	726	527076	382657176	26,9444	8,9876	2,8609	228,1	4139,6	6
	727	528529	384240583	26,9629	8,9918	2,8615	228,4	4151,1	7
	728	529984	385828352	26,9815	8,9959	2,8621	228,7	4162,5	8
	729	531441	387420489	27,0000	9,0000	2,8627	229,0	4173,9	9
730	730	532900	389017000	27,0185	9,0041	2,8633	229,3	4185,4	73,0
	731	534361	390617891	27,0370	9,0082	2,8639	229,7	4196,9	1
	732	535824	392223168	27,0555	9,0123	2,8645	230,0	4208,4	2
	733	537289	393832837	27,0740	9,0164	2,8651	230,3	4219,9	3
	734	538756	395446904	27,0924	9,0205	2,8657	230,6	4231,4	4
	735	540225	397065375	27,1109	9,0246	2,8663	230,9	4242,9	5
	736	541696	398688256	27,1293	9,0287	2,8669	231,2	4254,5	6
	737	543169	400315553	27,1477	9,0328	2,8675	231,5	4266,0	7
	738	544644	401947272	27,1662	9,0369	2,8681	231,9	4277,6	8
	739	546121	403583419	27,1846	9,0410	2,8686	232,2	4289,2	9
	740	547600	405224000	27,2029	9,0450	2,8692	232,5	4300,8	74,0

741—790

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
741	549081	406869021	27,2213	9,0491	2,8698	232,8	4312.5	74,1
742	550564	408518488	27,2397	9,0532	2,8704	233,1	4324,1	2
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	2,8710	233,4	4335,8	3
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	2,8716	233,7	4347,5	4
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	2,8722	234,0	4359,2	5
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	2,8727	234,4	4370,9	6
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	2,8733	234,7	4382,6	7
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	2,8739	235,0	4394,3	8
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	2,8745	235,3	4406,1	9
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	2,8751	235,6	4417,9	75,0
751	564001	423564751	27,4044	9,0896	2,8756	235,9	4429,7	1
752	565504	425259008	27,4226	9,0937	2,8762	236,2	4441,5	2
753	567009	426957777	27,4408	9,0977	2,8768	236,6	4453,3	3
754	568516	428661064	27,4591	9,1017	2,8774	236,9	4465,1	4
755	570025	430368875	27,4773	9,1057	2,8779	237,2	4477,0	5
756	571536	432081216	27,4955	9,1098	2,8785	237,5	4488.8	6
757	573049	433798093	27,5136	9,1138	2,8791	237,8	4500,7	7
758	574564	435519512	27,5318	9,1178	2,8797	238,1	4512,6	8
759	576081	437245479	27,5500	9,1218	2,8802	238,4	4524,5	9
760	577600	438976000	27,5681	9,1258	2,8808	238,8	4536,5	76,0
761	579121	440711081	27,5862	9,1298	2,8814	239,1	4548,4	1
762	508644	442450728	27,6043	9,1338	2,8820	239,4	4560,4	2
763	582169	444194947	27,6225	9,1378	2,8825	239,7	4572,3	3
764	583696	445943744	27,6405	9,1418	2,8831	240,0	4584.3	4
765	585225	447697125	27,6586	9,1458	2,8837	240,3	4596,3	5
766	586756	449455096	27,6767	9,1498	2,8842	240,6	4608,4	6
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	2,8848	241,0	4620,4	7
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	2,8854	241,3	4632,5	8
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	2,8859	241,6	4644,5	9
770	592900	456533000	27,7489	9,1657	2,8865	241,9	4656,6	77,0
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	2,8871	242,2	4668,7	1
772	595984	460099648	27,7849	9,1736	2,8876	242,5	4680,8	2
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	2,8882	242,8	4693,0	3
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	2,8887	243,2	4705,1	4
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	2,8893	243,5	4717,3	5
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	2,8899	243,8	4729.5	6
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	2,8904	244,1	4741,7	7
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	2,8910	244,4	4753,9	8
779	606841	472729139	27,9106	9,2012	2,8915	244,7	4766,1	9
780	608400	474552000	27,9285	9,2052	2,8921	245,0	4778,4	78,0
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	2,8927	245,4	4790,6	1
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	2,8932	245,7	4802,9	2
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	2,8938	246,0	4815,2	3
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	2,8943	246,3	4827,5	4
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	2,8949	246,6	4839,8	5
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	2,8954	246,9	4852,2	6
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	2,8960	247,2	4864.5	7
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	2,8965	247,6	4876.9	8
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	2,8971	247,9	4889,3	9
790	624100	493039000	28,1069	9,2443	2,8976	248,2	4901.7	79,0

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	2,8982	248,5	4914,1	79,1
792	627264	496793088	28,1425	9,2521	2,8987	248,8	4926,5	2
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	2,8993	249,1	4939,0	3
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	2,8998	249,4	4951,4	4
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	2,9004	249,8	4963,9	5
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	2,9009	250,1	4976,4	6
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	2,9015	250,4	4988,9	7
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	2,9020	250,7	5001,4	8
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	2,9025	251,0	5014,0	9
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	2,9031	251,3	5026,5	80,0
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	2,9036	251,6	5039,1	1
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	2,9042	252,0	5051,7	2
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	2,9047	252,3	5064,3	3
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	2,9053	252,6	5076,9	4
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	2,9058	252,9	5089,6	5
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	2,9063	253,2	5102,2	6
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	2,9069	253,5	5114,9	7
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	2,9074	253,8	5127,6	8
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	2,9079	254,2	5140,3	9
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	2,9085	254,5	5153,0	81,0
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	2,9090	254,8	5165,7	1
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	2,9096	255,1	5178,5	2
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	2,9101	255,4	5191,2	3
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	2,9106	255,7	5204,0	4
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	2,9112	256,0	5216,8	5
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	2,9117	256,4	5229,6	6
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	2,9122	256,7	5242,4	7
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	2,9128	257,0	5255,3	8
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	2,9133	257,3	5268,1	9
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	2,9138	257,6	5281,0	82,0
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	2,9143	257,9	5293,9	1
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	2,9149	258,2	5306,8	2
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	2,9154	258,6	5319,7	3
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	2,9159	258,9	5332,7	4
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	2,9165	259,2	5345,6	5
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	2,9170	259,5	5358,6	6
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	2,9175	259,8	5371,6	7
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	2,9180	260,1	5384,6	8
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	2,9186	260,4	5397,6	9
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	2,9191	260,8	5410,6	83,0
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	2,9196	261,1	5423,7	1
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	2,9201	261,4	5436,7	2
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	2,9206	261,7	5449,8	3
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	2,9212	262,0	5462,9	4
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	2,9217	262,3	5476,0	5
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	2,9222	262,6	5489,1	6
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	2,9227	263,0	5502,3	7
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	2,9232	263,3	5515,4	8
339	703921	590589719	28,9655	9,4316	2,9238	263,6	5528,6	9
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	2,9243	263,9	5541,8	84,0

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[8]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	2,9248	264,2	5555,0	84,1
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	2,9253	264,5	5568,2	2
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	2,9258	264,8	5581,4	3
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	2,9263	265,2	5594,7	4
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	2,9269	265,5	5607,9	5
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	2,9274	265,8	5621,2	6
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	2,9279	266,1	5634,5	7
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	2,9284	266,4	5647,8	8
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	2,9289	266,7	5661,2	9
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2,9294	267,0	5674,5	85,0
851	724201	616295051	29,1719	9,4764	2,9299	267,4	5687,9	1
852	725904	618470208	29,1890	9,4801	2,9304	267,7	5701,2	2
853	727609	620650477	29,2062	9,4838	2,9309	268,0	5714,6	3
854	729316	622835864	29,2233	9,4875	2,9315	268,3	5728,0	4
855	731025	625026375	29,2404	9,4912	2,9320	268,6	5741,5	5
856	732736	627222016	29,2575	9,4949	2,9325	268,9	5754,9	6
857	734449	629422793	29,2746	9,4986	2,9330	269,2	5768,3	7
858	736164	631628712	29,2916	9,5023	2,9335	269,5	5781,8	8
859	737881	633839779	29,3087	9,5060	2,9340	269,9	5795,3	9
860	739600	636056000	29,3258	9,5097	2,9345	270,2	5808,8	86,0
861	741321	638277381	29,3428	9,5134	2,9350	270,5	5822,3	1
862	743044	640503928	29,3598	9,5171	2,9355	270,8	5835,9	2
863	744769	642735647	29,3769	9,5207	2,9360	271,1	5849,4	3
864	746496	644972544	29,3939	9,5244	2,9365	271,4	5863,0	4
865	748225	647214625	29,4109	9,5281	2,9370	271,7	5876,5	5
866	749956	649461896	29,4279	9,5317	2,9375	272,1	5890,1	6
867	751689	651714363	29,4449	9,5354	2,9380	272,4	5903,8	7
868	753424	653972032	29,4618	9,5391	2,9385	272,7	5917,4	8
869	755161	656234909	29,4788	9,5427	2,9390	273,0	5931,0	9
870	756900	658503000	29,4958	9,5464	2,9395	273,3	5944,7	87,0
871	758641	660776311	29,5127	9,5501	2,9400	273,6	5958,4	1
872	760384	663054848	29,5296	9,5537	2,9405	273,9	5972,0	2
873	762129	665338617	29,5466	9,5574	2,9410	274,3	5985,7	3
874	763876	667627624	29,5635	9,5610	2,9415	274,6	5999,5	4
875	765625	669921875	29,5804	9,5647	2,9420	274,9	6013,2	5
876	767376	672221376	29,5973	9,5683	2,9425	275,2	6027,0	6
877	769129	674526133	29,6142	9,5719	2,9430	275,5	6040,7	7
878	770884	676836152	29,6311	9,5756	2,9435	275,8	6054,5	8
879	772641	679151439	29,6479	9,5792	2,9440	276,1	6068,3	9
880	774400	681472000	29,6648	9,5828	2,9445	276,5	6082,1	88,0
881	776161	683797841	29,6816	9,5865	2,9450	276,8	6096,0	1
882	777924	686128968	29,6985	9,5901	2,9455	277,1	6109,8	2
883	779689	688465387	29,7153	9,5937	2,9460	277,4	6123,7	3
884	781456	690807104	29,7321	9,5973	2,9465	277,7	6137,5	4
885	783225	693154125	29,7489	9,6010	2,9469	278,0	6151,4	5
886	784996	695506456	29,7658	9,6046	2,9474	278,3	6165,3	6
887	786769	697864103	29,7825	9,6082	2,9479	278,7	6179,3	7
888	788544	700227072	29,7993	9,6118	2,9484	279,0	6193,2	8
889	790321	702595369	29,8161	9,6154	2,9489	279,3	6207,2	9
890	792100	704969000	29,8329	9,6190	2,9494	279,6	6221,1	89,0

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	891	793881	707347971	29,8496	9,6226	2,9499	279,9	6235,1	89,1
	892	795664	709732288	29,8664	9,6262	2,9504	280,2	6249,1	2
	893	797449	712121957	29,8831	9,6298	2,9509	280,5	6263,1	3
	894	799236	714516984	29,8998	9,6334	2,9513	280,9	6277,2	4
	895	801025	716917375	29,9166	9,6370	2,9518	281,2	6291,2	5
	896	802816	719323136	29,9333	9,6406	2,9523	281,5	6305,3	6
	897	804609	721734273	29,9500	9,6442	2,9528	281,8	6319,4	7
	898	806404	724150792	29,9666	9,6477	2,9533	282,1	6333,5	8
	899	808201	726572699	29,9833	9,6513	2,9538	282,4	6347,6	9
900	900	810000	729000000	30,0000	9,6549	2,9542	282,7	6361,7	90,0
	901	811801	731432701	30,0167	9,6585	2,9547	283,1	6375,9	1
	902	813604	733870808	30,0333	9,6620	2,9552	283,4	6390,0	2
	903	815409	736314327	30,0500	9,6656	2,9557	283,7	6404,2	3
	904	817216	738763264	30,0666	9,6692	2,9562	284,0	6418,4	4
	905	819025	741217625	30,0832	9,6727	2,9566	284,3	6432,6	5
	906	820836	743677416	30,0998	9,6763	2,9571	284,6	6446,8	6
	907	822649	746142643	30,1164	9,6799	2,9576	284,9	6461,1	7
	908	824464	748613312	30,1330	9,6834	2,9581	285,3	6475,3	8
	909	826281	751089429	30,1496	9,6870	2,9586	285,6	6489,6	9
910	910	828100	753571000	30,1662	9,6905	2,9590	285,9	6503,9	91,0
	911	829921	756058031	30,1828	9,6941	2,9595	286,2	6518,2	1
	912	831744	758550528	30,1993	9,6976	2,9600	286,5	6532,5	2
	913	833569	761048497	30,2159	9,7012	2,9605	286,8	6546,8	3
	914	835396	763551944	30,2324	9,7047	2,9609	287,1	6561,2	4
	915	837225	766060875	30,2490	9,7082	2,9614	287,5	6575,5	5
	916	839056	768575296	30,2655	9,7118	2,9619	287,8	6589,9	6
	917	840889	771095213	30,2820	9,7153	2,9624	288,1	6604,3	7
	918	842724	773620632	30,2985	9,7188	2,9628	288,4	6618,7	8
	919	844561	776151559	30,3150	9,7224	2,9633	288,7	6633,2	9
920	920	846400	778688000	30,3315	9,7259	2,9638	289,0	6647,6	92,0
	921	848241	781229961	30,3480	9,7294	2,9643	289,3	6662,1	1
	922	850084	783777448	30,3645	9,7329	2,9647	289,7	6676,5	2
	923	851929	786330467	30,3809	9,7364	2,9652	290,0	6691,0	3
	924	853776	788889024	30,3974	9,7400	2,9657	290,3	6705,5	4
	925	855625	791453125	30,4138	9,7435	2,9661	290,6	6720,1	5
	926	857476	794022776	30,4302	9,7470	2,9666	290,9	6734,6	6
	927	859329	796597983	30,4467	9,7505	2,9671	291,2	6749,2	7
	928	861184	799178752	30,4631	9,7540	2,9675	291,5	6763,7	8
	929	863041	801765089	30,4795	9,7575	2,9680	291,9	6778,3	9
930	930	864900	804357000	30,4959	9,7610	2,9685	292,2	6792,9	93,0
	931	866761	806954491	30,5123	9,7645	2,9689	292,5	6807,5	1
	932	868624	809557568	30,5287	9,7680	2,9694	292,8	6822,2	2
	933	870489	812166237	30,5450	9,7715	2,9699	293,1	6836,8	3
	934	872356	814780504	30,5614	9,7750	2,9703	293,4	6851,5	4
	935	874225	817400375	30,5778	9,7785	2,9708	293,7	6866,1	5
	936	876096	820025856	30,5941	9,7819	2,9713	294,1	6880,8	6
	937	877969	822656953	30,6105	9,7854	2,9717	294,4	6895,6	7
	938	879844	825293672	30,6268	9,7889	2,9722	294,7	6910,3	8
	939	881721	827936019	30,6431	9,7924	2,9727	295,0	6925,0	9
	940	883600	830584000	30,6594	9,7959	2,9731	295,3	6939,8	94,0

941—990

	n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
	941	885481	833237621	30,6757	9,7993	2,9736	295,6	6954,6	94,1
	942	887364	835896888	30,6920	9,8028	2,9741	295,9	6969,3	2
	943	889249	838561807	30,7083	9,8063	2,9745	296,3	6984,1	3
	944	891136	841232384	30,7246	9,8097	2,9750	296,6	6999,0	4
	945	893025	843908625	30,7409	9,8132	2,9754	296,9	7013,8	5
	946	894916	846590536	30,7571	9,8167	2,9759	297,2	7028,7	6
	947	896809	849278123	30,7734	9,8201	2,9763	297,5	7043,5	7
	948	898704	851971392	30,7896	9,8236	2,9768	297,8	7058,4	8
	949	900601	854670349	30,8058	9,8270	2,9773	298,1	7073,3	9
950	950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2,9777	298,5	7088,2	95,0
	951	904401	860085351	30,8383	9,8339	2,9782	298,8	7103,1	1
	952	906304	862801408	30,8545	9,8374	2,9786	299,1	7118,1	2
	953	908209	865523177	30,8707	9,8408	2,9791	299,4	7133,1	3
	954	910116	868250664	30,8869	9,8443	2,9795	299,7	7148,0	4
	955	912025	870983875	30,9031	9,8477	2,9800	300,0	7163,0	5
	956	913936	873722816	30,9192	9,8511	2,9805	300,3	7178,0	6
	957	915849	876467493	30,9354	9,8546	2,9809	300,7	7193,1	7
	958	917764	879217912	30,9516	9,8580	2,9814	301,0	7208,1	8
	959	919681	881974079	30,9677	9,8614	2,9818	301,3	7223,2	9
960	960	921600	884736000	30,9839	9,8648	2,9823	301,6	7238,2	96,0
	961	923521	887503681	31,0000	9,8683	2,9827	301,9	7253,3	1
	962	925444	890277128	31,0161	9,8717	2,9832	302,2	7268,4	2
	963	927369	893056347	31,0322	9,8751	2,9836	302,5	7283,5	3
	964	929296	895841344	31,0483	9,8785	2,9841	302,8	7298,7	4
	965	931225	898632125	31,0644	9,8819	2,9845	303,2	7313,8	5
	966	933156	901428696	31,0805	9,8854	2,9850	303,5	7329,0	6
	967	935089	904231063	31,0966	9,8888	2,9854	303,8	7344,2	7
	968	937024	907039232	31,1127	9,8922	2,9859	304,1	7359,4	8
	969	938961	909853209	31,1288	9,8956	2,9863	304,4	7374,6	9
970	970	940900	912673000	31,1448	9,8990	2,9868	304,7	7389,8	97,0
	971	942841	915498611	31,1609	9,9024	2,9872	305,0	7405,1	1
	972	944784	918330048	31,1769	9,9058	2,9877	305,4	7420,3	2
	973	946729	921167317	31,1929	9,9092	2,9881	305,7	7435,6	3
	974	948676	924010424	31,2090	9,9126	2,9886	306,0	7450,9	4
	975	950625	926859375	31,2250	9,9160	2,9890	306,3	7466,2	5
	976	952576	929714176	31,2410	9,9194	2,9894	306,6	7481,5	6
	977	954529	932574833	31,2570	9,9227	2,9899	306,9	7496,9	7
	978	956484	935441352	31,2730	9,9261	2,9903	307,2	7512,2	8
	979	958441	938313739	31,2890	9,9295	2,9908	307,6	7527,6	9
980	980	960400	941192000	31,3050	9,9329	2,9912	307,9	7543,0	98,0
	981	962361	944076141	31,3209	9,9363	2,9917	308,2	7558,4	1
	982	964324	946966168	31,3369	9,9396	2,9921	308,5	7573,8	2
	983	966289	949862087	31,3528	9,9430	2,9926	308,8	7589,2	3
	984	968256	952763904	31,3688	9,9464	2,9930	309,1	7604,7	4
	985	970225	955671625	31,3847	9,9497	2,9934	309,4	7620,1	5
	986	972196	958585256	31,4006	9,9531	2,9939	309,8	7635,6	6
	987	974169	961504803	31,4166	9,9565	2,9943	310,1	7651,1	7
	988	976144	964430272	31,4325	9,9598	2,9948	310,4	7666,6	8
	989	978121	967361669	31,4484	9,9632	2,9952	310,7	7682,1	9
	990	980100	970299000	31,4643	9,9666	2,9956	311,0	7697,7	99,0

n	n^3	n^2	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
991	982081	973242271	31,4802	9,9699	2,9961	311,3	7713,2	99,1
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	2,9965	311,6	7728,8	2
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	2,9969	312,0	7744,4	3
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	2,9974	312,3	7760,0	4
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	2,9978	312,6	7775,6	5
996	992016	988047936	31,5595	9,9866	2,9983	312,9	7791,3	6
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	2,9987	313,2	7806,9	7
998	996004	994011992	31,5911	9,9933	2,9991	313,5	7822,6	8
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	2,9996	313,8	7838,3	9
1000	1000000	1000000000	31,6228	10,0000	3,0000	314,2	7854,0	100,0

2. Tähtsamate jäävsuuruste tabel.

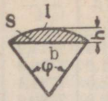
Suurus.	n	$\log n$	Suurus.	n	$\log n$	Suurus.	n	$\log n$
π	3,1415927	0,49715	g	9,81	0,99167	$\sqrt[3]{3:\pi}$	0,984745	0,99332-1
2π	6,2831853	0,79818	g^2	96,2361	1,98334	$1\ 2g$	0,050968	0,70730-2
3π	9,4247780	0,97427	$\sqrt{g}$	3,1320919	0,49583	$2\sqrt{g}$	6,264184	0,79686
$\pi:2$	1,5707963	0,19612	$\pi:\sqrt{2}$	2,221442	0,34663	$\sqrt{2g}$	4,429447	0,64635
$\pi:3$	1,0471976	0,02003	$2\sqrt{\pi}$	3,544908	0,54960	$\pi\sqrt{g}$	9,839757	0,99298
$\pi:4$	0,7853982	0,89509-1	$\sqrt{2\pi}$	2,506628	0,39909	$\pi\sqrt{2g}$	13,91536	1,14350
π^2	9,8696044	0,99430	$\sqrt{\pi:2}$	1,253314	0,09806	$\pi:\sqrt{g}$	1,003033	0,00132
π^3	31,006277	1,49145	$\sqrt{2:\pi}$	0,797885	0,90194-1	$\pi:\sqrt{2g}$	0,709252	0,85080-1
$\sqrt{\pi}$	1,7724539	0,24857	$\sqrt{3:\pi}$	0,977205	0,98998-1	e	2,718282	0,43429
$\sqrt[3]{\pi}$	1,4645919	0,16572	$\sqrt[3]{2\pi}$	1,845261	0,26606	e^2	7,389056	0,86859
$4\pi^2$	39,478418	1,59636	$\sqrt[3]{\pi:2}$	1,162447	0,06537	$1:e$	0,367879	0,56571-1
$\pi^2:4$	2,4674011	0,39224	$\sqrt[3]{\pi:4}$	0,922635	0,96503-1	$1:e^2$	0,135335	0,13141-1
$\pi\sqrt{2}$	4,4428829	0,64767	$\sqrt[3]{2:\pi}$	0,860254	0,93463-1	$\sqrt{e}$	1,648721	0,21715
						$\sqrt[3]{e}$	1,395612	0,14476

3. Mõnede murdude ruut- ja kuupjuured.

n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
0,01	0,100	0,215	0,25	0,500	0,630	1/4	0,500	0,630	3/9	0,612	0,721
0,02	0,141	0,271	0,3	0,548	0,669	3/4	0,866	0,909	5/9	0,791	0,855
0,03	0,173	0,311	0,4	0,632	0,737	1/6	0,408	0,550	7/9	0,935	0,956
0,04	0,200	0,342	0,5	0,707	0,794	5/6	0,913	0,941	1/9	0,333	0,481
0,05	0,224	0,368	0,6	0,775	0,843	1/7	0,378	0,523	2/9	0,471	0,606
0,06	0,245	0,391	0,7	0,837	0,888	2/7	0,535	0,659	4/9	0,667	0,763
0,07	0,265	0,412	0,75	0,867	0,909	3/7	0,655	0,754	5/9	0,745	0,822
0,08	0,283	0,431	0,8	0,894	0,928	4/7	0,756	0,830	7/9	0,882	0,916
0,09	0,300	0,448	0,9	0,949	0,965	5/7	0,845	0,894	1/10	0,289	0,437
0,1	0,316	0,464	1/2	0,577	0,693	6/7	0,926	0,950	5/10	0,645	0,747
0,2	0,447	0,585	2/2	0,816	0,874	1/8	0,354	0,500	7/10	0,764	0,836

Tabelit 2. täiendada järgmistega: $1:\pi = 0,318310$; $\log(1:\pi) = 0,50285 - 1$; $1:\pi^2 = 0,101321$; $\log(1:\pi^2) = 0,00570 - 1$; $1:\pi^3 = 0,032252$; $\log(1:\pi^3) = 0,50856 - 2$. Sellese tabelisse on paigutatud sageli esinevate suuruste arvtähendused ja nende logaritmid, kus π tähendab Ludolphi arvu g maakera gravitatiivset kiirendust (g Tallinnas = = 9,819 m/sek^2, Tartus, 9,818 m/sek^2. g väärtusi vt. allp.) ja e naturaal-logaritmide alust.

4. Segmendi kaare, kõõlu, kõrguse ja pindala tabel, kui r = 1.



Tähised: l segmendi (või sektori) kaare pikkus; b kõõlu pikkus; h segmendi kõrgus; S segmendi pindala; $\varphi°$ kesknurk.

$\varphi°$	l	b	h	h/b	S	$\varphi°$	l	b	h	h/b	S
1	0,018	0,018	0,0000	0,002	0,0000	51	0,890	0,861	0,097	0,113	0,0565
2	0,035	0,035	0,0002	0,004	0,0000	52	0,908	0,877	0,101	0,115	0,0598
3	0,052	0,052	0,0003	0,006	0,0000	53	0,925	0,892	0,105	0,118	0,0632
4	0,079	0,070	0,0006	0,009	0,0000	54	0,943	0,908	0,109	0,120	0,0657
5	0,087	0,087	0,0010	0,011	0,0001	55	0,960	0,924	0,113	0,122	0,0704
6	0,105	0,105	0,0014	0,013	0,0001	56	0,977	0,939	0,117	0,124	0,0742
7	0,122	0,122	0,0019	0,015	0,0002	57	0,995	0,954	0,121	0,126	0,0781
8	0,140	0,140	0,0024	0,017	0,0002	58	1,012	0,970	0,125	0,129	0,0821
9	0,157	0,157	0,0031	0,019	0,0003	59	1,030	0,985	0,130	0,132	0,0863
10	0,175	0,174	0,0038	0,021	0,0004	60	1,047	1,000	0,134	0,134	0,0906
11	0,192	0,192	0,0046	0,024	0,0006	61	1,065	1,015	0,138	0,136	0,0950
12	0,209	0,209	0,0055	0,026	0,0008	62	1,082	1,030	0,143	0,138	0,0996
13	0,227	0,226	0,0064	0,028	0,0010	63	1,100	1,045	0,147	0,140	0,1043
14	0,244	0,244	0,0075	0,030	0,0012	64	1,117	1,060	0,152	0,143	0,1091
15	0,262	0,261	0,0086	0,033	0,0015	65	1,135	1,075	0,157	0,146	0,1141
16	0,279	0,278	0,0097	0,035	0,0018	66	1,152	1,089	0,161	0,148	0,1192
17	0,297	0,296	0,0110	0,037	0,0022	67	1,169	1,104	0,166	0,150	0,1244
18	0,314	0,313	0,0123	0,039	0,0026	68	1,187	1,118	0,171	0,153	0,1298
19	0,332	0,330	0,0137	0,041	0,0030	69	1,204	1,133	0,176	0,156	0,1353
20	0,349	0,347	0,0152	0,044	0,0035	70	1,222	1,147	0,181	0,158	0,1410
21	0,367	0,365	0,0168	0,046	0,0041	71	1,239	1,161	0,186	0,160	0,1468
22	0,384	0,382	0,0184	0,048	0,0047	72	1,257	1,176	0,191	0,162	0,1528
23	0,401	0,399	0,0201	0,050	0,0053	73	1,274	1,190	0,196	0,165	0,1589
24	0,419	0,416	0,0219	0,052	0,0061	74	1,292	1,203	0,201	0,168	0,1651
25	0,436	0,433	0,0237	0,054	0,0069	75	1,309	1,218	0,207	0,170	0,1715
26	0,454	0,450	0,0256	0,056	0,0077	76	1,327	1,231	0,212	0,172	0,1781
27	0,471	0,467	0,0276	0,058	0,0086	77	1,344	1,245	0,217	0,174	0,1848
28	0,489	0,484	0,0297	0,061	0,0096	78	1,361	1,259	0,223	0,177	0,1916
29	0,506	0,501	0,0319	0,063	0,0107	79	1,379	1,272	0,228	0,180	0,1986
30	0,524	0,518	0,0341	0,066	0,0118	80	1,396	1,286	0,234	0,182	0,2057
31	0,541	0,535	0,0364	0,068	0,0130	81	1,414	1,299	0,240	0,184	0,2130
32	0,559	0,551	0,0387	0,070	0,0143	82	1,431	1,312	0,245	0,187	0,2204
33	0,576	0,568	0,0412	0,072	0,0157	83	1,449	1,325	0,251	0,190	0,2280
34	0,593	0,585	0,0437	0,075	0,0171	84	1,466	1,338	0,257	0,192	0,2358
35	0,611	0,601	0,0463	0,077	0,0186	85	1,484	1,351	0,263	0,194	0,2457
36	0,628	0,618	0,0489	0,079	0,0203	86	1,501	1,364	0,269	0,197	0,2517
37	0,646	0,635	0,0517	0,081	0,0220	87	1,518	1,377	0,275	0,200	0,2599
38	0,663	0,651	0,0549	0,083	0,0238	88	1,536	1,389	0,281	0,202	0,2682
39	0,681	0,668	0,0574	0,084	0,0257	89	1,553	1,402	0,287	0,205	0,2768
40	0,698	0,684	0,0603	0,088	0,0277	90	1,571	1,414	0,293	0,207	0,2854
41	0,716	0,700	0,0633	0,088	0,0298	91	1,588	1,427	0,299	0,210	0,2942
42	0,733	0,717	0,0664	0,092	0,0320	92	6,606	1,439	0,305	0,212	0,3032
43	0,751	0,733	0,0696	0,095	0,0343	93	1,623	1,451	0,312	0,215	0,3123
44	0,768	0,749	0,0728	0,097	0,0366	94	1,641	1,462	0,318	0,218	0,3215
45	0,785	0,765	0,0761	0,099	0,0392	95	1,658	1,475	0,324	0,220	0,3309
46	0,803	0,782	0,080	0,101	0,0418	96	1,676	1,486	0,331	0,222	0,3405
47	0,820	0,798	0,083	0,103	0,0445	97	1,693	1,498	0,337	0,225	0,3502
48	0,838	0,814	0,087	0,106	0,0473	98	1,710	1,509	0,344	0,228	0,3601
49	0,855	0,829	0,090	0,109	0,0503	99	1,728	1,521	0,351	0,231	0,3701
50	0,873	0,845	0,094	0,111	0,0533	100	1,745	1,532	0,357	0,233	0,3803

Tabeli kasustamine. 1. Leida segmendi või sektori kaar l, kui $r = 12$ cm, kesknurk $\varphi = 115^0$. Lk. 23 esimesest lahtrist (φ^0) otsime arvu 115 ja tema vastu teisest lahtrist (l) leiame kaare pikkuse 2,007, mida tuleb korrutada 12-ga, saame $l = 12 \cdot 2{,}007 = 24{,}084 \approx 24{,}1$ (cm). 2. Leida kõõl b, kui $r = 15$ mm ja $\varphi = 34^0$. Esimesest lahtrist (φ^0) lk. 22 otsime arvu 34 ja selle vastu kolmandast lahtrist (b) leiame 0,585, mida tuleb korrutada 15, saame $b = 15 \cdot 0{,}585 = 8{,}78$ (mm). 3. Leida segmendi kõrgus h, kui $r = 20$ dm ja $\varphi = 47^0$. Esimesest lahtr. (φ) lk. 22, otsime arvu 47 ja tema vastu — neljandast lahtrist leiame 0,083, mida tuleb korrutada 20, saame $h = 20 \cdot 0{,}083 = 1{,}66$ (dm). 4. Leida segmendi S, kui $r = 25$ cm ja $\varphi = 85^0$. Seitsmendast lahtrist lk. 22 otsime arvu 85 ja selle vastu viimsest lahtrist leiame 0,2457, mida tuleb korrutada 25^2, saame: $25^2 \cdot 0{,}2457 \approx 153{,}56$ (cm^2).

φ°	l	b	h	h/b	S	φ°	l	b	h	h/b	S
101	1,763	1,543	0,364	0,236	0,3906	141	2,461	1,885	0,666	0,353	0,9158
102	1,780	1,554	0,371	0,238	0,4010	142	2,478	1,891	0,674	0,356	0,9314
103	1,798	1,565	0,378	0,240	0,4117	143	2,496	1,897	0,683	0,360	0,9470
104	1,815	1,576	0,384	0,244	0,4224	144	2,513	1,902	0,691	0,363	0,9627
105	1,833	1,587	0,391	0,246	0,4333	145	2,531	1,907	0,700	0,367	0,9786
106	1,850	1,597	0,398	0,249	0,4444	146	2,548	1,913	0,708	0,370	0,9945
107	1,868	1,608	0,405	0,252	0,4556	147	2,566	1,918	0,716	0,373	1,0105
108	1,885	1,618	0,412	0,255	0,4670	148	2,583	1,923	0,724	0,377	1,0266
109	1,902	1,628	0,419	0,257	0,4784	149	2,601	1,927	0,733	0,380	1 0428
110	1,920	1,638	0,426	0,260	0,4901	150	2,618	1,932	0,741	0,383	1,0590
111	1,937	1,648	0,434	0,263	0,5019	151	2,635	1,936	0,750	0,387	1,0753
112	1,955	1,658	0,441	0,266	0,5138	152	2,653	1,941	0,758	0,390	1,0917
113	1,972	1,668	0,448	0,268	0,5259	153	2,670	1,945	0,767	0,394	1,1082
114	1,990	1,677	0,455	0,271	0,5381	154	2,688	1,949	0,775	0,398	1,1247
115	2,007	1,687	0,463	0,274	0,5504	155	2,705	1,953	0,784	0,401	1,1413
116	2,025	1,696	0,470	0,277	0,5629	156	2,723	1,956	0,792	0,405	1,1580
117	2,042	1,705	0,478	0,280	0,5755	157	2,740	1,960	0,801	0,408	1,1747
118	2,059	1,714	0,485	0,283	0,5883	158	2,758	1,963	0,809	0,412	1,1915
119	2,077	1,723	0,493	0,286	0,6012	159	2,775	1,967	0,818	0,416	1,2084
120	2,094	1,732	0,500	0,289	0,6142	160	2,793	1,970	0,826	0,419	1,2252
121	2,112	1,741	0,508	0,291	0,6273	161	2,810	1,973	0,835	0,423	1,7422
122	2,129	1,749	0,515	0,294	0,6406	162	2,827	1,975	0,844	0,427	1,2592
123	2,147	1,758	0,523	0,297	0,6540	163	2,845	1,978	0,852	0,431	1,2763
124	2,164	1,766	0,531	0,300	0,6676	164	2,862	1,981	0,861	0,434	1,2934
125	2,182	1,774	0,538	0,303	0,6813	165	2,880	1,983	0,870	0,438	1,3105
126	2,199	1,782	0,546	0,306	0,6951	166	2,897	1,985	0,878	0,442	1,3277
127	2,217	1,790	0,554	0,309	0,7090	167	2,915	1,987	0,887	0,446	1,3449
128	2,234	1,798	0,562	0,312	0,7230	168	2,932	1,989	0,896	0,450	1,3621
129	2,252	1,805	0,570	0,315	0,7372	169	2,950	1,991	0,904	0,454	1,3794
130	2,269	1,813	0,577	0,318	0,7514	170	2,967	1,992	0,913	0,458	1,3967
131	2,286	1,820	0,585	0,321	0,7658	171	2,985	1,994	0,922	0,462	1,4140
132	2,304	1,827	0,593	0,325	0,7803	172	3,002	1,995	0,930	0,466	1,4314
133	2,221	1,834	0,601	0,328	0,7950	173	3,019	1,996	0,939	0,470	1,4488
134	2,339	1,841	0,609	0,331	0,8097	174	3,037	1,997	0,948	0,474	1,4662
135	2,356	1,848	0,617	0,334	0,8245	175	3,054	1,998	0,956	0,478	1,4836
136	2,374	1,854	0,625	0,337	0,8395	176	3,072	1,999	0,965	0,483	1,5010
137	2,391	1,861	0,634	0,340	0,8546	177	3,089	1,999	0,974	0,487	1,5185
138	2,409	1,867	0,642	0,344	0,8697	178	3,107	1,999	0,982	0,491	1,5359
139	2,426	1,873	0,650	0,347	0,8850	179	3,124	1,999	0,991	0,496	1,5533
140	2,444	1,879	0,658	0,350	0,9003	180	3,142	2,000	1,000	0,500	1,5708

Ringi sektori ja segmendi valemeid.

1) Ringi sektori ja segmendi kaar $l = \pi r\varphi : 180 = 0{,}017453\, r\varphi \approx \sqrt{b^2 + {}^{16}/_{3} h^2}$; $r = {}^{1}/_{8}\,(b^2 + 4h^2) : h$;

2) Sektori $S = {}^{1}/_{2}\, lr = \pi r^2 \varphi : 360 = 0{,}0087\, r^2 \varphi$;

3) Segmendi $S = {}^{1}/_{2}\, lr - {}^{1}/_{2}\, b\,(r - h) = {}^{1}/_{2}\, r^2\,(\pi\varphi.: 180 - \sin\varphi)$;

4) Kõõlu pikkus $b = 2\sqrt{h(2r - h)} = 2r \sin {}^{1}/_{2}\,\varphi$;

5) Segmendi kõrgus $h = r - \sqrt{r^2 - {}^{1}/_{4} b^2} = r\,(1 - \cos {}^{1}/_{2}\,\varphi) =$
$= {}^{1}/_{2}\, b \tan {}^{1}/_{4}\,\varphi = 2\, r \sin^2 {}^{1}/_{4}\,\varphi$;

6) Kui $l = r$, siis $\varphi \approx 57^0 17' 44{,}8''$ (radiaan).

5. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi: sin 0°—45° ja cos 45°—90°.

Tabeli kasustamine.

1. Leida sin 25°40′. Otsime tabeli esimesest lahtrist (kraad) arvu 25 ja läheme horisontaalrida mööda **paremale** poole kuni kuuenda lahtrini (40), millest leiame 0,43313, mis ongi otsitava nurga sin, järelikult **sin 25°40′ = 0,43313.**

2. Samast tabelist leiame ka cos üle 45°, *kus minutid lugeda alt!* Leida cos 67°20′. Otsime tabeli viimsest lahtrist (kraad) arvu 67 ja läheme horisont.-rida mööda **vasakule** 3-da lahtrini (20′) *alt vaadata!* ja leiame 0,38537, järelikult **cos 67°20′ = 0,38537.**

Tähele panna! cos 45°, 46°, 47° jne. nurga funkts. leidmiseks tuleb võtta sin 44°60′, 45°60′, 46°60′ jne.

3. Kui tabelis pole, nurga funkts. väärtust, näit. cos 23°28′, siis leitakse see **interpoleerimisega** järgmiselt.

Võtame
sin 23°30′ = 0,39875
ja sin 23°20′ = 0,39608
vahe 10′ = 0,00267
1′ vahe = 0,000267
8′ — = 0,000267 . 8 ≈
≈ 0,00214.

Kraad	Siinus 0′	10′	20′	30′	40′	50′	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01454	89
1	0,01745	0,02036	0,02327	0,02618	0,02908	0,03199	88
2	0,03490	0,03781	0,04071	0,04362	0,04653	0,04943	87
3	0,05234	0,05524	0,05814	0,06105	0,06395	0,06685	86
4	0,06976	0,07266	0,07556	0,07846	0,08136	0,08426	85
5	0,08716	0,09005	0,09295	0,09585	0,09874	0,10164	84
6	0,10453	0,10742	0,11031	0,11320	0,11609	0,11898	83
7	0,12187	0,12476	0,12764	0,13053	0,13341	0,13629	82
8	0,13917	0,14205	0,14493	0,14781	0,15069	0,15356	81
9	0,15643	0,15931	0,16218	0,16505	0,16792	0,17078	80
10	0,17365	0,17651	0,17937	0,18224	0,18509	0,18795	79
11	0,19081	0,19366	0,19652	0,19937	0,20222	0,20507	78
12	0,20791	0,21076	0,21360	0,21644	0,21928	0,22212	77
13	0,22495	0,22778	0,23062	0,23345	0,23627	0,23910	76
14	0,24192	0,24474	0,24756	0,25038	0,25320	0,25601	75
15	0,25882	0,26163	0,26443	0,26724	0,27004	0,27284	74
16	0,27564	0,27843	0,28123	0,28402	0,28680	0,28959	73
17	0,29237	0,29515	0,29793	0,30071	0,30348	0,30625	72
18	0,30902	0,31178	0,31454	0,31730	0,32006	0,32282	71
19	0,32557	0,32832	0,33106	0,33381	0,33655	0,33929	70
20	0,34202	0,34475	0,34748	0,35021	0,35293	0,35565	69
21	0,35837	0,36108	0,36379	0,36650	0,36921	0,37191	68
22	0,37461	0,37730	0,37999	0,38268	0,38537	0,38805	67
23	0,39073	0,39341	0,39608	0,39875	0,40141	0,40408	66
24	0,40674	0,40939	0,41204	0,41469	0,41734	0,41998	65
25	0,42262	0,42525	0,42788	0,43051	0,43313	0,43575	64
26	0,43837	0,44098	0,44359	0,44620	0,44880	0,45140	63
27	0,45399	0,45658	0,45917	0,46175	0,46433	0,46690	62
28	0,46947	0,47204	0,47460	0,47716	0,47971	0,48226	61
29	0,48481	0,48735	0,48989	0,49242	0,49495	0,49748	60
30	0,50000	0,50252	0,50503	0,50754	0,51004	0,51254	59
31	0,51504	0,51753	0,52002	0,52250	0,52498	0,52745	58
32	0,52992	0,53238	0,53484	0,53730	0,53975	0,54220	57
33	0,54464	0,54708	0,54951	0,55194	0,55436	0,55678	56
34	0,55919	0,56160	0,56401	0,56641	0,56880	0,57119	55
35	0,57358	0,57596	0,57833	0,58070	0,58307	0,58543	54
36	0,58779	0,59014	0,59248	0,59482	0,59716	0,59949	53
37	0,60182	0,60414	0,60645	0,60876	0,61107	0,61337	52
38	0,61566	0,61795	0,62024	0,62251	0,62479	0,62706	51
39	0,62932	0,63158	0,63383	0,63608	0,63832	0,64056	50
40	0,64279	0,64501	0,64723	0,64945	0,65166	0,65386	49
41	0,65606	0,65825	0,66044	0,66262	0,66480	0,66697	48
42	0,66913	0,67129	0,67344	0,67559	0,67773	0,67987	47
43	0,68200	0,68412	0,68624	0,68835	0,69046	0,69256	46
44	0,69466	0,69675	0,69883	0,70091	0,70298	0,70505	45
45	0,70711						44
	60′	50′	40′	30′	20′	10′	Kraad

Koosinus

Järelikult sin 23°28′ = 0,39608 + 0,00214 = **0,39822.**

6. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi: cos 0^0—45^0 ja sin 45^0—90^0.

Kraad	Koosinus						
	0′	10′	20′	30′	40′	50′	
0	1,00000	1,00000	0,99998	0,99996	0,99993	0,99989	89
1	0,99985	0,99979	0,99973	0,99966	0,99958	0,99949	88
2	0,99939	0,99929	0,99917	0,99905	0,99892	0,99878	87
3	0,99863	0,99847	0,99831	0,99813	0,99795	0,99776	86
4	0,99756	0,99736	0,99714	0,99692	0,99668	0,99644	85
5	0,99619	0,99594	0,99567	0,99540	0,99511	0,99482	84
6	0,99452	0,99421	0,99390	0,99357	0,99324	0,99290	83
7	0,99255	0,99219	0,99182	0,99144	0,99106	0,99067	82
8	0,99027	0,98986	0,98944	0,98902	0,98858	0,98814	81
9	0,98769	0,98723	0,98676	0,98629	0,98580	0,98531	80
10	0,98481	0,98430	0,98378	0,98325	0,98272	0,98218	79
11	0,98163	0,98107	0,98050	0,97992	0,97934	0,97875	78
12	0,97815	0,97754	0,97692	0,97630	0,97566	0,97502	77
13	0,97437	0,97371	0,97304	0,97237	0,97169	0,97100	76
14	0,97030	0,96959	0,96887	0,96815	0,96742	0,96667	75
15	0,96593	0,96517	0,96440	0,96363	0,96285	0,96206	74
16	0,96126	0,96046	0,95964	0,95882	0,95799	0,95715	73
17	0,95630	0,95545	0,95459	0,95372	0,95284	0,95195	72
18	0,95106	0,95015	0,94924	0,94832	0,94740	0,94646	71
19	0,94552	0,94457	0,94361	0,94264	0,94167	0,94068	70
20	0,93969	0,93869	0,93769	0,93667	0,93565	0,93462	69
21	0,93358	0,93253	0,93148	0,93042	0,92935	0,92827	68
22	0,92718	0,92609	0,92499	0,92388	0,92276	0,92164	67
23	0,92050	0,91936	0,91822	0,91706	0,91590	0,91472	66
24	0,91355	0,91236	0,91116	0,90996	0,90875	0,90753	65
25	0,90631	0,90507	0,90383	0,90259	0,90133	0,90007	64
26	0,89879	0,89752	0,89623	0,89493	0,89363	0,89232	63
27	0,89101	0,88968	0,88835	0,88701	0,88566	0,88431	62
28	0,88295	0,88158	0,88020	0,87882	0,87743	0,87603	61
29	0,87462	0,87321	0,87178	0,87036	0,86892	0,86748	60
30	0,86603	0,86457	0,86310	0,86163	0,86015	0,85866	59
31	0,85717	0,85567	0,85416	0,85264	0,85112	0,84959	58
32	0,84805	0,84650	0,84495	0,84339	0,84182	0,84025	57
33	0,83867	0,83708	0,83549	0,83389	0,83228	0,83066	56
34	0,82904	0,82741	0,82577	0,82413	0,82248	0,82082	55
35	0,81915	0,81748	0,81580	0,81412	0,81242	0,81072	54
36	0,80902	0,80730	0,80558	0,80386	0,80212	0,80038	53
37	0,79864	0,79688	0,79512	0,79335	0,79158	0,78980	52
38	0,78801	0,78622	0,78442	0,78261	0,78079	0,77897	51
39	0,77715	0,77531	0,77347	0,77162	0,76977	0,76791	50
40	0,76604	0,76417	0,76229	0,76041	0,75851	0,75661	49
41	0,75471	0,75280	0,75088	0,74896	0,74703	0,74509	48
42	0,74314	0,74120	0,73924	0,73728	0,73531	0,73333	47
43	0,73135	0,72937	0,72737	0,72537	0,72337	0,72136	46
44	0,71934	0,71732	0,71529	0,71325	0,71121	0,70916	45
45	0,70711						44
	60′	50′	40′	30′	20′	10′	Kraad
	Siinus						

Tabeli kasustamine.

1. Leida cos $36^020'$. Tabeli esimesest lahtrist (kraad) otsime arvu 36 ja temast paremal horisontaalreas neljandast lahtrist (20′) leiame 0,80558; tähendab, cos $36^020' = 0{,}80558$.

2. Samast tabelist leiame ka sin üle 45^0 *minutid lugeda alt*, kus sin 45^0, 46^0, 47^0 jne. leidmiseks tuleb võtta sin $44^060'$, $45^060'$, $47^060'$ jne.

3. Kui tabelis pole nurga cot väärtust, siis selle leidmiseks tarvitame interpoleerimist. Näit. Leida cos $23^014'$. Võtame

cos $23^010' = 0{,}91936$
cos $23^020' = 0{,}91822$
vahe $10' = 0{,}00114$

1′ vahe = 0,000114
4′, — = 4 . 0,000114 =
= 0,000456 ≈ 0,00046.

Järelikult cos $23^014' =$
$= 0{,}91936 - 0{,}00046 =$
$= \mathbf{0{,}91890}$.

Märkmeid:

1) Kui $\vartheta = 90^0 \pm \alpha$, siis sin $\vartheta = \cos\alpha$ ja cos $\vartheta =$
$= \mp \sin\alpha$;

2) Kui $\vartheta = 180^0 \pm \alpha$, siis sin $\vartheta = \mp \sin\alpha$;
cos $\vartheta = -\cos\alpha$; kui $\vartheta =$
$= 270 \pm \alpha$, siis sin $\vartheta =$
$= -\cos\alpha$; cos $\vartheta =$
$= \pm \sin\alpha$.

7. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi: tan 0^0—45^0 ja cot 45^0—90^0.

Tabeli kasustamine.

1. Leida tan $42^0 30'$. Esimesest lahtrist otsime arvu 42 ja temast paremal viiendast lahtrist leiame 0,91633; tähendab tan $42^0 30' = 0{,}91633$.

2. Samast tabelist leiame cot üle 45^0, *minutid lugeda alt,* kus cot 45^0, 46^0 jne. leidmiseks tuleb võtta cot $44^0 60'$, $45^0 60'$ jne.

3. Kui tabelis pole nurga tan, siis selle leidmiseks tuleb tarvitada interpoleerimist nagu lk. 24.

Märkmeid:

1) Kui $\vartheta = 90 \pm \alpha$, siis $\tan \vartheta = \mp \cot \alpha$; $\cot \vartheta = \mp \tan \alpha$;

2) Kui $\alpha = 180 \pm \alpha$, siis $\tan \vartheta = \pm \tan \alpha$; $\cot \vartheta = \pm \cot \alpha$;

3) Kui $\vartheta = 270 \pm \alpha$, siis $\tan \vartheta = \mp \cot \alpha$ ja $\cot \vartheta = \mp \tan \alpha$.

Kraad	Tangens 0′	10′	20′	30′	40′	50′	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01455	89
1	0,01746	0,02036	0,02328	0,02619	0,02910	0,03201	88
2	0,03492	0,03783	0,04075	0,04366	0,04658	0,04949	87
3	0,05241	0,05533	0,05824	0,06116	0,06408	0,06700	86
4	0,06993	0,07285	0,07578	0,07870	0,08163	0,08456	85
5	0,08749	0,09042	0,09335	0,09629	0,09923	0,10216	84
6	0,10510	0,10805	0,11099	0,11394	0,11688	0,11983	83
7	0,12278	0,12574	0,12869	0,13165	0,13461	0,13758	82
8	0,14054	0,14351	0,14648	0,14945	0,15243	0,15540	81
9	0,15838	0,16137	0,16345	0,16743	0,17033	0,17333	80
10	0,17633	0,17933	0,18233	0,18534	0,18835	0,19136	79
11	0,19438	0,19740	0,20042	0,20345	0,20648	0,20952	78
12	0,21256	0,21560	0,21864	0,22169	0,22475	0,22781	77
13	0,23087	0,23393	0,23700	0,24008	0,24316	0,24624	76
14	0,24933	0,25242	0,25552	0,25862	0,26172	0,26483	75
15	0,26795	0,27107	0,27419	0,27732	0,28046	0,28360	74
16	0,28675	0,28990	0,29305	0,29621	0,29938	0,30255	73
17	0,30573	0,30891	0,31210	0,31530	0,31850	0,32171	72
18	0,32492	0,32814	0,33136	0,33460	0,33783	0,34108	71
19	0,34433	0,34758	0,35085	0,35412	0,35740	0,36068	70
20	0,36397	0,36727	0,37057	0,37388	0,37720	0,38053	69
21	0,38386	0,38721	0,39055	0,39391	0,39727	0,40065	68
22	0,40403	0,40741	0,41081	0,41421	0,41763	0,42105	67
23	0,42417	0,42791	0,43136	0,43481	0,43828	0,44175	66
24	0,44523	0,44872	0,45222	0,45573	0,45924	0,46277	65
25	0,46631	0,46985	0,47341	0,47698	0,48055	0,48414	64
26	0,48773	0,49134	0,49495	0,49858	0,50222	0,50587	63
27	0,50953	0,51319	0,51688	0,52057	0,52427	0,52798	62
28	0,53171	0,53545	0,53920	0,54296	0,54673	0,55051	61
29	0,55431	0,55812	0,56194	0,56577	0,56962	0,57348	60
30	0,57735	0,58124	0,58513	0,58905	0,59297	0,59691	59
31	0,60086	0,60483	0,60881	0,61280	0,61681	0,62083	58
32	0,62487	0,62892	0,63299	0,63707	0,64117	0,64528	57
33	0,64941	0,65355	0,65771	0,66189	0,66608	0,67028	56
34	0,67451	0,67875	0,68301	0,68728	0,69157	0,69588	55
35	0,70021	0,70455	0,70891	0,71329	0,71769	0,72211	54
36	0,72654	0,73100	0,73547	0,73996	0,74447	0,74900	53
37	0,75355	0,75812	0,76272	0,76733	0,77196	0,77661	52
38	0,78129	0,78598	0,79070	0,79544	0,80020	0,80498	51
39	0,80978	0,81461	0,81946	0,82434	0,82923	0,83415	50
40	0,83910	0,84407	0,84906	0,85408	0,85912	0,86419	49
41	0,86929	0,87441	0,87955	0,88473	0,88992	0,89515	48
42	0,90040	0,90569	0,91099	0,91633	0,92170	0,92709	47
43	0,93252	0,93797	0,94345	0,94896	0,95451	0,96008	46
44	0,96569	0,97133	0,97700	0,98270	0,98843	0,99420	45
45	1,00000						44
	60′	50′	40′	30′	20′	10′	Kraad

Kootangens

8. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi: cot 0^0—45^0 ja tan 45^0—90^0.

Kraad	Kootangens						
	0′	10′	20′	30′	40′	50′	
0	∞	343,77371	171,88540	114,58865	85,93979	68,75009	89
1	57,28996	49,10388	42,96408	38,18846	34,36777	31,24158	88
2	28,63625	26,43160	24,54176	22,90377	21,47040	20,20555	87
3	19,08114	18,07498	17,16934	16,34986	15,60478	14,92442	86
4	14,30067	13,72674	13,19688	12,70621	12,25051	11,82617	85
5	11,43005	11,05943	10,71191	10,38540	10,07803	9,78817	84
6	9,51436	9,25530	9,00983	8,77689	8,55555	8,34496	83
7	8,14435	7,95302	7,77035	7,59575	7,42871	7,26873	82
8	7,11537	6,96823	6,82694	6,69116	6,56055	6,43484	81
9	6,31375	6,19703	6,08444	5,97576	5,87080	5,76937	80
10	5,67128	5,57638	5,48451	5,39552	5,30928	5,22566	79
11	5,14455	5,06584	4,98940	4,91516	4,84300	4,77286	78
12	4,70463	4,63825	4,57363	4,51071	4,44942	4,38960	77
13	4,33148	4,27471	4,21033	4,16530	4,11256	4,06107	76
14	4,01078	3,96165	3,91364	3,86671	3,82083	3,77595	75
15	3,73205	3,68909	3,64705	3,60588	3,56557	3,52609	74
16	3,48741	3,44951	3,41236	3,37594	3,34023	3,30521	73
17	3,27085	3,23714	3,20406	3,17159	3,13972	3,10842	72
18	3,07768	3,04749	3,01783	2,98868	2,96004	2,93189	71
19	2,90421	2,87700	2,85023	2,82391	2,79802	2,77254	70
20	2,74748	2,72281	2,69853	2,67462	2,65109	2,62791	69
21	2,60509	2,58261	2,56046	2,53865	2,51715	2,49597	68
22	2,47509	2,45451	2,43422	2,41421	2,39449	2,37504	67
23	2,35585	2,33693	2,31826	2,29984	2,28167	2,26374	66
24	2,24604	2,22857	2,21132	2,19430	2,17749	2,16090	65
25	2,14451	2,12832	2,11233	2,09654	2,08094	2,06553	64
26	2,05030	2,03526	2,02039	2,00569	1,99116	1,97680	63
27	1,96261	1,94858	1,93470	1,92098	1,90741	1,89400	62
28	1,88073	1,86760	1,85462	1,84177	1,82906	1,81649	61
29	1,80405	1,79174	1,77955	1,76749	1,75556	1,74375	60
30	1,73205	1,72047	1,70901	1,69766	1,68643	1,67530	59
31	1,66428	1,65337	1,64256	1,63185	1,62125	1,61074	58
32	1,60033	1,59002	1,57981	1,56969	1,55966	1,54972	57
33	1,53987	1,53010	1,52043	1,51084	1,50133	1,49190	56
34	1,48256	1,47330	1,46411	1,45501	1,44598	1,43703	55
35	1,42815	1,41934	1,41061	1,40195	1,39336	1,38484	54
36	1,37638	1,36800	1,35968	1,35142	1,34323	1,33511	53
37	1,32704	1,31904	1,31110	1,30323	1,29541	1,28764	52
38	1,27994	1,27230	1,26471	1,25717	1,24969	1,24227	51
39	1,23490	1,22758	1,22031	1,21310	1,20593	1,19882	50
40	1,19175	1,18474	1,17777	1,17085	1,16398	1,15715	49
41	1,15037	1,14362	1,13694	1,13029	1,12369	1,11713	48
42	1,11061	1,10414	1,09770	1,09131	1,08496	1,07864	47
43	1,07237	1,06613	1,05994	1,05378	1,04766	1,04158	46
44	1,03552	1,02952	1,02355	1,01761	1,01170	1,00583	45
45	1,00000						44
	50′	50′	40′	30′	20′	10′	Kraad
	Tangens						

Tabeli kasustamine. 1. Leida cot $37^0 50'$. Otsime esimesest lahtrist arvu 37 ja temast paremal horisont.-real seitsmendas lahtris leiame 1,28764, järelikult cot $37^0 50' = 1{,}28764$. 2. Samast tabelist leiame ka tan üle 45^0. 3. Kui tabelis pole vastava nurga cot, siis leiame selle interpoleerimisega nagu lk. 25.

Tabel 9.

Trigonomeetriliste suuruste logaritmid.

I.

Nurk	sin	tg	ctg	cos	
15′	$\bar{3}$ 6398	$\bar{3}$ 6398	2 3602	0000	45′
30′	$\bar{3}$ 9408	$\bar{3}$ 9409	2 0591	0000	30′
45′	$\bar{2}$ 1169	$\bar{2}$ 1170	1 8830	0000	15′
1° 0′	$\bar{2}$ 2419	$\bar{2}$ 2419	1 7581	$\bar{1}$ 9999	89° 0′
15′	$\bar{2}$ 3388	$\bar{2}$ 3389	1 6611	$\bar{1}$ 9999	45′
30′	$\bar{2}$ 4179	$\bar{2}$ 4181	1 5819	$\bar{1}$ 9999	30′
45′	$\bar{2}$ 4848	$\bar{2}$ 4851	1 5149	$\bar{1}$ 9998	15′
2° 0′	$\bar{2}$ 5428	$\bar{2}$ 5431	1 4569	$\bar{1}$ 9997	88° 0′
15′	$\bar{2}$ 5939	$\bar{2}$ 5943	1 4057	$\bar{1}$ 9997	45′
30′	$\bar{2}$ 6397	$\bar{2}$ 6401	1 3599	$\bar{1}$ 9996	30′
45′	$\bar{2}$ 6810	$\bar{2}$ 6815	1 3185	$\bar{1}$ 9995	15′
3° 0′	$\bar{2}$ 7188	$\bar{2}$ 7194	1 2806	$\bar{1}$ 9994	87° 0′
15′	$\bar{2}$ 7535	$\bar{2}$ 7542	1 2458	$\bar{1}$ 9993	45′
30′	$\bar{2}$ 7857	$\bar{2}$ 7865	1 2135	$\bar{1}$ 9992	30′
45′	$\bar{2}$ 8156	$\bar{2}$ 8165	1 1835	$\bar{1}$ 9991	15′
4° 0′	$\bar{2}$ 8436	$\bar{2}$ 8446	1 1554	$\bar{1}$ 9989	86° 0′
15′	$\bar{2}$ 8699	$\bar{2}$ 8711	1 1289	$\bar{1}$ 9988	45′
30′	$\bar{2}$ 8946	$\bar{2}$ 8960	1 1040	$\bar{1}$ 9987	30′
45′	$\bar{2}$ 9181	$\bar{2}$ 9196	1 0804	$\bar{1}$ 9985	15′
5° 0′	$\bar{2}$ 9403	$\bar{2}$ 9420	1 0580	$\bar{1}$ 9983	85° 0′
15′	$\bar{2}$ 9614	$\bar{2}$ 9633	1 0367	$\bar{1}$ 9982	45′
30′	$\bar{2}$ 9816	$\bar{2}$ 9836	1 0164	$\bar{1}$ 9980	30′
45′	$\bar{1}$ 0008	$\bar{1}$ 0030	9970	$\bar{1}$ 9978	15′
6° 0′	$\bar{1}$ 0192	$\bar{1}$ 0216	9784	$\bar{1}$ 9976	84° 0′
15′	$\bar{1}$ 0369	$\bar{1}$ 0395	9605	$\bar{1}$ 9974	45′
30′	$\bar{1}$ 0539	$\bar{1}$ 0567	9433	$\bar{1}$ 9972	30′
45′	$\bar{1}$ 0702	$\bar{1}$ 0732	9268	$\bar{1}$ 9970	15′
7° 0′	$\bar{1}$ 0859	$\bar{1}$ 0891	9109	$\bar{1}$ 9968	83° 0′
15′	$\bar{1}$ 1011	$\bar{1}$ 1045	8955	$\bar{1}$ 9965	45′
30′	$\bar{1}$ 1157	$\bar{1}$ 1194	8806	$\bar{1}$ 9963	30′
45′	$\bar{1}$ 1299	$\bar{1}$ 1338	8662	$\bar{1}$ 9960	15′
8° 0′	$\bar{1}$ 1436	$\bar{1}$ 1478	8522	$\bar{1}$ 9958	82° 0′
15′	$\bar{1}$ 1568	$\bar{1}$ 1613	8387	$\bar{1}$ 9955	45′
30′	$\bar{1}$ 1697	$\bar{1}$ 1745	8255	$\bar{1}$ 9952	30′
45′	$\bar{1}$ 1822	$\bar{1}$ 1873	8127	$\bar{1}$ 9949	15′
9° 0′	$\bar{1}$ 1943	$\bar{1}$ 1997	8003	$\bar{1}$ 9946	81° 0′
15′	$\bar{1}$ 2061	$\bar{1}$ 2118	7882	$\bar{1}$ 9943	45′
30′	$\bar{1}$ 2176	$\bar{1}$ 2236	7764	$\bar{1}$ 9940	30′
45′	$\bar{1}$ 2288	$\bar{1}$ 2351	7649	$\bar{1}$ 9937	15′
10° 0	$\bar{1}$ 2397	$\bar{1}$ 2463	7537	$\bar{1}$ 9934	80° 0′
15′	$\bar{1}$ 2503	$\bar{1}$ 2573	7427	$\bar{1}$ 9930	45′
30′	$\bar{1}$ 2606	$\bar{1}$ 2680	7320	$\bar{1}$ 9927	30′
45′	$\bar{1}$ 2707	$\bar{1}$ 2784	7216	$\bar{1}$ 9923	15′
11° 0′	$\bar{1}$ 2806	$\bar{1}$ 2887	7113	$\bar{1}$ 9919	79° 0′
15′	$\bar{1}$ 2902	$\bar{1}$ 2987	7013	$\bar{1}$ 9916	78° 45′
	cos	ctg	tg	sin	Nurk

II.

Nurk	sin	tg	ctg	cos	
11° 30′	$\bar{1}$ 2997	$\bar{1}$ 3085	6915	$\bar{1}$ 9912	30′
45′	$\bar{1}$ 3089	$\bar{1}$ 3181	6819	$\bar{1}$ 9908	15′
12° 0′	$\bar{1}$ 3179	$\bar{1}$ 3275	6725	$\bar{1}$ 9904	78° 0′
15′	$\bar{1}$ 3267	$\bar{1}$ 3367	6633	$\bar{1}$ 9900	45′
30′	$\bar{1}$ 3353	$\bar{1}$ 3458	6542	$\bar{1}$ 9896	30′
45′	$\bar{1}$ 3438	$\bar{1}$ 3546	6454	$\bar{1}$ 9892	15′
13° 0′	$\bar{1}$ 3521	$\bar{1}$ 3634	6366	$\bar{1}$ 9887	77° 0′
15′	$\bar{1}$ 3602	$\bar{1}$ 3719	6281	$\bar{1}$ 9883	45′
30′	$\bar{1}$ 3682	$\bar{1}$ 3804	6196	$\bar{1}$ 9878	30′
45′	$\bar{1}$ 3760	$\bar{1}$ 3886	6114	$\bar{1}$ 9874	15′
14° 0′	$\bar{1}$ 3837	$\bar{1}$ 3968	6032	$\bar{1}$ 9869	76° 0′
15′	$\bar{1}$ 3912	$\bar{1}$ 4048	5952	$\bar{1}$ 9864	45′
30′	$\bar{1}$ 3986	$\bar{1}$ 4127	5873	$\bar{1}$ 9859	30′
45′	$\bar{1}$ 4059	$\bar{1}$ 4204	5796	$\bar{1}$ 9854	15′
15° 0′	$\bar{1}$ 4130	$\bar{1}$ 4281	5719	$\bar{1}$ 9849	75° 0′
15′	$\bar{1}$ 4200	$\bar{1}$ 4356	5644	$\bar{1}$ 9844	45′
30′	$\bar{1}$ 4269	$\bar{1}$ 4430	5570	$\bar{1}$ 9839	30′
45′	$\bar{1}$ 4337	$\bar{1}$ 4503	5497	$\bar{1}$ 9834	15′
16° 0′	$\bar{1}$ 4403	$\bar{1}$ 4575	5425	$\bar{1}$ 9828	74° 0′
15′	$\bar{1}$ 4469	$\bar{1}$ 4646	5354	$\bar{1}$ 9823	45′
30′	$\bar{1}$ 4533	$\bar{1}$ 4716	5284	$\bar{1}$ 9817	30′
45′	$\bar{1}$ 4597	$\bar{1}$ 4785	5215	$\bar{1}$ 9812	15′
17° 0′	$\bar{1}$ 4659	$\bar{1}$ 4853	5147	$\bar{1}$ 9806	73° 0′
15′	$\bar{1}$ 4721	$\bar{1}$ 4921	5079	$\bar{1}$ 9800	45′
30′	$\bar{1}$ 4781	$\bar{1}$ 4987	5013	$\bar{1}$ 9794	30′
45′	$\bar{1}$ 4841	$\bar{1}$ 5053	4947	$\bar{1}$ 9788	15′
18° 0′	$\bar{1}$ 4900	$\bar{1}$ 5118	4882	$\bar{1}$ 9782	72° 0′
15′	$\bar{1}$ 4958	$\bar{1}$ 5182	4818	$\bar{1}$ 9776	45′
30′	$\bar{1}$ 5015	$\bar{1}$ 5245	4755	$\bar{1}$ 9770	30′
45′	$\bar{1}$ 5071	$\bar{1}$ 5308	4692	$\bar{1}$ 9763	15′
19° 0′	$\bar{1}$ 5126	$\bar{1}$ 5370	4630	$\bar{1}$ 9757	71° 0′
15′	$\bar{1}$ 5181	$\bar{1}$ 5431	4569	$\bar{1}$ 9750	45′
30′	$\bar{1}$ 5235	$\bar{1}$ 5491	4509	$\bar{1}$ 9743	30′
45′	$\bar{1}$ 5288	$\bar{1}$ 5551	4449	$\bar{1}$ 9737	15′
20° 0′	$\bar{1}$ 5341	$\bar{1}$ 5611	4389	$\bar{1}$ 9730	70° 0′
15′	$\bar{1}$ 5392	$\bar{1}$ 5669	4331	$\bar{1}$ 9723	45′
30′	$\bar{1}$ 5443	$\bar{1}$ 5727	4273	$\bar{1}$ 9716	30′
45′	$\bar{1}$ 5494	$\bar{1}$ 5785	4215	$\bar{1}$ 9709	15′
21° 0′	$\bar{1}$ 5543	$\bar{1}$ 5842	4158	$\bar{1}$ 9702	69° 0′
15′	$\bar{1}$ 5592	$\bar{1}$ 5898	4102	$\bar{1}$ 9694	45′
30′	$\bar{1}$ 5641	$\bar{1}$ 5954	4046	$\bar{1}$ 9687	30′
45′	$\bar{1}$ 5689	$\bar{1}$ 6009	3991	$\bar{1}$ 9679	15′
22° 0′	$\bar{1}$ 5736	$\bar{1}$ 6064	3936	$\bar{1}$ 9672	68° 0′
15′	$\bar{1}$ 5782	$\bar{1}$ 6118	3882	$\bar{1}$ 9664	45′
30′	$\bar{1}$ 5828	$\bar{1}$ 6172	3828	$\bar{1}$ 9656	67° 30′
	cos	ctg	tg	sin	Nurk

Märkus: Tabelis trükitud tg asemel lugeda tan ja ctg asemel cot.
Seletus tabeli tarvitamise kohta vt. lk. 32 ja 33.

Tabel 10.

Trigonomeetriliste suuruste logaritmid.

III.

Nurk	sin	tg	ctg	cos	
22°45′	$\bar{1}$ 5874	$\bar{1}$ 6226	3774	$\bar{1}$ 9648	15′
23° 0′	$\bar{1}$ 5919	$\bar{1}$ 6279	3721	$\bar{1}$ 9640	67° 0′
15′	$\bar{1}$ 5963	$\bar{1}$ 6331	3669	$\bar{1}$ 9632	45′
30′	$\bar{1}$ 6007	$\bar{1}$ 6383	3617	$\bar{1}$ 9624	30′
45′	$\bar{1}$ 6050	$\bar{1}$ 6435	3565	$\bar{1}$ 9616	15′
24° 0′	$\bar{1}$ 6093	$\bar{1}$ 6486	3514	$\bar{1}$ 9607	66° 0′
15′	$\bar{1}$ 6135	$\bar{1}$ 6537	3463	$\bar{1}$ 9599	45′
30′	$\bar{1}$ 6177	$\bar{1}$ 6587	3413	$\bar{1}$ 9590	30′
45′	$\bar{1}$ 6219	$\bar{1}$ 6637	3363	$\bar{1}$ 9582	15′
25° 0′	$\bar{1}$ 6259	$\bar{1}$ 6687	3313	$\bar{1}$ 9573	65° 0′
15′	$\bar{1}$ 6300	$\bar{1}$ 6736	3264	$\bar{1}$ 9564	45′
30′	$\bar{1}$ 6340	$\bar{1}$ 6785	3215	$\bar{1}$ 9555	30′
45′	$\bar{1}$ 6379	$\bar{1}$ 6834	3166	$\bar{1}$ 9546	15′
26° 0′	$\bar{1}$ 6418	$\bar{1}$ 6882	3118	$\bar{1}$ 9537	64° 0′
15′	$\bar{1}$ 6457	$\bar{1}$ 6930	3070	$\bar{1}$ 9527	45′
30′	$\bar{1}$ 6495	$\bar{1}$ 6977	3023	$\bar{1}$ 9518	30′
45′	$\bar{1}$ 6533	$\bar{1}$ 7025	2975	$\bar{1}$ 9508	15
27° 0′	$\bar{1}$ 6570	$\bar{1}$ 7072	2928	$\bar{1}$ 9499	63° 0′
15′	$\bar{1}$ 6607	$\bar{1}$ 7118	2882	$\bar{1}$ 9489	45′
30′	$\bar{1}$ 6644	$\bar{1}$ 7165	2835	$\bar{1}$ 9479	30′
45′	$\bar{1}$ 6680	$\bar{1}$ 7211	2789	$\bar{1}$ 9469	15′
28° 0′	$\bar{1}$ 6716	$\bar{1}$ 7257	2743	$\bar{1}$ 9459	62° 0′
15′	$\bar{1}$ 6752	$\bar{1}$ 7302	2698	$\bar{1}$ 9449	45′
30′	$\bar{1}$ 6787	$\bar{1}$ 7348	2652	$\bar{1}$ 9439	30′
45′	$\bar{1}$ 6821	$\bar{1}$ 7393	2607	$\bar{1}$ 9429	15′
29° 0′	$\bar{1}$ 6856	$\bar{1}$ 7438	2562	$\bar{1}$ 9418	61° 0′
15′	$\bar{1}$ 6890	$\bar{1}$ 7482	2518	$\bar{1}$ 9408	45′
30′	$\bar{1}$ 6923	$\bar{1}$ 7526	2474	$\bar{1}$ 9397	30′
45′	$\bar{1}$ 6957	$\bar{1}$ 7571	2429	$\bar{1}$ 9386	15′
30° 0′	$\bar{1}$ 6990	$\bar{1}$ 7614	2386	$\bar{1}$ 9375	60° 0′
15′	$\bar{1}$ 7022	$\bar{1}$ 7658	2342	$\bar{1}$ 9364	45′
30′	$\bar{1}$ 7055	$\bar{1}$ 7701	2299	$\bar{1}$ 9353	30′
45′	$\bar{1}$ 7087	$\bar{1}$ 7745	2255	$\bar{1}$ 9342	15′
31° 0′	$\bar{1}$ 7118	$\bar{1}$ 7788	2212	$\bar{1}$ 9331	59° 0′
15′	$\bar{1}$ 7150	$\bar{1}$ 7831	2169	$\bar{1}$ 9319	45′
30′	$\bar{1}$ 7181	$\bar{1}$ 7873	2127	$\bar{1}$ 9308	30′
45′	$\bar{1}$ 7212	$\bar{1}$ 7916	2084	$\bar{1}$ 9296	15′
32° 0′	$\bar{1}$ 7242	$\bar{1}$ 7958	2042	$\bar{1}$ 9284	58° 0′
15′	$\bar{1}$ 7272	$\bar{1}$ 8000	2000	$\bar{1}$ 9272	45′
30′	$\bar{1}$ 7302	$\bar{1}$ 8042	1958	$\bar{1}$ 9260	30′
45′	$\bar{1}$ 7332	$\bar{1}$ 8084	1916	$\bar{1}$ 9248	15′
33° 0′	$\bar{1}$ 7361	$\bar{1}$ 8125	1875	$\bar{1}$ 9236	57° 0′
15′	$\bar{1}$ 7390	$\bar{1}$ 8167	1833	$\bar{1}$ 9224	45′
30′	$\bar{1}$ 7419	$\bar{1}$ 8208	1792	$\bar{1}$ 9211	30′
45′	$\bar{1}$ 7447	$\bar{1}$ 8249	1751	$\bar{1}$ 9198	56° 15′
	cos	ctg	tg	sin	Nurk

IV

Nurk	sin	tg	ctg	cos	
34° 0′	$\bar{1}$ 7476	$\bar{1}$ 8290	1710	$\bar{1}$ 9186	56° 0′
15′	$\bar{1}$ 7504	$\bar{1}$ 8331	1669	$\bar{1}$ 9173	45′
30′	$\bar{1}$ 7531	$\bar{1}$ 8371	1629	$\bar{1}$ 9160	30′
45′	$\bar{1}$ 7559	$\bar{1}$ 8412	1588	$\bar{1}$ 9147	15′
35° 0′	$\bar{1}$ 7586	$\bar{1}$ 8452	1548	$\bar{1}$ 9134	55° 0′
15′	$\bar{1}$ 7613	$\bar{1}$ 8493	1507	$\bar{1}$ 9120	45′
30′	$\bar{1}$ 7640	$\bar{1}$ 8533	1467	$\bar{1}$ 9107	30′
45′	$\bar{1}$ 7666	$\bar{1}$ 8573	1427	$\bar{1}$ 9093	15′
36° 0′	$\bar{1}$ 7692	$\bar{1}$ 8613	1387	$\bar{1}$ 9080	54° 0′
15′	$\bar{1}$ 7718	$\bar{1}$ 8652	1348	$\bar{1}$ 9066	45′
30′	$\bar{1}$ 7744	$\bar{1}$ 8692	1308	$\bar{1}$ 9052	30′
45′	$\bar{1}$ 7769	$\bar{1}$ 8732	1268	$\bar{1}$ 9038	15′
37° 0′	$\bar{1}$ 7795	$\bar{1}$ 8771	1229	$\bar{1}$ 9023	53° 0′
15′	$\bar{1}$ 7820	$\bar{1}$ 8811	1189	$\bar{1}$ 9009	45′
30′	$\bar{1}$ 7844	$\bar{1}$ 8850	1150	$\bar{1}$ 8995	30′
45′	$\bar{1}$ 7869	$\bar{1}$ 8889	1111	$\bar{1}$ 8980	15′
38° 0′	$\bar{1}$ 7893	$\bar{1}$ 8928	1072	$\bar{1}$ 8965	52° 0′
15′	$\bar{1}$ 7918	$\bar{1}$ 8967	1033	$\bar{1}$ 8950	45′
30′	$\bar{1}$ 7941	$\bar{1}$ 9006	0994	$\bar{1}$ 8935	30′
45′	$\bar{1}$ 7965	$\bar{1}$ 9045	0955	$\bar{1}$ 8920	15′
39° 0′	$\bar{1}$ 7989	$\bar{1}$ 9084	0916	$\bar{1}$ 8905	51° 0′
15′	$\bar{1}$ 8012	$\bar{1}$ 9122	0878	$\bar{1}$ 8890	45′
30′	$\bar{1}$ 8035	$\bar{1}$ 9161	0839	$\bar{1}$ 8874	30′
45′	$\bar{1}$ 8058	$\bar{1}$ 9200	0800	$\bar{1}$ 8858	15′
40° 0′	$\bar{1}$ 8081	$\bar{1}$ 9238	0762	$\bar{1}$ 8843	50° 0′
15′	$\bar{1}$ 8103	$\bar{1}$ 9277	0723	$\bar{1}$ 8827	45′
30′	$\bar{1}$ 8125	$\bar{1}$ 9315	0685	$\bar{1}$ 8810	30′
45′	$\bar{1}$ 8148	$\bar{1}$ 9353	0647	$\bar{1}$ 8794	15′
41° 0′	$\bar{1}$ 8169	$\bar{1}$ 9392	0608	$\bar{1}$ 8778	49° 0′
15′	$\bar{1}$ 8191	$\bar{1}$ 9430	0570	$\bar{1}$ 8761	45′
30′	$\bar{1}$ 8213	$\bar{1}$ 9468	0532	$\bar{1}$ 8745	30′
45′	$\bar{1}$ 8234	$\bar{1}$ 9506	0494	$\bar{1}$ 8728	15′
42° 0′	$\bar{1}$ 8255	$\bar{1}$ 9544	0456	$\bar{1}$ 8711	48° 0′
15′	$\bar{1}$ 8276	$\bar{1}$ 9582	0418	$\bar{1}$ 8694	45′
30′	$\bar{1}$ 8297	$\bar{1}$ 9621	0379	$\bar{1}$ 8676	30′
45′	$\bar{1}$ 8317	$\bar{1}$ 9659	0341	$\bar{1}$ 8659	15′
43° 0′	$\bar{1}$ 8338	$\bar{1}$ 9697	0303	$\bar{1}$ 8641	47° 0′
15′	$\bar{1}$ 8358	$\bar{1}$ 9735	0265	$\bar{1}$ 8624	45′
30′	$\bar{1}$ 8378	$\bar{1}$ 9772	0228	$\bar{1}$ 8606	30′
45′	$\bar{1}$ 8398	$\bar{1}$ 9810	0190	$\bar{1}$ 8588	15′
44° 0′	$\bar{1}$ 8418	$\bar{1}$ 9848	0152	$\bar{1}$ 8569	46° 0′
15′	$\bar{1}$ 8437	$\bar{1}$ 9886	0114	$\bar{1}$ 8551	45′
30′	$\bar{1}$ 8457	$\bar{1}$ 9924	0076	$\bar{1}$ 8532	30′
45′	$\bar{1}$ 8476	1 9962	0038	$\bar{1}$ 8514	15′
45° 0′	$\bar{1}$ 8495	0000	0000	$\bar{1}$ 8495	45° 0′
	cos	ctg	tg	sin	Nurk

Märkus: Seletusi tabelite kasustamise kohta vt. lk. 32 ja 33.

11. Kerade ruumalade tabel, läbimõõtudele $d = 1$ kuni 200.

d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$
1	0,523599	41	36086,95	81	278261,8	121	927587,2	161	2185125
2	4,188790	42	38792,39	82	288695,6	122	950775,8	162	2226094
3	14,13717	43	41629,77	83	299387,0	123	974347,7	163	2267574
4	33,51032	44	44602,24	84	310339,1	124	998305,9	164	2309565
5	65,44985	45	47712,94	85	321555,1	125	1022654	165	2352071
6	113,0973	46	50965,01	86	333038,2	126	1047394	166	2395096
7	179,5944	47	54361,60	87	344791,4	127	1072531	167	2438642
8	268,0826	48	57905,84	88	356817,9	128	1098066	168	2482713
9	381,7035	49	61600,87	89	369120,9	129	1124004	169	2527311
10	523,5988	50	65449,85	90	381703,5	130	1150347	170	2572441
11	696,9100	51	69455,91	91	394568,9	131	1177098	171	2618104
12	904,7787	52	73622,18	92	407720,1	132	1204260	172	2664305
13	1150,347	53	77951,81	93	421160,3	133	1231838	173	2711046
14	1436,755	54	82447,92	94	434892,8	134	1259833	174	2758331
15	1767,146	55	87113,75	95	448920,5	135	1288249	175	2806162
16	2144,660	56	91952,32	96	463246,7	136	1317090	176	2854543
17	2572,441	57	96966,83	97	477874,5	137	1346357	177	2903477
18	3053,628	58	102160,4	98	492807,0	138	1376055	178	2952967
19	3591,364	59	107536,2	99	508047,4	139	1406187	179	3003006
20	4188,790	60	113097,3	100	523598,8	140	1436755	180	3053628
21	4849,048	61	118847,0	101	539464,3	141	1467763	181	3104805
22	5575,280	62	124788,2	102	555647,2	142	1499214	182	3156551
23	6370,626	63	130924,3	103	572150,5	143	1531112	183	3208869
24	7238,229	64	137258,2	104	588977,4	144	1563457	184	3261761
25	8181,231	65	143793,3	105	606131,0	145	1596256	185	3315231
26	9202,772	66	150532,6	106	623614,5	146	1629511	186	3369282
27	10305,99	67	157479,1	107	641431,0	147	1663224	187	3423919
28	11494,04	68	164636,2	108	659583,7	148	1697398	188	3479142
29	12770,05	69	172006,9	109	678075,6	149	1732038	189	3534956
30	14137,17	70	179594,4	110	696910,0	150	1767146	190	3591364
31	15598,53	71	187401,8	111	716090,0	151	1802725	191	3648369
32	17157,28	72	195432,2	112	735618,6	152	1838778	192	3705973
33	18816,57	73	203688,8	113	755499,1	153	1875309	193	3764181
34	20579,53	74	212174,8	144	775734,6	154	1912321	194	3822996
35	22449,30	75	220893,2	115	796328,3	155	1949816	195	3882419
36	24429,02	76	229847,3	116	817283,2	156	1987799	196	3942456
37	26521,85	77	239040,1	117	838602,7	157	2026271	197	4003108
38	28730,91	78	248474,9	118	860289,5	158	2065237	198	4064379
39	31059,36	79	258154,6	119	882347,3	159	2104699	199	4126272
40	33510,32	80	268082,6	120	904778,7	160	2144660	200	4188790

Tabeli kasustamine. 1. Leida kera ruumala V, kui $d = 146$ cm; d lahtrist antud arvu 146 vastu leiame $1/6\ \pi d^3$ lahtrist 1620511, mis ongi otsitava kera V cm^3. 2. Kera $V = 96966{,}83$ cm^3; leida d; $1/6\ \pi d^3$ lahtrist antud arvu vastu leiame d lahtrist arvu 57, mis ongi otsitava kera d. 3. Kui tabelis pole antud arve, siis nendele vastavad V ja d leiame interpoleerimisega, vt. lk. 24.

Eelolevate tabelite tarvitamine.

Tabel I (lk. 1—21).

Tabeli esimesse lahtrisse (n) on paigutatud arvud 1—1000. Järgmistesse lahtritesse (2, 3, 4, 5, 6) on paigutatud nende ruudud (n^2), kuubid (n^3), ruutjuured ($\sqrt{n}$), kuupjuured ($\sqrt[3]{n}$) ja logaritmid ($\log n$); 9. lahtris on ringide läbimõõdud (d) ning 7. ja 8. lahtris ringide ümbermõõdud (πd) ja pindalad ($\pi d^2 : 4$). Näide: leida arvu 456 ja temast 10, 100, 1000 jne. korda suuremate ning 10, 100, 1000 jne. korda vähemate arvude ruudud, kuubid, ruut- ja kuupjuured ning logaritmid ja leida ringide ümbermõõdud ja pindalad, kui $d = 45{,}6$, 456, 4,56 jne.; leidmist selgitab järgmine tabelike:

Arvud n	Arvude					Ringide		
	ruudud n^2	kuubid n^3	ruutjuured $\sqrt{n}$	kuupjuur. $\sqrt[3]{n}$	logaritmid $\log n$	ümbermõõdud πd	pindalad $\pi d^2 : 4$	läbimõõdud d
1	2	3	4	5	6	7	8	9
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	2,6590	143,3	1633,1	45,6
4,56 koma 2 k. vasak.	20,7936 koma 4 k. vasak.	94,818816 koma 6 k. vasak.	2,13542 koma 1 k. vasak.	Leitakse interpoleerimisega	0,6590 murdosa muutmata	1,433 k. 2 k. vasak.	0,16331 k. 4 k. vasak.	0,456 k. 2 k. vasak.
0,456 3 k. vasak.	0,207936 6 k. vasak.	0,094818816 9 k. vasak.	Leitakse interpoleerimisega, v. allpool	0,76970 1 k. vasak.	$\bar{1}$,6590	0,1433 3 k. vas.	0,0016331 6 k. vas.	0,0456 3 k. vas.
45,6 1 k. vasak.	2079,36 2 k. vasak.	94818,816 3 k. vasak.		interpoleerimine	1,6590	14,33 1 k. vas.	16,331 2 k. vas.	4,56 1 k. vas.
4560 1 k. parem.	20793600 2 k. parem.	94818816000 3 k. parem.			3,6590	1433 1 k. p.	163310 2 k. p.	456 1 k. p.

1. Tabelist leiame, et $456^2 = 207936$; $456^3 = 94818816$; $\sqrt{456} = 21{,}3542$ $\sqrt[3]{456} = 7{,}6970$; $\log 456 = 2{,}6590$; kui ringi $d = 45{,}6$, siis ümbermõõt $\pi d = 143{,}3$ ja pindala $\pi d^2 : 4 = 1633{,}1$. Samuti leiame tabelist vastused ka teistele küsimustele peale nende, millede kohta on tehtud tabelis märkus. Viimaseid võime leida tabeli abil kahel viisil: **I viis — interpoleerimine:** leida $\sqrt{45{,}6}$. Toimime järgmiselt: võtame $\sqrt{46} = 6{,}7823$

ja $\sqrt{45} = 6{,}7082$

juurtevahe $= 0{,}0741$ Juuritava arvu 1 võrra (46—45=1) suurendamisega suureneb juur 0,0741 võrra, suurendame aga juuritavat arvu 0,6 võrra (45,6—45=0,6) suureneb juur $0{,}6 \cdot 0{,}741 = 0{,}0445$ võrra, järelikult $\sqrt{45{,}6} = 6{,}7082 + 0{,}0445 = 6{,}7527$; samuti $\sqrt[3]{0{,}456} = 0{,}67527$; $\sqrt[3]{4560} = 67{,}527$ jne. ning $\sqrt{45{,}6} = 3{,}5726$, $\sqrt[3]{4{,}56} \approx 1{,}656$ ja $\sqrt[3]{4560} \approx 16{,}56$ jne.

II viis: $\sqrt{45{,}6} = \sqrt{456} : \sqrt{10} = 21{,}3542 : 3{,}1623 = 6{,}7527$ jne. ja $\sqrt[3]{45{,}6} = \sqrt[3]{456} : \sqrt[3]{10} = 7{,}6970 : 2{,}1544 = 3{,}5726$.

2. Ruut- ja kuupjuur enam kui kolmekohalisest täisarvust või kümnendmurrust (nullid teiste numbrite ees või taga ei loeta kohtade hulka).

Näide: $\sqrt{207936}$ ja $\sqrt[3]{9481886}$. Et leida ruutjuur antud arvust, otsime teda 2. lahtrist (n^2), juure leiame 1. lahtrist; selgub, et $\sqrt{207936}=456$; kuupjuure puhul otsime antud arvu 3. lahtrist (n^3), tähendab $\sqrt[3]{94818816}=456$. Kui ei leidu 2. ja 3. lahtris arvu, millest otsime ruut- või kuupjuurt, siis leitakse otsitavad juured interpoleerimisega. Näide: leida $\sqrt{6741}$. Võtame 2. lahtrist (lk. 2), temale lähima suurema, s. o 6889, ja — vähema arvu, s. o. 6724, nende vahe = 165, antud arvu ja tabelist võetud vähema arvu vahe 17 (6741—6721=17) jagame 165-ga 17 : 165=0,103, jagatise liidame $\sqrt{6724}=82$-ga, järelikult $\sqrt{6741}=82+0{,}103=82{,}103$. Samuti leiame ka kuupjuure 6741-st.

3. Kui on teada ringi ümbermõõt 1433,3 või pindala 1633,1 võime leida d: otsime vastavad arvud 7. või 8. lahtrist ja d leiame 9. lahtrist, tähendab ümbermõõdule 1433,3 ja pindalale 1633,1 vastab läbimõõt 45,6. Kui nimetatud lahtritest ei leidu antud arvu, siis d leitakse interpoleerimisega.

4. Nelja ja enamkohalise arvu log (neljas koht ei ole 0), näit. log 4567 leitakse interpoleerimisega, võttes 4560 ja 4570 logaritmid.

5. Antud logaritmile arvu leidmine. Näide: leida arv, mille log=2,5690: otsime 6. lahtrist ($\log n$) arvu 2,6590 ja tema vastu 1. lahtrist leiame 456; kui 6. lahtris ei ole antud log, siis leitakse vastav arv interpoleerimisega.

Tabel 9. (lk. 28 ja 29.)

1. Leida sin, cos, tan ja cot logaritmid nurgale 26°45′. 29. lk. esimesest lahtrist otsime nurga 26°45′ ja selle vastu horisontaalreas leiame vastavad logaritmid. Tähendab, log sin 26°45′=$\bar{1}$,6533 jne.

2. Kui tabelis pole otsitava trig. funkts. log, siis leiame selle interpoleerimisega. Näide: leida log sin 39°51′;

võtame log sin 40° =$\bar{1}$,8081	Antud nurga ja tabelist võetud vä-
ja log sin 39°45′=$\bar{1}$,8053	hema nurga vahe = 6′ (39°51—39°45);
vahe 15′—0,0023	Koostame kolmlause:

15′—0,0023 ⟩ $x=\frac{0{,}0023 \cdot 6}{15}=0{,}0009$; järelikult log sin 39°51′=$\bar{1}$,8058+0,0009=
6′— x ⟩

$\bar{1}$,8067. Samuti leitakse ka cos, tan ja cot log, kus cos ja cot puhul tuleb leitud vahe lahutada tabelist võetud logaritmist.

3. Leida nurk, mille log sin = $\bar{1}$,6957 jne.; tabelist lk. 29 leiame, et selle log vastab nurk 29°45′. 4. Tabelis puuduva nurga leiame interpoleerimisega.

Tähele panna! Tabelist mitteleiduvate sin ja tan nurkadele, mis $<10°$ ning cos ja cot nurkadele $>80°$ leitakse vastavad funkts. log teisiti. Näide: Leida log sin 5°23′. Antud nurga ligema suurema nurga (s. o. 5°30′) sin log s. o. 2,9816-st lahutame sama nurga (5°30′) ja antud nurga (5°23′) minutite arvude logaritmide vahe, saame antud nurga sin logaritmi.

Tähendab, log sin 5°23′ = log 5°30′ — [log (5 . 60+30) — log (5 . 60+23)]= = log 5°30′—(log 330—log 323)=$\bar{2}$,9816—(2,5185—2,5092)=$\bar{2}$,9816−0,0093=$\bar{2}$,9723.

2. Leida log cos 88°9′; log cos 88°9′ = log sin 1°51′ = log sin 2° — — (log 120 — log 111) = $\bar{2}$,5428 — (2,0792 — 2,0453) = $\bar{2}$,5089.

Märkus: Vastupidistel toimimistel leiame antud funkts. log vastavad nurgad.

II. Aritmeetika.

1. Lihtmurrud.

a) Taandamine: $\frac{26}{39}=\frac{26:13}{39:13}=\frac{2}{3}$; b) Eendamine: $\frac{2}{5}=\frac{2.30}{5.30}=\frac{60}{150}$; c) Segaarvu muutmine liigmurruks: $3\frac{2}{5}=\frac{3.5+2}{5}=\frac{17}{5}$; d) Täisarvu kõrvaldamine liigmurrust: $\frac{29}{4}=29:4=7\frac{1}{4}$; Tehted murdudega α) liitmine: $\frac{1}{2}+\frac{2}{3}+\frac{3}{4}=$ $=\frac{1.6}{12}+\frac{2.4}{12}+\frac{3.3}{12}=\frac{6}{12}+\frac{8}{12}+\frac{9}{12}=\frac{6+8+9}{12}=\frac{23}{12}=1\frac{11}{12}$; β) lahutamine: $\frac{3}{4}-\frac{2}{3}=\frac{3.3}{12}-$ $-\frac{2.4}{12}=\frac{9-8}{12}=\frac{1}{12}$; γ) korrutamine: 1) $\frac{7}{8}.5=\frac{7.5}{8}=\frac{35}{8}=4\frac{3}{8}$; 2) $8.\frac{2}{3}=\frac{8.2}{3}=$ $=\frac{16}{3}=5\frac{1}{3}$; 3) $\frac{4}{7}.\frac{5}{9}=\frac{4.5}{7.9}=\frac{20}{63}$; 4) $2\frac{1}{2}.3\frac{2}{3}=\frac{5}{2}.\frac{11}{3}=\frac{5.11}{2.3}=\frac{55}{6}=9\frac{1}{6}$; δ) jagamine: 1) $5:\frac{2}{3}=\frac{5.3}{2}=\frac{15}{2}=7\frac{1}{2}$; 2) $\frac{5}{7}:3=\frac{5}{7.3}=\frac{5}{21}$; 3) $\frac{2}{7}:\frac{5}{9}=\frac{2.9}{7.5}=\frac{18}{35}$; 4) $2\frac{1}{5}:4\frac{2}{3}=\frac{11}{5}:\frac{14}{3}=\frac{11.3}{5.14}=\frac{33}{70}$; f) Antud arvu osa leidmine: leida $\frac{2}{3}$ arvust 35; $\frac{2}{3}$ 35-st $=\frac{2}{3}.35=\frac{2.35}{3}=\frac{70}{3}=23\frac{1}{3}$; g) Leida arv x, kui $\frac{4}{5}x=15$; $x=15:\frac{4}{5}=$ $=\frac{15.5}{4}=\frac{75}{4}=18\frac{3}{4}$.

2. Kümnendmurrud.

a) Muuta $\frac{3}{4}$ ja $\frac{1}{6}$ kümnendmurruks; selleks jagame murru lugejat nimetajaga: 3 : 4 = 0,75 ja 1 : 6 = 0,1666 . . . = 0,167 (peenusega kuni 0,001; või 0,17 (peen. 0,01) või 0,2 (peen. 0,1). b) Muuta 0,4, 0,05, 2,08 lihtmurruks: $0{,}4=\frac{4}{10}=\frac{2}{5}$; $0{,}05=\frac{5}{100}=\frac{1}{20}$; $2{,}08=2\frac{8}{100}=2\frac{2}{25}$. c) Tehted kümnendmurdudega)

α) liitmine: 15,2+0,54+0,008;

$$\begin{array}{r} 15{,}2 \\ +\ 0{,}54 \\ \hline 0{,}008 \\ \hline 15{,}748 \end{array}$$

β) lahutamine: 4,5—2,753;

$$\begin{array}{r} 4{,}5 \\ -\ 2{,}753 \\ \hline 1{,}747 \end{array}$$

γ) korrutamine: 5,4 . 0,012

$$\begin{array}{r} 108 \\ +\ 54 \\ \hline 0{,}0648 \end{array}$$

δ) jagamine 1) 0,15 : 2,5; muudame jagaja täisarvuks saame 1,5 : 25 = 0,06.
2) 1,38 : 1,1 = 13,8 : 11 = 1,25 (peen. 0,01).

3. Protsentide ja intresside arvutusi.

a) Mitu %(*p*) on 15(*a*) 47-*st* (*A*); (15 : 47) . 100=31,92% (peenus. 0,01); üldvalem: $p=(a:A).100$.

b) Leida arv (*a*), mis on 4%(*p*) 230-st (*A*) 1% 230-st = 2,3; 4% 230-st = = 4 . 2,3 = 9,2; üldvalem: $a=Ap:100=0{,}01Ap$.

c) Leida arv (*A*), mille 3%(*p*)=24(*a*); 1%—24-st=24 : 3=8; arv=100 . 8=800; üldvalem: $A=100a:p$.

d) Intresside valemid: α) lihtprotsendid $i=0{,}01\,kpt$, kus *i* tähistab intresse või protsentraha, *k* — kapitali ja *t* aastaid; kui *t* tähistab kuid, siis $i=0{,}01\,kpt:12$, kui päevi, siis $i=0{,}01\,kpt:360$. β) liitprotsendid: kui saadud intr. iga aasta lõpul liidetakse kapitalile *k*, siis *t* aasta pärast saame lõppkapitali $K_t=k(1+0{,}01p)^t$, või, võttes $1+0{,}01p=q$, saame $K_t=kq^t$.

Märkus: Allpool *q*-l sama väärtus.

e) Tähtaegsed maksud: 1) Kui *t* aastat järjest iga aasta alul pannakse hoiule *k* krooni *p* protsendiga, siis *t* aasta lõpuks saame kapit. $K_t=kq(q^t-1):(q-1)$. 2) Kui aasta alul on tehtud pikaaegne laen *k* ja iga aasta lõpul tasutakse K_1, siis $kq^t=K_1(q^t-1):(q-1)$ ja $K_1=kq^t(q-1):q^t-1)$.

4. Võrded (proportsioonid).

Kahe arvu jagatist nimetatakse geomeetriliseks suhteks, näit. 12 ja 3 suhe = 12 : 3 = 4; 3 ja 12 suhe = 3/12 = 1/4. Kaks võrdset geom. suhet, ühendatud võrdusmärgiga, moodustavad geomeetrilise võrde või lühidalt võrde, näit. 2 : 4 = 5 : 10, kus 2 ja 10 on äärmised ning 4 ja 5 keskmised liikmed. *Võrde omadus*: Äärmiste liikmete korrutis võrdub keskmiste liikmete korrutisega, s. o. 2 . 10 = 4 . 5; siit järgneb, et tundmatu äärmise liikme leiame, kui keskmiste liikmete korrutise jagame tuntud äärmise liikmega, ja tundmatu keskmise liikme leiame, kui äärm. liikmete korrutise jagame tuntud keskmise liikmega, näit. $x:5=8:4$; $x=5.8:4=10$ ja $8:x=12:6$; $x=8.6:12=4$; üldiselt: kui $a:b=c:d$, siis $ad=bc$; $a=bc:d$; $d=bc:a$; $b=ad:c$ ja $c=ad:b$.

5. Võrdeline jagamine.

1) Jagada 500 võrdeliselt 2, 3 ja 5-ga s. o. $x_1:x_2:x_3=2:3:5$; leiame osade summa 2+3+5=10; 1 osa=500 : 10=50. $x_1=2.50=100$; $x_2=3.50=150$ ja $x_3=5.50=250$. 2) Jagada 115 võrdeliselt 1/2, 2/3 ja 3/4; $x_1:x_2:x_3=$ $=1/2:2/3:3/4=6/12:8/12:9/12=6:8:9$ siit analoogiliselt eelmisele näitele leiame, et $x_1=30$; $x_2=40$ ja $x_3=45$.

6. Pöördvõrdeline jagamine.

1) Jagada 620 pöördvõrdeliselt 2, 3 ja 5, see tähendab, et $x_1:x_2:x_3=$ $=1/2:1/3:1/5=15/30:10/30:6/30=15:10:6$; 15+10+6=31; 1 osa = 620 : 31=20; $x_1=15.20=300$; $x_2=10.20=200$; $x_3=6.20=120$.

2) Jagada 363 pöördvõrdeliselt 2/3, 5/6, 3/4; $x_1:x_2:x_3=3/2:6/5:4/3=$ $=45/30:36/30:40/30=45:36:40$ ja siit leiame, et $x_1=135$; $x_2=108$; $x_3=120$.

7. Aritmeetiline keskmine.

3-me arvu: 4,5. 4,2 ja 5,4 aritmeetiline keskmine = (4,5+4,2+5,4) : 3=4,7.

III. Algebra.

1. Algebralised tehted.

a) **Liitmine.** $(+a)+(+b)=a+b$; $(+a)+(-b)=a-b$; $(-a)+(+b)=-a+b$; $(-a)+(-b)=-a-b$. b) **Lahutamine.** $(+a)-(+b)=a-b$; $(+a)-(-b)=a+b$; $(-a)-(+b)=-ab$; $-(-a)-(-b)=-a+b$. c) **Korrutamine.** $(+a).(+b)=+ab$; $(+a).(-b)=-ab$; $(-a).(+b)=-ab$; $(-a).(-b)=+ab$; $a^m . a^n = a^{m+n}$; $(a+b-c)m=am+bm-cm$; $(a+b)(c-d)=ac+bc-ad-bd$; $(a+b)(a-b)=a^2-b^2$; $(a-b)(a^2+ab+b^2)=a^3-b^3$; $(a+b)(a^2-ab+b^2)=a^3+b^3$. d) **Jagamine.** $(+a):(+a)=+1$; $(-a):(-a)=+1$; $(+a):(-a)=-1$; $(-a):(+a)=-1$; $a^m : a^n = a^{m-n}$; $a^o = 1$; $a^{-n}=1:a^n$; $(a+b):c=a:c+b:c$; $(a-b):c=a:c-b:c$.

e) **Astendamine.** $\overbrace{a.a.a....a}^{\text{m korda}}=a^m$; $(abc)^m=a^m . b^m . c^m$; $(a^m)^n=a^{mn}$; $(a^{-m})^n=(1:a^m)^n=1:(a^m)^n=1:a^{mn}$; $(abc)^{-m}=a^{-m}.b^{-m}.c^{-m}$; $(a:b)^m=a^m:b^n$; $(a:b)^{-m}=a^{-m}:b^{-m}=b^m:a^m=(b:a)^m$; $(a\pm b)^2=a^2\pm 2ab+b^2$; $(a\pm b)^3=a^3\pm 3a^2b+3ab^2\pm b^3$; $(a+b+c)^2=a^2+b^2+c^2+2ab+2bc+2ac$.

f) **Juurimine.** $\sqrt{a^2}=\pm a$; $\left(\sqrt[m]{a}\right)^m=a$; $\sqrt[m]{abc}=\sqrt[m]{a}.\sqrt[m]{b}.\sqrt[m]{c}$; $\sqrt[m]{a:b}=\sqrt[m]{a}:\sqrt[m]{b}$; $\sqrt[m]{a^n}=a^{\frac{n}{m}}$; $\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}}=\sqrt[mn]{a}$; $\sqrt{a}+\sqrt{b}=\sqrt{a+b+2\sqrt{ab}}$; $\sqrt{-1}=i$ (imaginaararv); $\sqrt{-a}=\sqrt{-1}.\sqrt{a}=i\sqrt{a}$ (imaginaararv).

g) **Logaritmimine.** $a=b^n$; $c=b^p$; $n=\log a$, $p=\log c$; $\log a=1$ (a — alus); $\log(ab)=\log a+\log b$; $\log(a:b)=\log a-\log b$; $\log a^n = n.\log a$; $\log\sqrt[n]{a}=\log a:n$; $\log 1000=3$; $\log 100=2$; $\log 10=1$; $\log 1=0$; $\log 0{,}1=-1$; $\log 0{,}01=-2$ jne. Negatiivarvudel ei ole logaritme.

2. Võrrandid.

a) **Esimese astme võrrandid.** 1. Ühe tundmatuga: $x\pm a=b$; $x=b\mp a$; $ax=b$; $x=b:a$; $x:a=b$; $x=ab$; $ax+b=c$; $x=(c-b):a$.

2. Kaks võrrandit kahe tundmatuga: $ax+by=c$, $a_1x+b_1y=c_1$; $x=(cb_1-bc_1):(ab_1-ba_1)$; $y=(ac_1-ca_1):(ab_1-ba_1)$.

b) **Ruutvõrrandid.** 1. Puudulikud: $x^2-a=0$; $x=\sqrt{a}$; $ax^2+b-c=0$; $x=\sqrt{(c-b):a}$.

2. Täielikud: $ax^2+bx+c=0$; $x=(-b+\sqrt{b^2-4ac}):2a$; $x^2+px+q=0$; $x=-p:2+\sqrt{(p:2)^2-q}$.

c) **Biruutvõrrand.** $ax^4+bx^2+c=0$; $x=\sqrt{(-b+\sqrt{b^2-4ac}):2a}$.

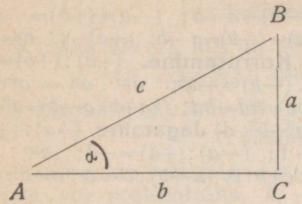
3. Read.

a) Aritmeetiline rida: esimene liige a_1, vahe d, liikmete arv n, viimane liige a_n, liikmete summa s; $a_n=a_1+d(n-1)$; $s=(a_1+a_n)n:2=[2a_1+d(n-1)]n:2$.

b) Geomeetriline rida: esimene liige a_1, rea nimetaja q, liikmete arv n, viimane liige a_n, liikmete summa S ja rea korrutis Π; $a_n=a_1q^{n-1}$; $s=(a_nq-a_1):(q-1)=(a_1q^n-a_1):(q-1)=a_1(q^n-1):(q-1)$; $\Pi=\sqrt{(a_1.a_n)^n}$. Lõpmatult kahaneva geom. rea liikmete summa: lim. $S=a_1:(1-q)$.

IV. Trigonomeetria.

1. Trigonomeetrilised funktsioonid.



$a : c =$ siinus α, lühidalt $\sin \alpha$;
$b : c =$ koosinus α, „ $\cos \alpha$;
$a : b =$ tangens α, „ $\tan \alpha$;
$b : a =$ kootangens α, „ $\cot \alpha$.

2. Trigonomeetriliste funktsioonide olenevus üksteisest.

$\sin \alpha =$	$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$	$\frac{\tan \alpha}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2 \alpha}}$
$\cos \alpha =$	$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$	$\frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$	$\frac{\cot \alpha}{\sqrt{1 + \cot^2 \alpha}}$
$\tan \alpha =$	$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha}$	$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{\cot \alpha}$
$\cot \alpha =$	$\frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha}$	$\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$	$\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\tan \alpha}$

3. Kahe nurga summa ja vahe sin, cos, tan ja cot.

$$\sin (\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta; \quad \cos (\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta;$$
$$\tan (\alpha \pm \beta) = (\tan \alpha \pm \tan \beta) : (1 \mp \tan \alpha \tan \beta);$$
$$\cot (\alpha \pm \beta) = (\cot \alpha \cot \beta \mp 1) : (\cot \beta \pm \cot \alpha).$$

4. Kahe nurga sin, cos, tan ja cot summa avaldamine korrutisena.

$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin {}^1/_2 (\alpha + \beta) \cos {}^1/_2 (\alpha - \beta)$; $\sin \alpha - \sin \beta =$
$= 2 \cos {}^1/_2 (\alpha + \beta) \sin {}^1/_2 (\alpha - \beta)$; $\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos {}^1/_2 (\alpha + \beta) \cos {}^1/_2 (\alpha - \beta)$;
$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin {}^1/_2 (\alpha + \beta) \sin {}^1/_2 (\alpha - \beta)$; $\tan \alpha \pm \tan \beta =$
$= \sin (\alpha \pm \beta) : \cos \alpha \cos \beta$; $\cot \alpha \pm \cot \beta = \sin (\beta \pm \alpha) : \sin \alpha \sin \beta$.

5. Kahekordse nurga sin, cos, tan ja cot.

$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$; $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$; $\tan 2\alpha = 2 \tan \alpha : (1 - \tan^2 \alpha)$;
$\cot 2\alpha = (\cot^2 \alpha - 1) : 2 \cot \alpha$.

6. Poolnurga sin, tan ja cot.

$\sin {}^1/_2 \alpha = \sqrt{(1 - \cos \alpha) : 2} = \sqrt{(p-b)(p-c) : bc}$; $\cos {}^1/_2 \alpha = \sqrt{(1 + \cos \alpha) : 2} =$
$= \sqrt{p(p-a) : bc}$; $\tan {}^1/_2 \alpha = \sqrt{(1 - \cos \alpha) : (1 + \cos \alpha)} = \sin \alpha : (1 + \cos \alpha) =$
$= (1 - \cos \alpha) : \sin \alpha = \sqrt{(p-b)(p-c) : (p-a)p}$; $\cot {}^1/_2 \alpha = \sqrt{(1 + \cos \alpha) : (1 - \cos \alpha)} =$
$= (1 + \cos \alpha) : \sin \alpha = \sin \alpha : (1 - \cos \alpha) = \sqrt{p(p-a) : (p-b)(p-c}$, kusjuures
a, b ja c — kolmnurga küljed ja $p = {}^1/_2 (a+b+c)$.

7. Siinuslause. $a : \sin\alpha = b : \sin\beta = c : \sin\gamma$.

8. Koosinuslause.

$a^2 = b^2+c^2-2bc\cos\alpha$; $b^2 = a^2+c^2-2ac\cos\beta$; $c^2 = a^2+b^2-2bc\cos\gamma$.

9. Tangenslause. $(a+b):(a-b) = \tan{}^1/_2(\alpha+\beta) : \tan{}^1/_2(\alpha-\beta)$.

10. Kolmnurkade lahendamine.

a) antud: a, b, γ. Kasustame tangenslauset: $\tan{}^1/_2(\alpha-\beta) = [(a-b):(a+b)]\tan{}^1/_2(\alpha+\beta)$ ja koosinuslauset: $c^2 = a^2+b^2-2ab\cos\gamma$.

b) antud: α, β, c. Kasustame siinuslauset $a = c\sin\alpha : \sin\gamma$.

c) antud: a, b, c. Kasustame poolnurga funktsioone: $\sin{}^1/_2\alpha = \sqrt{(p-b)(p-c):bc}$ ja $\cos{}^1/_2\alpha = \sqrt{p(p-a):bc}$.

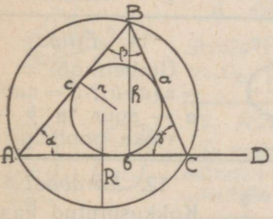
d) antud: a, b, α. Kasust. siinuslauset $\sin\beta = b\sin\alpha : a$; kui $a \geqq b$, siis on 1 lahendus, kui $a < b$, siis — 2 lahendust.

11. Sfääriline kolmnurk.

a) nurkade summa: $\pi < \alpha+\beta+\gamma < 3\pi$;
b) külgede summa: $0 < a+b+c < 2\pi$;
c) siinuslause: $\sin a : \sin\alpha = \sin b : \sin\beta = \sin c : \sin\gamma$;
d) koosinuslause: $\cos a = \cos b\cos c + \sin b\sin c\cos\alpha$;
$\cos b = \cos a\cos c + \sin a\sin c\cos\beta$; $\cos c = \cos a\cos b + \sin a\sin b\cos\gamma$.

V. Geomeetria.

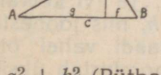
1. Planimeetria valemeid.



Tähised: S — pindala; h — kõrgus; R — ümberjoonestatud ja r — sissejoonestatud ringi raadiused.

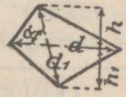
1. *Kolmnurk.* $\alpha+\beta+\gamma = 180^0$; $\angle BCD = \alpha+\beta$; $p = {}^1/_2(a+b+c)$; $S = {}^1/_2 bh = {}^1/_2 ab\sin\gamma = c^2\sin\alpha\sin\beta : 2\sin\gamma = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = abc : 4R = pr$.

2. *Täisnurkne kolmnurk.*

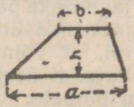


$h^2 = gf$;
$b^2 = cg$;
$a^2 = cf$;

$c^2 = a^2 + b^2$ (Püthagorase lause).

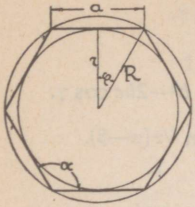


3. *Nelinurk.* $S = {}^1/_2(h+h_1)d = {}^1/_2 dd_1\sin\alpha$. Parallelogr. $S = bh$.



4. *Trapets.* $S = {}^1/_2(a+b)h$.

5. *Korrapäratu hulknurga* pindala leiame, kui ta jaotame diagonaalidega kolmnurkadeks ja arvutame iga kolmnurga pindala eraldi. Saadud kolmnurkade pindalade summa moodustab hulknurga pindala.

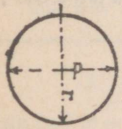


6. *Korrapärane hulknurk.*
n — külgede arv;

1) $\varphi = 180^0 : n$; 2) $a = 2\sqrt{R^2 - r^2} = 2R \sin \varphi =$
$= 2r \tan \varphi$; 3) $\alpha = 180^0 - 2\varphi$; 4) Ümbermõõt $= na$;
5) $S = \frac{1}{2} nR^2 \sin 2\varphi = nr^2 \tan \varphi = \frac{1}{4} na^2 \cot \varphi$.

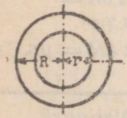
R, r, a ja S üksteisest olenevuse tabel.

n	$R:r$	$r:R$	$R:a$	$r:a$	$a:R$	$a:r$	$S:a^2$	$S:R^2$	$S:r^2$
3	2,000	0,500	0,577	0,289	1,732	3,464	0,433	1,299	5,196
4	1,414	0,707	0,707	0,500	1,414	2,000	1,000	2,000	4,000
5	1,236	0,809	0,851	0,688	1,176	1,453	1,721	2,378	3,633
6	1,155	0,866	1,000	0,866	1,000	1,155	2,598	2,598	3,464
7	1,110	0,901	1,152	1,038	0,868	0,963	3,634	2,736	3,371
8	1,082	0,924	1,307	1,207	0,765	0,828	4,828	2,828	3,314
9	1,064	0,940	1,462	1,374	0,684	0,728	6,182	2,893	3,276
10	1,052	0,951	1,618	1,539	0,618	0,650	7,694	2,939	3,249
11	1,042	0,960	1,775	1,703	0,564	0,587	9,364	2,974	3,230
12	1,035	0,966	1,932	1,866	0,518	0,536	11,196	3,000	3,215



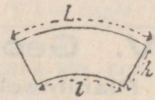
7. *Ring.*
$d = 2r$. Ümbermõõt
$C = \pi d = 2\pi r$.
$S = \pi d^2 : 4 = \pi r^2 =$
$= 0{,}7854\, d^2$.

8. *Ringi sektori* ja segmendi valemeid vt. lk. 23.

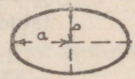


9. *Ringrõngas.*
$S = \pi (R^2 - r^2) =$
$= \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) =$
$= 2\, \pi \rho \delta$, kus
$\delta = R - r$*) ja
$\rho = \frac{1}{2}(R + r)$

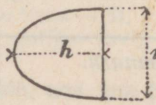
*) allpool ρ ja δ samad väärtused.



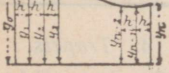
10. *Ringrõnga osa.*
$S = \frac{1}{2}\, h (L + l) =$
$= \pi \varphi (R^2 - r^2) : 360 =$
$= \pi \varphi \rho \delta : 360$,
φ — kesknurk.



11. *Ellips.*
Ümbermõõt $=$
$= \pi (a + b)$; $S = \pi ab$;
a — suur ja b — väike pooltelg.



12. *Parabool.*
Kokkusurutud kaare pikkus
$L = r\,(1 + 8h^2 : 3r^2)$;
$S = \frac{2}{3}\, hr$.



13. *Vabalt võetud kujundi pinna* arvutamiseks jagame ta paralleeljoontega y_0, $y_1 \ldots y_n$ (vt. kõrvalolev joonis) n ühelaiusteks ribakesteks h, mis joonestame nii, et võime pidada kahe ordinaadi vahel olevat kujundi äärjoont sirgeks, ja nii moodustab üksikute trapetsite summa kogu pindala. Kui neid pinnaribakesi on paarisarv, siis Simpson'i valemi järgi:

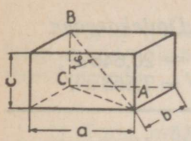
$S = \frac{1}{3}\, h\, [y_0 + y_n + 4\,(y_1 + y_3 + y_5 + \ldots\ldots + y_{n-1}) + 2\,(y_2 + y_4 + y_6 + \ldots\ldots + y_{n-2})]$.

Kui aga ribakeste arv on paaritu, siis viimase arvutame trapetsi-valemi abil, ülejäänud $n-1$ ribakeste pindala leidmisel tarvitame Simpson'i valemit.

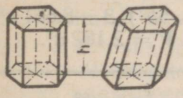
2. Stereomeetria valemid.

Tähised: S_p ja s_p põhjade pindalad; S_t — täis- ja S_k — külgpindala, h — kõrgus, V — ruumala, P ja p põhjade ümbermõõdud.

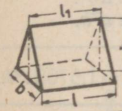
1. *Risttahukas.* Põhja diagonaal $AC=\sqrt{a^2+b^2}$; Diag. $AB=\sqrt{a^2+b^2+c^2}$; $\tan\varphi=\sqrt{(a^2+b^2)}:c^2$; $S_t=2(ab+ac+bc)$; $V=abc=S_p\,.\,h.$



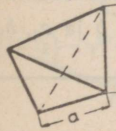
2. *Kuup.* $V=a^3$; $S_t=6a^2$.



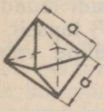
3. *Prisma.* $V=S_ph$; *püstprisma* $S_k=Ph$; $S_t=S_k+2\,S_p$.



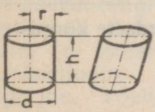
4. *Kiil.* $V=\frac{1}{6}(2l+l_1)\,bh$.



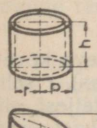
5. *Tetraeeder.* $V=\frac{1}{12}a^3\sqrt{2}=0{,}1179\,a^3$; $S_t=a^2\sqrt{3}=1{,}732a^2$.



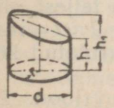
6. *Oktaeeder.* $S_t=2a^2\sqrt{3}=3{,}464a^2$; $V=\frac{1}{3}a^3\sqrt{2}=0{,}471\,a^3$



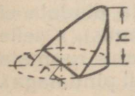
7. *Ringsilinder.* $S_k=2\pi rh$; $S_t=2\pi r(r+h)$; $V=\pi r^2h=\frac{1}{4}\pi d^2h=0{,}785d^2h$.



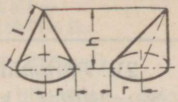
8. *Õõnessilinder* (toru). $S_k=2\pi h(R+r)$; $V=\pi h(R^2-r^2)=\pi h(R+r)(R-r)=2\pi h\rho\delta$.



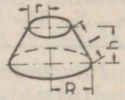
9. *Kaldulõigatud silinder.* $S_k=\pi r\,(h+h_1)$: $V=\frac{1}{2}\pi r^2\,(h+h_1)$.



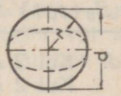
10. *Silindrilõik.* $S_k=2rh$; $V=\frac{2}{3}r^2h$.



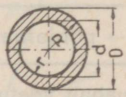
10. *Ringkoonus.* $S_k=\pi rl$; $S_t=\pi r(l+r)$; $V=\frac{1}{3}\pi r^2h=\frac{1}{12}\pi d^2h$; $l=\sqrt{h^2+r^2}$.



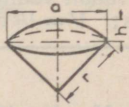
11. *Tüvikoonus.* $S_k=\pi l(R+r)$; $S_t=\pi\,[l(R+r)+R^2+r^2]$; $V=\frac{1}{3}\pi h(R^2+Rr+r^2)=\frac{1}{12}\pi h(D^2+Dd+d^2)$.



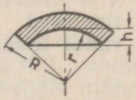
12. *Kera.* $S_t=4\,\pi Rr^2=\pi D^2$; $V=\frac{4}{3}\pi R^3=\frac{1}{6}\pi D^3=4{,}18879\,R^3=0{,}5236\,D^3$.



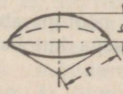
13. *Õõneskera.* $V=\frac{4}{3}\pi(R^3-r^3)=\frac{1}{6}\pi(D^3-d^3)$.



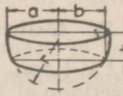
14. *Kera sektor.* $S_t=\frac{1}{2}\pi r\,(4h+a)$; $V=\frac{2}{3}\pi r^2h=2{,}0944\,r^2h$.



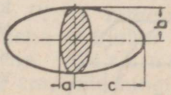
15. *Õõneskera sektor.* $V=\frac{2}{3}\pi h(R^2-r^2):r=2{,}094\,h(R^2-r^2):r$



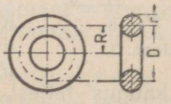
16. *Kera segment.* $S_k=2\pi rh$; $V=\frac{1}{3}\pi h^2\,(3r-h)$.



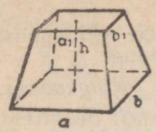
17. *Kerakiht.* $S_k=2\pi rh$; $V=\frac{1}{6}\pi h(3a^2+3b^2+h^2)$.



18. *Ellipsoid.* $V=\frac{4}{3}\pi abc$.

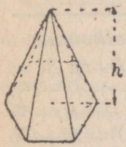


19. *Silindriline rõngas.* $S_t=4\pi^2Rr=39{,}478Rr=\pi^2Dd$; $V=2\pi^2Rr^2=19{,}739\,Rr^2=\frac{1}{4}\pi r^2Dd^2=2{,}467\,Dd^2$.



20. *Obelisk.*

$S_t = S_k + S_p + s_p$; $V = {}^1/_6\, h[(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1] = {}^1/_6\, h\,[ab + (a + a_1)(b + b_1) + a_1 b_1]$.

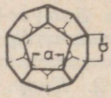


21. *Püramiid.*

$S_k = {}^1/_2 Pl$; l – külje apoteem; $S_t = S_k + S_p$; $V = {}^1/_3 Sh$.

22. *Tüvipüramiid.*

$S_k = {}^1/_2 (P + p)\, l$; $S_t = S_k + S_p + s_p$; $V = {}^1/_3 h(S_p + s_p + \sqrt{S_p s_p})$.



23. *Dodekaeeder.*

$S_t = 20{,}646\, a^2$; $V = 7{,}663\, a^3$.



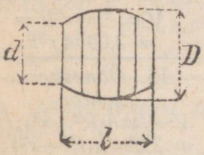
24. *Ikosaeeder.*

$S_t = 5a^2\sqrt{3} = 8{,}661\, a^2$; $V = 2{,}182\, a^2$.

25. *Pöördellipsoid.* Kui 2 a — pöördtelg, siis $V = {}^4/_3\, \pi\, ab^2$.
Kui 2 b — „ , siis $V = {}^4/_3\, \pi\, a^2 b$.

26. *Pöördparaboloid.* r — põhjaraadius; h — kõrgus; $V = {}^1/_2 \pi r^2 h = 1{,}5708\, r^2 h$.

27. *Vann.* Põhjad — vabalt võetud ellipsid, pooltelgedega a, b ja a_1, b_1; h — kõrgus; $V = {}^1/_6\, \pi h\, [2(ab + a_1 b_1) + ab_1 + a_1 b]$.



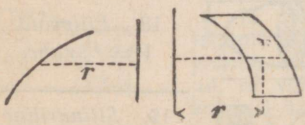
28. *Vaat.*

$V = {}^1/_{12} \pi l\,(2D^2 + d^2)$ ligikaudu, kui vaadi lauad on ringilised. $V = {}^1/_{15}\, \pi l\,(2D^2 + Dd + {}^3/_4 d^2)$ täpselt, kui vaadi lauad on paraboolsed. Praktiline valem: $V = 0{,}087\, l\,(2D + d)^2$.

Märkus. Koonuse, pöördparaboloidi, kera ja silindri võrdsete kõrgustega ruumalad suhtuvad üksteisega kui ${}^1/_3 : {}^1/_2 : {}^1/_3 : 1$.

3. Guldin'i juhised.

a) Pindala kohta (joon. 1). Kui l on telje ümber tiirleva kõverjoone pikkus (telg ja kõverjoon ei lõiku ja asuvad ühes tasapinnas), r selle kõverjoone raskustäpi kaugus teljest, siis tiirlemisest saadud keha $S = 2\pi rl$ = raskustäpi poolt käidud tee, korrutatud kõverjoone pikkusega.



Joon. 1. Joon. 2.

b) Ruumala kohta (joon. 2). Kui S on telje ümber tiirleva tasapinnalise kujundi pindala (telg ja pindala ei lõiku ja asuvad ühes tasapinnas), r selle kujundi raskustäpi kaugus teljest, siis tiirlemisest saadud keha ruumala $V = 2\pi rS$ (= kujundi raskustäpi poolt käidud tee, korrutatud kujundi pindalaga).

Mehaanika.

I. Tahkekehade mehaanika.

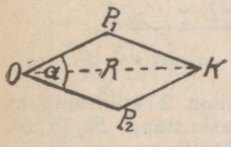
A. Staatika.

1. Tungid (jõud).

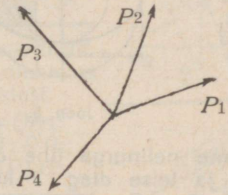
Tungiks (jõuks) nimetatakse keha liikumise oleku muutmise põhjust; tungi mõõdetakse kaaluühikutega (kg, g jne.). Graafiliselt kujutatakse tungi joonlõigetega.

a) Tungide liitmine ja lahutamine.

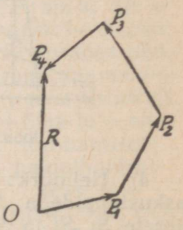
1) Tung määratakse rakendustäpi, sihi ja suurusega. Kui 2 tungi P_1 ja P_2 (joon. 1), n. n. komponendid, mõjuvad kehale nurgal α, siis nende resultanttung $R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2P_1 . P_2 . \cos \alpha}$; kui $\alpha = 0$, siis $R = P_1 + P_2$; kui $\alpha = 90^0$, siis $R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$; kui $\alpha = 180^0$, siis $R = P_1 - P_2$. Graafiliselt leitakse R tungide parallelogrammi OP_1KP_2 või kolmnurga OP_2K kaudu; selleks konstrueerime tungidele P_1P_2 ja nurgale α parallelogrammi või liht-



Joon. 1.



Joon. 2.



Joon. 3.

samalt kolmnurga. Parallelogrammi diagonaal või kolmnurga külg R annab otsitava resultanttungi suuruse ja sihi. Samuti toimub ka R lahutamine komponentideks P_1 ja P_2. Kui kehale mõjuvad mitu ühes tasapinnas asuvat tungi P_1, P_2, P_3, P_4 jne. (joon. 2), siis nende R leitakse järgmiselt: Vabalt võetud täpist O (joon. 3) tõmbame tungile P_1 (joon. 2) paralleeljoone ja temal mõõdame tungiga P_1 võrdse lõigu, täpist P_1 tõmbame paralleeljoone tungiga P_2 ja temal mõõdame tungiga P_2 võrdse lõigu jne. Võetud täpi ja täpp P_4 (joon. 3) ühendusjoon R ongi antud tungide resultanttung.

b) Tungide staatiline moment ja tungidepaar.

Tungi P staatiliseks momendiks M mõnesuguse täpi O suhtes nimetatakse tungi P korrutist ristijoonega l, mis on tõmmatud antud täpist O tungile P või tema pikendusele. $M_p = Pl$; l nimetatakse tungi õlaks. Moment on positiivne, kui P pöörab keha O ümber kellaosuti liikumise sihis, vastasel juhul on moment negatiivne. Märkmeid: 1) Kui tungi P mõõdame kilogrammidega, pikkust l cm, siis tungi momendi ühik on 1 cmkg. 2) Resultanttungi staatiline moment = komponentide momentide summaga. 3) Keha on tasakaalus, kui temale mõjuvate tungide momentide summa = 0.

Kaks võrdset, kuid vastassihiga paralleeltungi ($+P$ ja $-P$) moodustavad n. n. tungidepaari. Tungidepaari $R = 0$. Paarimoment on tungi P korrutis tungidevahelise kaugusega l; kui $l \neq 0$, siis tungidepaar tekitab pöörlemisliikumise.

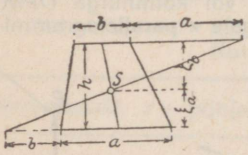
2. Raskustäpp (tähis S).

a) Joonte raskustäpp.

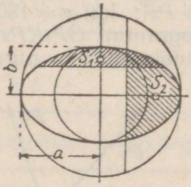
1) Sirge: Raskustäpp (S) on tema keskpaigas. 2) Ringikaar: S asub kaart poolitaval raadiusel r ja tema kaugus ringi kesktäpist $\xi = rb : l$, kus b on kõõlu ja l kaare pikkus. 3) Poolring: $\xi = 2r : \pi = 0{,}6366r$. 4) Veerandring: $\xi = 2r\sqrt{2} : \pi = 0{,}9003r$. 5) Kuuendikring: $\xi = 3r : \pi = 0{,}9549r$.

b) Pindalade raskustäpp.

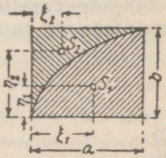
1) Parallelogramm: raskustäpp S asub diagonaalide lõikel.
2) Kolmnurk: S asub küljepoolitajate lõikel.
3) Trapets: S asub paralleelkülgi a ja b poolitaja sirgel ja tema kaugus a-st $\xi_a = {}^1/_3 h \,.\, (a+2b) : (a+b)$, kus h on trapetsi kõrgus. Graafiliselt leitakse S joonisel 8 näidatud konstrueerimisega.



Joon. 4.



Joon. 5.



Joon. 6.

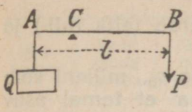
4) Nelinurk: Lahutame nelinurga ühe diagonaaliga 2 kolmnurgaks raskustäppidega S_1 ja S_2 ja teise diag. 2 kolmn. raskustäpp. S_3 ja S_4. Sirgete $S_1\,S_2$ ja $S_3\,S_4$ lõiketäpp S ongi nelinurga raskustäpp.
5) Segment: S asub segmendi kaart poolitaval raadiusel r ja tema kaugus ringi kesktäpist $\xi = b^3 : 12A$, kus A — segmendi pind, b — kõõl.
6) Sektor: S asub sektori kaart poolitaval raadiusel ja tema kaugus ringi kesktäpist $\xi = 2rb : 3l$ (b — kõõlu pikkus, l — sektori kaare pikkus).
7) Poolring: $\xi = 4r : 3\pi = 0{,}4244r$. 8) Veerandring: $\xi = 4\sqrt{2}r : 3\pi = 0{,}6002r$. 9) Kuuendikring: $\xi = 2r : \pi = 0{,}6366r$.
10) Elliptiline segment: raskustäpp ühtub niisuguse ringi segmendi raskustäpiga, mille d võrdub ellipsi peateljega ja on risti segmente moodustava kõõluga (joon. 5).
11) Parabooli pind (joon. 6): S_1 jaoks on $\xi_1 = 0{,}6\,a$ ja $\eta_1 = 0{,}375\,b$; S_2 jaoks on $\xi_2 = 0{,}3\,a$; $\eta_2 = 0{,}75\,b$.

c) Kehade raskustäpp.

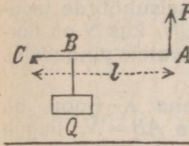
1) Püstprisma ja püstsilinder: S asub põhjade raskustäppe ühendava sirge keskpaigas. 2) Püramiid ja koonus: S asub tipu ja põhja raskustäppi ühendaval sirgel ja tema kaugus põhjast võrdub ${}^1/_4 h$. 3) Tüvipüramiid: S kaugus A põhjast $\xi = {}^1/_4 h \,.\, (A + 2\sqrt{AB} + 3B) : (A + \sqrt{AB} + B)$. ($A$ ja B — põhjade pindalad). 4) Tüvikoonus: (R, r põhjade raadiused, S kaugus suuremast põhjast $\xi = {}^1/_4 h \,.\, (R^2 + 2Rr + 3r^3) : (R^2 + Rr + r^2)$. 5) Kera segment: S kaugus kera kesktäpist $\xi = {}^3/_4 \,.\, (2r - h)^2 : (3r - h)$. 6) Poolkera: $\xi = 3r : 8$; 7) Õõnes poolkera: $\xi = {}^3/_8 \,.\, (R^4 - r^4) : (R^3 - r^3)$. 8) Kera sektor: S kaugus kera kesktäpist $\xi = {}^3/_8 (2r - h)$, (h — tähistab valemeis kõrgust).

Füüsika Instituudi
Raamatukogu

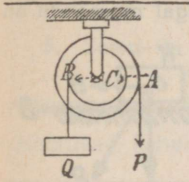
3. Lihtmasinad.



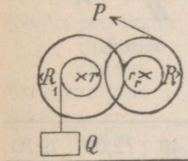
1. *Kang.* a) I liik:
$P \cdot BC = Q \cdot AC$;
$P = Q \cdot AC : BC$ ja
$Q = P \cdot BC : AC$;
$AC = Pl : (Q+P)$;
$BC = Ql : (Q+P)$.



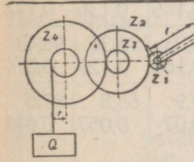
b) II liik:
$P \cdot AC = Q \cdot BC$;
$P = Q \cdot BC : AC$;
$Q = P \cdot AC : BC$;
$AC = Q \cdot AB(Q-P)$.



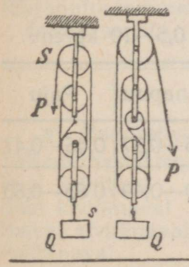
2. *Pöör.*
$P : Q = BC : AC$;
$P = BC \cdot Q : AC$;
$Q = AC \cdot P : BC$;
$BC = AC \cdot P : Q$;
$AC = BC \cdot Q : P$.



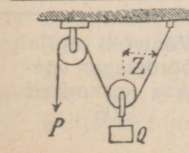
3. *Hammasrattad.*
a) P ja Q olenevus raadiustest.
$PRR_1 = Qrr_1$;
$P = rr_1 Q : RR_1$;
$Q = RR_1 P : rr_1$.



b) P ja Q olenevus hammaste arvust.
$P = QrZ_1Z_3 : lZ_2Z_4$
$Q = PlZ_2Z_4 : rZ_1Z_3$

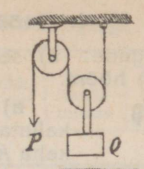


4. *Polüspast.*
S — tungi ja s — koorma teepikkus, n — plokkide arv.
$P = Q : n$ ja
$Q = nP$;
$s = S : n$ ja
$S = ns$.

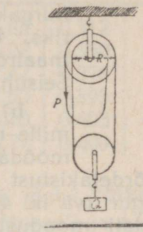


5. *I liiki plokk* (joonis puudub).
$P = Q$.

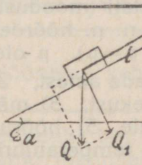
6. *II liiki plokk.*
$P = Q : 2\cos Z$;
$Q = 2P\cos Z$.



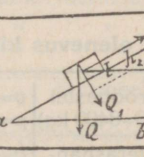
6-a. *II liiki plokk.*
$P = 1/2 Q$; $Q = 2P$;
$PS = Qs$;
S — tungi ja s — koorma tee. Iga ploki kasutegur = 0,95.



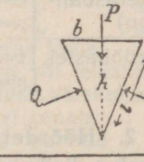
7. *Diferentsiaalplokk.*
$P = Q(R-r) : 2R$;
$Q = 2QR : (R-r)$;
Keskmine kasutegur $\eta = 0,5$.



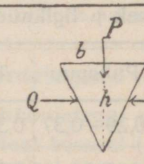
8. *Kaldpind.*
a) $P \parallel$ kaldpinnale.
$P = Qh : l = Q\sin\alpha$ ja $Q = Pl : h = P : \sin\alpha$; $Q_1 = Qb : l = Q\cos\alpha$;
Arvestades hõõrum. saame: $P = (\mu\cos\alpha \pm \sin\alpha)Q$; + üles- ja — allatõmbamisel; paigalhoidmiseks $P = (\sin\alpha - \mu\cos\alpha)Q$; μ - hõõrdetegur, vt. lk. 44.



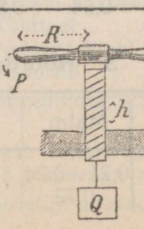
b) $P \parallel$ alusele;
$P = Qh : b = Q\tan\alpha$
$Q = Pb : h = P\cot\alpha$



9. *Kiil.*
a) $Q \perp$ kiilu pinnale. $Pl = Qb$;
$P = Qb : l$; $Q = Pl : b$.



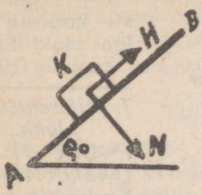
b) $Q \parallel$ kiilu alusele. $Ph = Qb$;
$P = Qb : h$ $Q = Ph : b$



10. *Kruvi.*
$P \cdot 2\pi R = Qh$;
$P = Qh : 2\pi R$;
$Q = 2\pi RP : h$.
Arvestades hõõrumist saame:
$$P = \frac{r(h + 2\pi r\mu)Q}{R(2\pi r - \mu h)}$$
kus r — kruvi keskm. läbimõõt

4. Hõõre (tähis H).

Hõõre on neljasugune: a) seisu-, b) liuge-, c) veerde (ehk rull-) ja d) keerde- (ehk kuul-) hõõre.

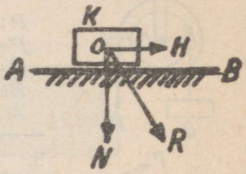


Joon. 7.

a) Seisuhõõre. Piirnurka ρ_0, milleni võib kallutada tasapinda AB, ilma et temal asuv keha K maha libiseks, nimetatakse seisuhõõrde nurgaks, ja $\tan \rho = \mu_0$ nimet. seisuhõõrde teguriks. Hõõre $H = N \tan \rho_0 = \mu_0 N$, kus N on normaalrõhk (rõhk, mis risti hõõruvatele pindadele). Seisuhõõrde tegur vt. lk. 45).

b) Liugehõõre. Kui keha K (joon. 8), mille normaalrõhk tasapinnale $AB = N$, liugub mööda seda tasapinda, siis igal momendil on vaja ületada nn. hõõrdetakistust $H = \mu N$, kus μ on liugehõõrde tegur (vt. lk. 45). Tungide H ja N resultant R alati moodustab normaaliga nurga $HOR = \rho$, n. n. hõõrdenurga, mille $\tan = \mu$; (tähend. $\tan \rho = \mu$). μ oleneb:

1) hõõruvate kehade ainest, 2) nende pindade ehitusest või olekust, 3) määrdeainetest, 4) rõhust pinnaühikule, 5) hõõruvate kehade liikumiskiirusest ja 6) temperatuurist.



Joon. 8.

1. μ olenevus kiirusest v km/t (Hütte).

Raudbandaažid raudrööbastel Poirée (vaguni kaal 3400–8400 kg)	v=16,56	26,28	31,68	51,48	72,00	79,20
	μ= 0,209	0,206	0,171	0,145	0,136	0,112
Malmpiduri klotsid terasbandaažidel (Galton)	v= algus	8,05	16,09	40,03	72,36	96,48
	μ= 0,330	0,273	0,242	0,166	0,127	0,074
Terasbandaažid terasrööbastel (Galton)	v= algus	10,93	21,8	43,9	65,8	87,6
	μ= 0,242	0,088	0,072	0,07	0,057	0,038

2. Hõõrdetegurid piduritele.

Kiirustele 1—20 m/sek μ ligikaudu muutmatu rõhkudel 0,5—10 kg/cm².

Hõõruvad ained	Pukspuu	Tamm	Pappel	Künnapuu	Paju
Malm	0,29—0,37	0,30—0,34	0,35—0,40	0,36—0,37	0,46—0,47
Raud	0,54	0,51—0,40	0,65—0,60	0,60—0,49	0 63—0,60

3. Hõõrdetegur käiadele.

	Malm	Teras	Raud	Väntvõlli üldhõõrdetegur võetakse keskmiselt
Jämesõmerlik käi . .	0,21—0,24	0,29	0,41—0,46	0,05
Peensõmerlik käi . .	0,72	0,94	1,0	

4. Liugehõõrde tegurid Renni järgi (Hütte).

Rõhk kg/cm²	Raud rauda mööda	Malm rauda mööda	Teras malmi mööda	Messing malmi mööda	Rõhk kg/cm²	Raud rauda mööda	Malm rauda mööda	Teras malmi mööda	Messing malmi mööda
	μ =					μ =			
8,79	0,140	0,174	0,166	0,157	23,62	0,312	0,333	0,347	0,215
13,08	0,250	0,275	0,300	0,225	26,22	0,350	0,351	0,351	0,206
15,75	0,271	0,292	0,333	0,219	27,42	0,376	0,363	0,353	0,205
18,28	0,285	0,321	0,340	0,214	31,50	0,395	0,365	0,354	0,208
20,95	0,297	0,329	0,344	0,211	34,10	0,403	0,366	0,356	0,221
					36,77	0,409	0,366	0,357	0,223

5. Seisu- ja liugehõõrde tegurid (μ ja μ_0) väikestele rõhkudele (0,96 kuni 1,37 kg/cm²) Moren'i ja t. järgi.

Hõõruvad kehad	Pindade olek	Hõõrdeteg. μ	Hõõrdeteg. μ_0	Hõõruvad kehad	Pindade olek	Hõõrdeteg. μ	Hõõrdeteg. μ_0
Pronks pronksile .	kuiv	0,2	—	Härjanahk tammele	veega	0,29	0,79
„ malmile .	„	0.21	—	Nahkr. malmseibile	kuiv	0,56	—
„ rauale .)	kerge	0,16	—	„ „	k. määre	—	0,28
Malm malmile .)	määre	0,15	0,16	„ „	veega	0,36	0,38
Raud „ . .	kuiv	0,18	0,19	„ „ normaal	määre	—	0,12
„ rauale . . .	„	0,14	—	„ tammseibile	kuiv	0,27	—
„ „ . . .	k. määre	—	0,13	„ „	k. määre	—	0,47
Teras terasele . .	kuiv	—	0,15	Härjanahk kolvides	kuiv	0,56	—
Malm tammele . .	„	0,49	—	„ „	veega	0,36	0,62
„ „ . .	veega	0,22	0,65	„ „	n. määre	0,15	0,12
Raud „ . .	kuiv	0,44	—	Teras jääle . . .	kuiv	0,014	0,027
„ „ . .	veega	0,22	0,65	Kivi või telliskivi		μ_0 =	
Tamm „ parall.	kuiv	0,48	0,62	tellisk. värskel segul	„	0,50—0,70	
„ „ risti .	„	0,34	0,54	Kivi rauale . . .	„	0,42—0,49	
Härjanahk tammele (nahk serviti)	„	0,33	0,43	„ puidule . . .	„	0,46—0,60	
				Kivimüüritus betoonile	„		0,76

6. Veoriistade hõõrdetegurid μ.

a) Raudrehvidega vankritele on üldhõõrdetegur μ ligikaudu järgmine:

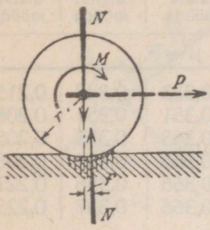
Terasrööbastel (vagunitele)	0,005—0,008	Heal šosseel (maant.)	0,016—0,028
Heal asfaltteel	0,01	Porisel šosseel	0,035
Heal kivitänaval . . .	0,015—0,02	Külateel	0,045—0,16
Halval kivitänaval	0,033	Pudeval liival	0,15—0,30
Puittänaval	0,018	Vedurite	μ = 0,08

b) Kummirehvidega vankrid: automobiilidel 25 km/t kiiruse juures asfaltteel μ = 0,021—0,031.

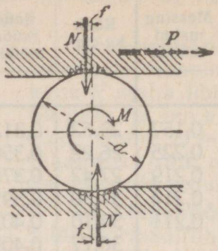
c) Saanid (reed): Puitjalased siledast kivist või puitteel määrimata μ = 0,38; kuiva seebiga määritult μ = 0,15; rasvaga määritult μ = 0,07.

Puitjalased lumel ja jääl μ = 0,035; rautatud jalased lumel ja jääl μ = 0,02.

c) Veerdehõõre.



Joon. 9.



Joon. 10.

Kui silinder veereb liugeta, tema normaalrõhk $= N$ (joon. 9.) ja liikumapanev tung on P, siis $Pr = M = Nf$ ja $P = Nf : r$ (f sentimeetrites on veerdehõõrde tegur). Kui tung P mõjub joonisel 10 näidatud viisil, siis: $Pd = 2Nf$ ja $P = 2Nf : d$. Veerdehõõrde tegurid: $f =$ 0,047 cm bakaut bakautile; 0,005 cm — raud rauale või teras terasele, ja 0,001 cm karastatud terasest kuulid terasele.

1. Tapi- ja laagrihõõre.

Silindertapi hõõrdemoment $M = \mu_1 Pr$ cmkg ja hõõrdetöö sekundis $T_h = M\pi n : 30 = \mu_1 Prn : 30$ cmkg/sek, kus P — tapi üldrõhk (kg), r — tapi raadius, h — pöörete arv min., μ_1 — tapi hõõrdetegur, mis oleneb rõhust tapile P, tapi ringkiirusest, määrdeõlist ja laagrikujust.

2. Tapi hõõrdetegur μ_1 (harilikul määrimisel)

Hõõruvad kehad	Pronks		Malm		Raud	
	pronksile	malmile	malmile	bakautile	malmile või pronksile	bakautile
$\mu_1 =$	0,1	0,09	0,075	0,07	0,003—0,03	0,11

3. Stribeck tegi katseid rõngasmäärde valgemetall-laagritega, kus tapi $d =$ 70 mm, pikkus $l =$ 70 mm, määrdeõli temp. = 25°, ja leidis järgmised μ_1 väärtused:

v m/sek =	$p^{1)} = 1$	2,25	4,0	9,0	16,0	25,0	36,0	49,0
7,7	—	0,0573	0,04	0,0209	0,0136	0,0112	—	—
4,03	0,067	0,048	0,0355	0,02	0,0128	0,0102	0,0087	0,0077
2,78	0,05	0,039	0,0288	0,0168	0,0114	0,0091	0,0080	0,0071
1,39	0,0415	0,0302	0,0213	0,0126	0,0085	0,0070	0,0063	0,0059
0,70	0,028	0,0212	0,0156	0,0091	0,0064	0,0052	0,0048	0,0045
0,23	0,018	0,0108	0,0081	0,0051	0,0035	0,0030	0,0027	0,0026
0,12	0,013	0,0072	0,0052	0,0032	0,0025	0,0021	0,0020	0,0020

1) $p = P : dl$.

4. Rull-laagri hõõre.

Hõõrdemoment $M_h = 1{,}2\,PfD_0 : d = \mu_1 Pr$ cmkg; $\mu_1 = 1{,}2\,D_0 f : rd$.

Veerdehõõrde teguri f väärtusi.

$p = 5P : dbi$	3	5	7,5	10	15
$f =$	0,0045	0,0034	0,0027	0,0023	0,0018

Märkus: Valemis ja tabelis tähistavad $d = 2r$ rulli läbimõõtu (cm), b — rulli pikkust (cm), i — rullide arvu, D_0 — rullide telgede liikumisringi läbimõõtu (cm).

d) Keerde- (kuul-) hõõre.

Kuullaagri hõõrdemoment $M_h \approx$ $\approx 1{,}2\,PfD_0 : d = \mu_1 Pr$ cmkg ja hõõrdetöö $T_h = 1{,}2\,PfD_0\pi n : 30d$, kus P — surve laagri rõngale (kg), d — kuuli läbimõõt (cm), r — võlli raadius (cm), D_0 — kuulide kesktäppide liikumisringi läbimõõt, n — pöörete arv minutis ja μ_1 — kuullaagri hõõrdetegur (vt. tabel).

μ_1 *väärtusi* (*Stribecki järgi*)

P	$n =$		
	65	385	780
380	0,0033	0,0035	0,0037
850	0,0020	0,0021	0,0022
1100	0,0017	0,0018	0,0019
3000	0,0013	0,0013	0,0013

B. Dünaamika.

Tähised: v_0 — algkiirus m/sek; v — lõppkiirus m/sek; t — aeg sek; s — käidud tee m; a — kiirendus m/sek²; h — kõrgus m; g — maakera gravitatiivne kiirendus m/sek² (g väärtusi vt. allpool p. 3); ω — nurkkiirus; r — ringi raadius; n — pöörete arv minutis; m — mass; G — keha kaal; P — tung; T — töö; N — võimsus.

Märkus: Alltoodud valemeis pole arvestatud õhutakistust.

1. Sirgjooneline liikumine.

a) Ühtlane liikumine: $v = s : t$; $s = vt$; $t = s : v$. b) Ühtlaselt kiirenev (või aeglustuv) liikumine: $v = v_0 \pm at$; $s = v_0 t \pm {}^1/_2 gt^2$; vabalangel ($v_0 = o$ ja $a = g$); $h = {}^1/_2 gt^2 = v^2 : 2g$; $v = gt = \sqrt{2gh}$; $t = v : g = \sqrt{2h : g}$; püstviskel $v = v_0 \pm gt$; $h = v_0 t \pm {}^1/_2 gt^2$ (+ kui visatakse ülalt alla ja — kui visatakse alt üles).

2. Kõverjooneline liikumine.

a) Ühtlane ringliikumine: $v = 2\pi rn : 60 = r\omega$; $\omega = v : r$; $a = v^2 : r = r\omega^2$; $\omega = 2\pi n : 60 = \pi n : 30$. b) Kaldvise (viskenurk α). Keha asendi määravad igal momendil koordinaadid: $x = v_0 t \cos\alpha$ ja $y = v_0 t \sin\alpha - {}^1/_2 gt^2$; viskeraja (trajektoori) võrrand $y = x \tan\alpha - gx^2 : 2\,v_0{}^2 \cos^2\alpha$ (parabool); $t = 2v_0 \sin\alpha : g$; $h = y_{max} = v_0 \sin^2\alpha : 2g$; viskekaugus $x_{max} = v_0{}^2 \sin 2\alpha : g$; $v = \sqrt{v_0{}^2 - 2gy}$. Arvestades õhutakistust, saame parima viskekauguse, kui $\alpha = 32^0$.

3. Pendli viipeseadused.

Kui viipenurk $\leqq 8^0$, siis viipekestus $t = \pi\sqrt{l : g}$ (sek); pendli pikkus $l = gt^2 : \pi^2$ (m).

g väärtused (m/sek²) ja sekundpendli pikkus l (m) mitmesugusel geogr. laiusel (g väärtusi Tallinna ja Tartu kohta vt. lk. 21).

Geogr. laius ^{0} . .	0^0	30^0	40^0	45^0	50^0	60^0	90^0
g väärtus m/sek²	9,7803	9,7932	9,8017	9,8062	9,8107	9,8191	9,8322
sek. pendli l (m)	0,9908	0,9923	0,9935	0,9938	0,9945	0,9949	0,9966

4. Mehaaniline töö ja võimsus.

1. **Töö** $T = Ps\cos\alpha$ (α on P ja s vaheline nurk), kui $\alpha = 0$ (tungi ja tee sihid ühtuvad), siis $T = Ps$. Teiselt poolt $T = {}^1/_2mv^2$, avaldist ${}^1/_2mv^2$ nimetatakse keha hooks või kineetiliseks energiaks. Tehniline tööühik on **1 meeterkilogramm** (mkg) = **1 m . 1 kg.**

Märkus: 1 Kcal (kilokalor) on ekvivalentne (võrdne) **427 mkg.** 427 mkg nimetatakse *soojuse mehaaniliseks ekvivalendiks, tähis J.*

2. **Võimsus** N on ajaühikus tehtud töö; $N = T : t$. Võimsuse ühik on 1 mkg/sek; *75 mkg/sek* nimetatakse hobujõuks (hj); võimsus hj-des: 1) $N = Ps : 75t = Pv : 75$ (sirgjoonelisel liikumisel) ja 2) $\pi dP : 75 . 60 = Prn : 716{,}2$ (kõverjoonelisel liikumisel) $M = 716{,}2\,N : n$, kus $M = Pr$ on pöördemoment.

Võimsuste võrdlustabel

Meeterkilogrammid mkg/sek	Hobujõud hj	Kilovatid KW	Inglise jalg-naelad sekundis	Inglise hobujõud HP
1	0,0133	0,00981	7,2331	0,01315
75	1	0,736	548,48	0,9863
101,98	1,36	1	737,6	1,34
0,1383	0,00184	0,00134	1	0,00182
76,04	1,014	0,7457	550	1

Märkus: 1) hobune võib võrdse pingutusega vedada järgmisi koormaid:

a) seljas 300 kg, b) halval külateel 600 kg, c) maanteel 2000 kg, d) raudrööbastel 20000 kg.

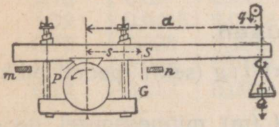
2) Tugeva mehe võimsus kangil 2 minut. tööajal võib olla kuni 0,5 hj. Kaheksatunnilisel tööajal on ta kasulik võimsus ${}^1/_{21}$ hj või $T = (75 : 21) . 60 . 60 . 8 = 102856$ mkg, see on töö, mida võib saavutada 240 Kcal-ga.

5. Tsentrifugaal-tung C.

$$C = mv^2 : r = Gv^2 : gr = 4G\pi^2r^2n^2 : 60^2gr = 4Gr\pi^2n^2 : 3600g \text{ (kg)}.$$

6. Masinate efektiivse töö T_e mõõtmine.

Jõumasina efekt. töö mõõtmiseks tarvitatakse enamasti **pidurtungimõõtjat**, n. n. Prony' pidurit (joon. 11), mis pannakse katsutava masina võlli ümber. Et pöörlev võll seda pidurit enesega ümber ei viiks, pannakse tema alla pukid m ja n. On G kangi kaal, S raskuse kesktäpp, siis määratakse esiti Gs, piduri klotsi ja võlli vahele asetatakse tera, ja raskus q valitakse nii suur, et pidurkang oleks horisontaalseisus, siis $Gs = qa$, ja $T_e = {}^1/_{30}\pi n(Qa \pm Gs) = {}^1/_{30}\pi na(Q \pm q)$, ja efekt. võimsus $N_e = {}^1/_{30}\pi na(Q \pm q) : 75$ hj $= na(Q \pm q) : 716{,}2$ hj.



Joon. 11.

7. Kasutegur.

Igalt masinalt saame meie tegelikult vähem tööd (efektiivne töö), kui ta peaks andma teoreetiliselt (teoreetiline töö T). Masina töökasutegur $\eta = T_e : T$; samuti on efektiivne võimsus N_e vähem teoreetilisest võimsusest N ning võimsuse kasutegur $\eta = N_e : N$.

Mõningaid andmeid kasutegurite kohta.

1. ***Soojusmootori mehaaniline*** kasutegur $\eta_m = N_e : N_i$, kus N_e on efekt. ja N_i indikatoorne võimsus; N_i arvutatakse indik. diagrammi abil (vt. tagapool „Soojusmootorid") keskmiselt $\eta_m = 80—90\%$.

2. ***Mootori soojuse*** kasutegur η_s näitab %-des, kui palju on kasustatud mootorisse juhitud auru- või põletissoojusest; $\eta_s = 632 : BK$, kus $632 = 75 . 3600 : 427$ on efekt. hj-tunnile (hj-te) ekvivalentne soojushulk, B — 1 hj-te vajalik auru või põletise hulk kg-des. K — põletise madalam ***kalorsus*** (= põletusaine kütteväärtus) või ühe kg auru soojussisaldus.

a) Kondensatsiooniga aurmootorite η_s: α) kompaundmootor (-masin), katla rõhk (k. r.) 20 at, $\eta_s = 15—18\%$; β) kõrgesurve aurmootor k. r. 30—60 at $\eta_s = 20—21\%$; γ) aurturbiin k. r. 20—25 at $\eta_s = 17—21\%$, kui k. r. = 35 at, siis $\eta_s = 23\%$; δ) aurvedur vabal väljaviskel (v. v.) $\eta_s = 8—10\%$. b) Sisepõlemootorid: α) suur gaasmootor v. v. $\eta_s = 28—32\%$; β) diislimootor v. v. $\eta_s = 33—38\%$. Kui äraminevat soojust kasustatakse soojendamiseks, keetmiseks, väiksemate jõumasinate, nagu aurvasarad, pumbad, aurturbiinid jm., käimapanemiseks, siis saame vastavalt soojusmajanduslikud kasutegurid: a, α) kuni $\approx 75\%$; β) — $\approx 80\%$; γ) — $\approx 80\%$; b, α) 40—70% ja β) kuni $\approx 85\%$.

3. ***Aurukatla*** kasutegur η_k näitab %-des, kui palju on kasustatud küttekoldesse viidud põletisest; paigalseisvate katelde $\eta_k = 70—80\%$, vedurite 55–75%.

4. ***Aurmootorite*** ökonoomiline (täielik) kasutegur $\eta = \eta_m . \eta_s . \eta_k$. Kui 500 hj kompaundmootori $\eta_m = 78\%$, $\eta_s = 15\%$ ja $\eta_k = 80\%$, siis $\eta = 0{,}88 . 0{,}15 . 0{,}8 = 0{,}106 = 10{,}6\%$.

5. ***Sisepõle-*** (plahvatus-) ***mootori*** $\eta = \eta_m . \eta_s$. Kui 3000 hj diislimootori $\eta_m = 85\%$, $\eta_s = 33\%$, siis $\eta = 0{,}85 . 0{,}33 \approx 28\%$.

6. ***Elektrimasinate kasutegurid.***

a) Alalisvoolu-generaator			b) Alalisvoolumootor		
Generaatori võimsus kW	1 hj annab vatte W	η	Mootori võimsus hj	1 hj tarvitab vatte W	η
10	625	0,85	1	1000	0,74
50	655	0,89	10	875	0,84
100	670	0,91	100	805	0,91
Suurem. gener.		0,92	Keskmiselt		0,83
Keskmiselt . .		0,88			

Märkmeid: 1) Et leida elektr.-masina kasutegurit, tuleb tegelikult saadud või tarvitatud vattide arv jagada 736-ga. Näide: 10 kW generaat. $\eta = 625 : 736 \approx 0{,}85 \approx 85\%$.

2) Vahelduvvoolu masinate kasukraad on natuke suurem.

7. ***Elektritransformaatori*** kasuteg. = 82—98%, olenedes võimsusest ja koormisest.

8. ***Plii-*** (=seatina-) ***akude*** ampertundide $\eta \approx 90\%$, pinge $\approx 78–85\%$ ja vatttundide $\approx 70\%$ 1 tunnilisel ning $\approx 75\%$ 3—4 t. tühjendamisel.

9. ***Töömasinate*** η: a) *Veepumbad:* α) tsentrifugaal- 60–70%, β) kolb- 80—93%; b) *Tõstekraanad:* α) liftid $\approx 25—50\%$, β) liikuvad montaažkraanad 55—60% ja γ) suurtel pukkidel asuvad kraanad 70—80%; c) *Ventilaatorid:* α) väikesed — 30—50%, β) suured 40—75%.

10. ***Polüspastide*** η leidmiseks tuleb iga hästimääritud kinnisplokkide η võtta 91—96%; vabaplokkide — 93—97%; halvastimääritud η on 3—4% vähem. 11. ***Kruvi*** (täisnurk- ühekäigukeere) $\eta = 35—45\%$. Suure surve kruvipresside $\eta = 27\%$. 12. ***Hammasrataste*** $\eta = 90—98\%$. 13. ***Rihmade ja köite*** η: α) uued, hästi pingutatud rihmade $\eta = 97—98{,}5\%$, β) hästi sissetöötatud — 98,5—99,25%, γ) uute traatköite $\eta = 99{,}95—99{,}98\%$, δ) kanep- või puuvillköite $\eta = 99{,}6—99{,}85\%$. 14. ***Vesiturbiinide*** $\eta = 75—80\%$; vesirataste $\eta = 60—75\%$.

8. Massi inertsimoment.

Pinna inertsimoment vt. tagapool.

a) Massi m inertsimoment I mõnesuguse telje suhtes võrdub kõikide massi elementide ja nende kauguste (r) ruutude korrutiste summaga, s. o. $I = \Sigma m \cdot r^2$.

b) Kui I_s on massi m inertsimoment raskustäpist läbiva telje suhtes ja I_a sellest teljest kaugusel a asuva paralleeltelje suhtes, siis $I_a = I_s + ma^2$.

c) Kui $I = mi^2$, kus m keha üldmass, siis i on inertsiraadius massile m. $I = mi^2 = Gi^2 : g$.

d) Kui on antud I ja keha kaugus tiirlemisteljest on r, siis $m = I : r^2$.

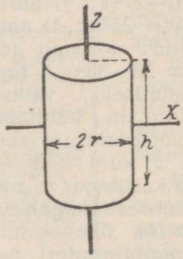
e) Mõnede kehade inertsimomendid. 1) Püstringsilinder (joon. 12): I_z (inertsimoment z telje suhtes) $= {}^1/_2 mr^2 = {}^1/_2 \pi r^4 h$; $I_x = {}^1/_4 m(r^2 + {}^1/_3 h^2) = {}^1/_4 \pi r^2 h(r^2 + {}^1/_3 h^2)$.

2) Õõnes silinder (joon. 13): $I_z = {}^1/_2 m(R^2 + r^2) = {}^1/_2 \pi h(R^4 - r^4)$; $I_x = {}^1/_4 m(R^2 + r^2 + {}^1/_3 h^2)$.

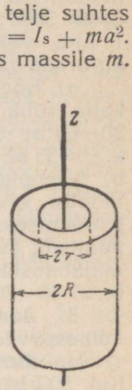
3) Kera: $I_x = I_z = {}^2/_5 mr^2 = {}^8/_{15} \pi r^2$.

4) Õõnes kera: $I_x = I_z = {}^2/_5 m(R^5 - r^5) : (R^3 - r^3) = {}^8/_{15} \pi (R^5 - r^5)$.

5) Rõngas: $I_z = m(R^2 + {}^3/_{16} a^2)$; $I_x = m({}^1/_2 R^2 + {}^5/_{32} a^2)$.



Joon. 12.



Joon. 13.

II. Hüdromehaanika.

1. Hüdrostaatika.

a) Anuma põhja- või seinarõhk $P = She$; S — põhja või seinaosa pindala, h — vedelikusamba kõrgus (seinaosa puhul — keskmine kõrgus) ja e vedeliku erikaal. b) Ühendatud anumad: $h_1 : h_2 = e_2 : e_1$. c) Arhimedes'e seadus: Altrõhk (raskuse näivkaotus) $P = Ve$ (V — keha ruumala).

2. Hüdrodünaamika.

a) Vedeliku väljavoolu kiirus $v = \sqrt{2gh}$ (Bernulli võrrand). b) Teoreetiliselt väljavoolanud vedeliku hulk $Q = vS = S\sqrt{2gh}$, kus S mulgu ristilõike pind, mille kaudu vesi voolab. Tegelikult on see hulk vähem, sest: 1) vedeliku väljavoolu kiirus v_1 tegelikult on väiksem teoreetilisest kiirusest v, Weisbach'i järgi $v_1 : v = \varphi =$ kiiruslik tegur, mis keskmiselt = 0,97. 2) Joaristilõike pind S_1 on vähem mulgu ristilõikepinnast S; $S_1 : S = \alpha =$ joa kokkusurumistegur, mis keskmiselt = 0,64, nii et tegelikult väljavoolanud veehulk Q_1 on vähem teoreetilisest hulgast Q; $Q_1 : Q = \mu = \alpha\varphi$; μ on väljavoolamistegur, siit järgneb: $Q_1 = \alpha\varphi S\sqrt{2gh} = \mu S\sqrt{2gh}$; μ väärtus kõigub 0,5 ja 1 vahel ja oleneb suuremal määral joa kokkusuruvusest.

c) Liikuva vee võimsus. 1) Kui langeva vee hulk on Q m³/sek ja langekõrgus h m, siis teoreetiliselt saadud vee võimsus $N = 1000\,Qh$ mkg/sek = $= 1000\,Qh : 75$ hj. 2) Torus kiirusega v m/sek voolaval veehulgal Q m³/sek on võimsus $N = {}^1/_2 mv^2 = 1000\,Qv^2 : 2g = 1000\,Qh$ mkg/sek, kus $h = v^2 : 2g$ ja m sekundmass.

III. Gaasidemehaanika.

1. Üldomadused.

Kõiki gaasilisi aineid on võimalik veeldada kas jahutamisega või rõhuga. Veeldumispiiri lähidal olevaid gaasilisi aineid nimet. a u r u d e k s, ülikuumendatud gaasilisi aineid lihtsalt g a a s i d e k s.

a) **Gaaside rõhku mõõdetakse:**

1) Veesamba mm või m; 2) elavhõbeda (Hg) samba mm või cm; 3) kg/m², tähis P ja kg/cm², tähis p; 4) naeladega/toll² ja 5) atmosfääridega. 1-meetriline (uus) atmosfäär (at) = 1 kg/cm².

Mitmesuguste rõhkude võrdlustabel.

Atmosfäärid (vanad)	Veesamba meetrid või 0,1 at (uut atm.)	Elavhõbeda-samba mm Hg	Elavhõbeda-samba tollid toll Hg	Ingl. naelad ruuttollile ingl. n/toll²
1	10,333	760	29,92	14,7
0,0968	1	73,55	2,896	1,422
0,0013	0,0136	1	0,0394	0,0193
0,0333	0,3453	25,4	1	0,4912
0,0680	0,7031	51,712	2,0359	1

b) **Paisumisseadus ja gaaside oleku võrrandid.**

1) Jääval temp. on antud gaasihulga ruumala pöördvõrdeline rõhuga, s. o. $v_1 : v_2 = p_2 : p_1$, või $p_1v_1 = p_2v_2 =$ konstant (Boyle-Mariotte'i, loe: boil-marioti, seadus), kus v_1 ja v_2 tähistavad 1 kg gaasi ruumala m^3, p_1 ja p_2 — absoluutset rõhku [1]) kg/cm².

2) Et gaasi hulga ruumala vähendamisel suureneb tema erikaal e kg/m³, siis me võime kirjutada: $e_1 : e_2 = p_1 : p_2$, s. o. gaasi erikaal on võrdeline rõhuga.

3) Jääval rõhul on antud gaasihulga ruumala võrdeline absoluutse temperatuuriga T [2]), s. o. kui gaasihulga ruumala temperatuuril t_1 võrdub v_1 ja temp. t_2 võrdub v_2, siis $v_1 : v_2 = T_1 : T_2$ (Gay-Lussac'i, loe: gee-lüssaki, seadus).

4) Mõlemaid seadusi võib ühendada, ja siis saame: $v_1p_1 : T_1 = v_2p_2 : T_2$ (Boyle-Mariotte'i — Gay Lussac'i valem).

5) Üldised gaaside oleku võrrandid: a) $pv = RT$ ja b) $pV = GRT$, kus-juures R — gaaside konstant, V — gaaside ruumala m³ ja G on gaasi kaal kg; $G = pV : RT$.

6) Gaaside konstant $R = (c_p - c_v)\,J = 848 : \mu$, kus μ = molek.-kaal; J väärtus vt. lk. 48; c_p väärtusi vt. lk. 57, p. 4, 7 lahter.

7) Kui gaasi erikaal p_1 ja T_1 juures on e_1, siis p_2 ja T_2 juures $e_2 = e_1p_2T_1 : p_1T_2$.

c) **Õhu koostis.**

1) kaaluline: 23,1% O + 75,55 N + 0,05% CO_2 + 1,3% A; 2) 20,9% O + + 78,13% N + 0,03% CO_2 + 0,94% A.

---

[1]) Absoluutse rõhu 0 täpp vastab absoluutsele tühjusele kinnises elavhõbeda-baromeetritorus. [2]) $T = 273 + t$. [3]) c_p tähistab gaaside erisoojust alatisel rõhul, c_v — erisoojust alatisel mahul.

TARTU ÜLIKOOLI

2. Staatika.

Õhurõhk merepinnal (baromeetri seis) on keskmiselt 760 mm Hg = 10333 kg/m²; olenedes atmosfääri mõjudest kõigub õhurõhk 720—800 mm piires, seega kõikuvus on $\pm$ 5,25%.

Kõrgus merepinnast m-tes ja vastav õhurõhk mm-tes. $t_k = 0^0$.

Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg	Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg	Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg	Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg
0	760	1000	674	6000	370	15000	124
100	751	1500	635	7000	328	20000	68
200	742	2000	598	8000	291	30000	20
300	733	3000	530	9000	258	40000	6
400	724	4000	470	10000	229	50000	1
500	716	5000	417				

Õhulaeva tõstejõud. Kui V tähistab õhulaeva gaasi ruumala m³, e' — gaasi erikaalu, e — õhu erikaalu, $a = e - e'$ gaasi ruumala ühiku tõstejõudu kg/m³, siis õhulaeva tõstejõud $A = Va$ kg; kui G on õhulaeva oma kaal kg, siis ta võib võtta endaga kaasa koorma $K = A - G$ kg.

760 mm Hg õhurõhul 0^0 temp. ja kuiva õhu puhul (õhu erikaal $e_0 = 1{,}293$ kg/m³) on: valgustusgaasi $e'_0 = 0{,}67 - 0{,}45$ kg/m³ ja $a_0 = 0{,}62 - 0{,}82$; puhta vesiniku $e'_0 = 0{,}0896$, $a_0 = 1{,}203$; hariliku vesiniku $e'_0 = 0{,}15$ ja $a_0 = 1{,}1$. Õhu erik. e_t t temp. ja õhurõhul H mm, $e_t = 0{,}001293\, H : (1 + 0{,}00367t) \cdot 760$.

3. Tuule rõhk ja õhu takistus.

a) *Pind on risti tuule sihiga.* Kui tuule rõhk P kg on risti pinnale S m², tuule kiirus v m/sek, ψ — katseline tegur, mis muutub 1—3 piires, e — 1 m³ õhu kaal kg, siis $P = \psi e S v^2 : 2g$ (kg) ja õhu rõhk p 1 m² on: $p = P : S = \psi e v^2 : 2g$ (kg). Õhukestele siledaile plaatidele, pindalaga $S = 0{,}1$ m², saame järgmised valemid: $P = 0{,}122\, S v^2$ ja $p = 0{,}122\, v^2$, kus $\psi = 1{,}86$ ja $e = 1{,}293$ kg/m³. Järgmine tabelike näitab p olenevust v-st:

$v =$	2	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
$p =$	0,5	1,1	4,4	9,9	17,6	27,6	39,7	54	70,6	89,3	110,2	133,4	158,7	186,3	215,1

Beaufort'i (loe: bofoor'i) **tuule rõhu ja kiiruse astmik.**

Tuule kõvadus pallides	Tuule nimetus	Tuule		Tuule kõvadus pallides	Tuule nimetus	Tuule	
		keskm. kiirus m/sek	rõhk kg/m²			keskm. kiirus m/sek	rõhk kg/m²
1	Tasane tõmme	3,6	1,5	7	Kõva tuul . .	17,9	38,7
2	Tasane tuul . .	5,8	4,1	8	Tormine tuul .	21,5	55,6
3	Kerge tuul . .	8,0	7,7	9	Torm	25,0	75,6
4	Mõõdukas tuul	10,3	12,6	10	Kõva torm . .	29,1	102,5
5	Värske tuul . .	12,5	18,9	11	Raske torm . .	33,5	135,7
6	Kange tuul . .	15,2	27,9	12	Raju (orkaan) .	40,2	195,5

b) *Pind on kaldu tuule sihiga.* Kui tuul rõhub pinnale S, α nurga all (p väärtused vt. eespool tabelist), siis P arvutatakse kaheldi: 1) $P = Sp \sin^2 \alpha$ või 2) $P = Sp \sin \alpha$. Kui õhk seisab ja pind S liigub kiirusega v m/sek, siis arvatakse tekkivat õhu takistust p. p. a) ja b) antud valemite abil.

Materjalid.

I. Tehniliselt tähtsamaid sulameid.

1. Vase sulatusi teiste metallidega.

Sulami nimetis	Vask	Tsink	Tina [1]	Plii [2]
a) Vask peaaine. Pronksid:	Koostis %-des			
1. Masina . . .	85	~4	10	<1,5
2. Laagri	82	Ni [3] 0,5	1	16,5
3. Vaskraha . . .	95	1	4	—
4. Kujude . . .	86	4	7	3
5. Kella	80	—	20	—
6. Mere (saksa) . .	86	4	10	—
7. Kuld	90,5	3	6,5	—
8. Kolvirõngaste .	84	4	8	—
9. Jaapani . . .	81,6	3,6	4,6	10,2
10. Vosvor . . .	86—90	0—4	7—11	P 0,1-1
11. Nikkel . . .	50—70	—	Ni 50—30	
12. Alumiinium . .	88,7	—	—	Al 11,3
Deltametall Fe 1% .	56	40	Mn 1	2
Tombak	88	12	—	—
Lehekuld	78	18	2	2
Messing	80—57	20—43	—	—
„ valge . . .	50—20	50—80	—	—
Sterro-metall . . .	60,7	36,9	1,4	—
Punanevalu . . .	82—86	0—6	16—8	0—0,1
Kõva punanev. Fe 5%	70	9	9	7
Alum.-messing . .	80	32	Al 8	—

Sulami nimetis	Vask	Tsink	Nikkel	Plii
Uushõbe	50	30	20	—
Argentaan	55,5	29	15,5	—
Alfeniid	50	25	25	—
Alpaka	60	20	20	—
Nikkelvask	79	Fe 4	15	Mn 2
Nikkelmessing Fe 0,5%	50	39,4	10	0,1
Monel-metall . . .	30	—	70	—
Nikkelraha	75	—	25	—

b) Alumiiniumi sulameid.	Vask	Tsink	Nikkel	Alum.
Nikkelalumiinium .	—	—	76,4	23,6
Autode metall Sn 5%	3,5	7,5	0,5	8,5
Magnoolium . . .	—	Mg 20	—	80

c) Tina antimoon metallid.	Vask	Antim.	Tina	Plii
Tapilaagrite metall .	—	9,5	38,2	58,3
Veduritelgede „ .	6	11	83	—
Kolvirõngaste „ .	6	16	78	—
Trükitähtede „ .	—	23	2	75
Britannia „ .	2,7	8,7	88,6	—
Babiit „ .	1,2—6	11—18	—	0,3-83
Valge „ .	5—9	10—18	85—73	—
Antifriktsioon „ .	5	10	—	85

2. Kergeid metalle (alumiiniumi sulameid).

Sulami nimetis	Koostis %-des	Eri-kaal	Sulamis-täpp	Elastsus-moodul	Tõmbetuge-vus kg/mm²
Duralumiin . . .	Al 95: Mg 0,5; Mn 0,25—1; Cu 3,5—4,5;	2,8	650	7000—7500	pehme: 24 kõva: 42 parend: 48
Lautaal	Al 94; Cu 4; Si 2;	2,75	650		pehme: 20-25 parend: 38-48
Silumiin (Alpax) .	Al 86,5; Si 13; Fe 0,5;	2,66	575	6000 – 6500	pehme: 16 kõva: 25
Elektron	Mg 95; Zn 3; Si 2;	1,8	640	valatud: 4000 tõmmat.: 4500	pehme: 28-32 kõva: 34-40
K-S. sulam . . .	Al 74—80; Si 20—12; Cu 6–8;	2,73	650	7000—7100	

Kolvide metalle: 1) Alusiil: Al 70, Si 20; erikaal 2,7. 2) Bohnalite: Al 87,5—89,9; Cu 11—9; Mg 0,5–0,1; Fe 1; erikaal 2,8—3,1.

Märkus: Metallsulatis sulab kergemini kui teda sünnitavad metallid, samuti on sulatis kõvem ja tugevam kui üksikud metallid; väheneb soojuse- ja elektrijuhtivus.

[1]) Tina = inglistina, [2]) Plii = seatina, [3]) Tabeleis ettetulevate sümbolite tähendusi vt. lk. 55 ja 56.

3. Joodiseid

a) Pehmejoodiseid.

Koostis % Tina	Koostis % Plii	Sulamis-täpp	Tarvitatakse
25	75	268°	Tinatorude jootmisel.
30	70	257°	Kardsepa-töödel.
33	67	250°	Tsink- ja tsingitud karra jootmisel.
40	60	235°	Messing- ja valgekarra jootmisel.
50	50	213°	
60	40	184°	Kergesti sulavate metallide jootmisel.
90	10	218°	Sööginõude ja arstiriistade tinutamisel.

b) Kõvajoodiseid.

Koostis % Vask	Koostis % Tsink	Sulamis-täpp	Tarvitatakse
42	58	820°	Messingi jootm. mis sisaldab 60% ja enam Cu.
45	55	835°	67% ja enam Cu sisaldava messingi jootmisel.
51	49	850°	Vase sulatiste, mis sisaldavad üle 6,8% Cu jootm.
54	46	875°	Vase, punasevalu, pronkside, lintsae jm. jootmisel.
65	34,5	910°	(0,5% Sb) Raua jootmisel.

1) Pehme joodis alum. pronksile sisaldab 57% Zn ja 43% Cd; 2) Alumiiniumi joodis sisaldab 67% Al, 21% Sn ja 12% Cu.

c) Kiirjoodiseid.

Koostis %-des Tina	Plii	Vismut	Sulamis-täpp
15	25	60	125
25	22	53	113
15,5	32	52,5	96

d) Hõbejoodiseid.

Koostis %-des Hõbe	Vask	Tsink	Tina	Sulamis-täpp	Tarvitatakse
12	36	51,5	0,5	785	58% ja enam sisaldava messingi ning Vask- ja pronksosade jootmisel.
25	40	34,5	0,5	765	
70	26	3,7	0,3	780	Elektrijuhtmete jootmisel, et vähendada takistust jootekohal.

4. Kergesti sulavaid metalle.

Sulatise nimetis	Kadm.%	Tina	Plii	Vismut	Sulam. temp. °C	Erisoojus
Roose-metall		23,6	27,5	48,9	110	0,0552
Sulatis klišeedele		22,2	22,2	55,6	105	
Woodi-metall	7	14,7	25,9	52,4	70	0,0352
Lipovitzi-metall	10,1	12,2	25	50,7	60	0,0345

II. Tähtsamate ainete füüsikalisi omadusi.

Märkmeid: 1) Elementide aatomi- (resp. molekuli-) kaalud on rahvusvahelised ja neid kontrolliti viimati 1934. a. 2) Erikaal $e = P : V$, kus P on aine kaal t-des, kg-des või g-des ja V ruumala m^3-tes, dm^3-tes või cm^3-des. Temperatuuril t $e_t = e_0 : (1 + \gamma t)$, kus e_0 — erik. 0^0 ja γ ruumpaisumistegur. 3) Seletusi paisumisteg., erisoojuse jne. vt. tagapool „Soojusõpetusest"; eritakistuse ja temp. teguri kohta on seletusi „Elektrotehnikas". 4) Tabeleis, lk. 56 ja 57 on antud tegurid suurendatult 10^n korda; et näit. saada alumiiniumi paisumistegurit, tuleb 0,237 jagada 10^4, seega $\beta_{al} = 0{,}0000237$, hõbeda soojuse juhtivus $\lambda = 101 : 10^2 = 1{,}01$ jne.

1. Elementide füüsikalisi omadusi.

(vt. ka järgm. tabel lk. 56 ja 57.)

Element	Sümbol	Aatomikaal	Erikaal	Sulamistäpp	Keemistäpp (760mm)	Element	Sümbol	Aatomikaal	Erikaal	Sulamistäpp	Keemistäpp (760mm)
Arsen	As	74,91	5,72	817	630 [1]	Raadium	Ra	225,97	—	700	—
Baarium	Ba	137,36	3,6	658	1537	Roodium	Rh	102,91	12,3	1970	—
Berüllium	Be	9,02	1,85	1280	—	Rubiidium	Rb	85,44	1,52	39,0	696
Boor	B	10,82	1,73	2300	—	Ruteenium	Ru	101,7	12,26	>1950	—
Broom	Br	79,916	3,14	—7,3	58,7	Räni	Si	28,06	2,35	~1414	2400
Düsproosium	Dy	162,46	—	—	—	Samaarium	Sm	150,43	7,8	~1350	—
Erbium	Er	167,64	4,77	—	—	Selen	Se	78,96	4,80	220,2	688
Fluor	F	19,00	1,11 [2]	—223	—188	Skandium	Sc	45,10	—	—	—
Gallium	Ga	69,72	5,9	29,75	2300(?)	Strontsium	Sr	87,63	2,60	797	1366
Germaanium	Ge	72,60	5,40	958+5	—	Tallium	Tl	204,39	11,85	302	1306
Heelium	He	4,002	0,122 [3]	-272 [4]	—268,8	Tellur	Te	127,61	6,24	452,5	1390
Indium	In	114,76	7,25	154	—	Titan	Ti	47,90	4,50	~1800	—
Jood	J	126,92	4,942	113,5	184,35	Toorium	Th	232,12	11,5	1842	—
Kroom	Cr	52,01	7,1	1765	~2200	Tseesium	Cs	132,91	1,87	28,5	670
Lantan	La	138,92	6,15	810	—	Tseerium	Ce	140,13	6,8	630	—
Liitium	Li	6,940	0,534	180	1336	Tsirkoonium	Zr	91,22	6,53	1860	—
Mangan	Mn	54,93	7,3	~1250	1900	Uraan	U	238,14	18,7	~1300	—
Molübden	Mo	96,0	10,2	2500	~3560	Vanaadium	V	50,95	5,7	1715	—
Neon	Ne	20,183	0,695 [5]	-248,6	—545,9	Vosvor (valge)	P	31,02	1,83	44	280,5
Neodüm	Nd	144,27	7,0	840	—	Ütterbium	Yb	173,04	—	—	—
Niob	Nb	93,3	8,56	1950	—	Üttrium	Y	88,92	4,6	—	—
Praseodüm	Pr	140,92	6,5	940	—						

[1]) subl. täpp, [2])[3]) vedel, [4]) 26 atm. juures, [5]) õhu suhtes.

2. Tahkeainete (ja mõnede elementide) füüsikalisi omadusi

Aine nimetus	Sümbol	Aatomikaal	Erikaal g/cm³	Paisumistegur $10^4\beta$ 0°–100° C	Erisoojus 18°C juures	Soojuse juhtivus $10^2\lambda$ 18° C	Sulamistäpp °C	Sulamissoojus Kcal/kg	Keemistäpp	Eritakistus 18° C juures $\Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$	Eritakistus 18° C juures Temp. tegur $10^3\alpha$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alumiinium	Al	26,97	2,65—2,80	0,237	0,214	48	658	92,4	~2000	0,032	3,6
Antimon	Sb	121,76	6,65—6,72	0,157	0,05	40	630	24,3	1440	0,45	4,1
Eboniit			1,15	0,84	0,34			2,77		$1 \cdot 10^{22}$	
Grafiit	C	12	2,17—2,3	0,019—0,029	0,16	3,7	3500			20—100	0,2—0,8
Hõbe	Ag	107,880	10,50	0,197	0,056	101	960,5	24	~1950	0,0163	4,1
Iriidium	Ir	193,1	22,42	0,066	0,032	14	2350			0,053	
Jää			0,917	0,51	0,5	0,6	0	79,65		10^{13}	
Kaalium	K	39,096	0,86	0,83	0,18	23	63,5	14,5	762	7,1	5,8
Kadmium	Cd	112,41	8,54—8,67	0,526	0,056	22	321	13	770	0,076	4,0
Kaltsium	Ca	40,08	1,55		0,149		851		1240	4,6	3,6
Klaas, flint-			2,9—3,5	0,079	0,12	0,14				$8 \cdot 10^{19}$	
Klaas, kroon-			2,4—2,8	0,09	0,16	0,16				$2 \cdot 10^{17}$	
Konstantaan			8,88	0,152	0,098	5,4			(30 mm)	0,49	0,005
Koobalt	Co	58,94	8,8	0,126	0,104		1490	58	~2375	9,7	6,6
Kuld	Au	197,2	18,88—19,33	0,143	0,0312	70	1063	16	2677	0,023	4,0
Kvarts ⊥ teljele	SiO_2	60,06	2,65	0,142	0,19	1,6	1470		2590	$3 \cdot 10^{20}$	
Kvarts ∥ teljele				0,08		3,3				$1 \cdot 10^{18}$	
Malm			7,03—7,87	0,114		12	1135—1220	23—34			
Magneesium	Mg	24,32	1,74	0,260	0,25	38	650	46,5	1120	0,043	4,0
Messing			8,44—8,7	0,188—0,193	0,0917	26	900			1,8—6,3	2
Naatrium	Na	22,997	0,97	0,72	0,290	32	97,7	27	880	4,3	5,5
Nikkel	Ni	58,69	8,6—8,9	0,130	0,108	14	1455	65	2340	0,012	6,6
Osmium	Os	191,5	22,5	0,068	0,031		2500		(30 mm)	60	4,2
Pallaadium	Pd	106,7	10,9—12,16	0,137	0,057	16,8	1553			11	3,5
Parafiin			0,87—0,91	1,07—4,7	0,775	0,05	38—56	35,1		1.10^{20}	
Plaatina	Pt	195,23	21,37	0,090	0,032	16,60	1771	27	3800	0,110	3,9
Plii (seatina)	Pb	207,22	11,34	0,289	0,031	8,30	327	6,3	1540	0,21	4,2
Portselaan			2,3—2,5	0,05	0,258	0,25	3030			3.10^{18}	
Raud	Fe	55,84	7,85—7,88	0,117	0,114	14	1530	23—33	2450	0,10—0,13	6,5
Tantal	Ta	181,4	16,6	0,66	0,033	13	3030			0,155	3,5
Teemant			3,51	0,012	0,112					1.10^{18}	
Tina	Sn	118,70	7,28	0,305	0,054	15,7	231,9	14,6	2275	0,11—0,14	4,6
Tsink	Zn	65,38	6,9—7,19	0,639	0,093	26,50	419,4	26,6	907	0,061	3,7
Vaha			0,96—0,97	2,3—15,2			63	42,3		$2 \cdot 10^{19}$	
Vask	Cu	63,57	8,3—8,95	0,162	0,092	92	1082	42	2360	0,0174	4,1
Vismut	Bi	209,00	9,80	0,134	0,030	1,9	271	13	~1500	1,16	4,5
Volfram	W	184,0	19,1	0,044	0,037	38	3370		4830	0,055	4,1
Väävel (monokl.)	S	32,06	1,96	1,18	0,181	0,05	118,95	10,8	444,55	$1 \cdot 10^{21}$	
Woodi (loe vuudi) sulam			9,7		0,04	30	65,5	8,4		0,54	2

3. Mõnede vedelikkude füüsikalisi omadusi.

Aine nimetis	Keemilne valem	Aatomi- (molek.) kaal	Eri- 0° C	Paisumistegur $10^3\gamma$	Erisoojus 18° C	Sulamis- (kõvastumis-) temp.	Sulamis- (kõvastumis-) soojus	Keemis- temp.	Keemis- soojus	Kriitiline temp.	Kriitiline rõhk
Alkohol (metüül)	CH_4O	32,03	0,790	1,186	0,600	—98		65	262	240	78,5
„ (etüül)	C_2H_6O	46,05	0,789	1,049	0,593	—114		78	216	243	63
„ (amüül)	$C_5H_{12}O$	88,10	0,810	0,089	0,693			130	120		
Aniliin	C_6H_7N	93,06	1,022	0,083		—6	21	184	109	426	52,4
Atseton	C_3H_6O	58,05	0,792	1,348	0,521	—94	—	56	125	233	52
Bensool	C_6H_6	78,05	0,879	1,177	0,415	5,5	30,6	80	95	289	47,9
Bensiin			0,65—0,75	1,38	0,524			80—100			
Eeter (etüül)	$C_4H_{10}O$	74,08	0,714	1,513	0,552	—117	27,4	34,8	84,7	193,8	35,6
Elavhõbe	Hg	200,6	13,546	0,182	0,033	—38,89		357	68,7		
Glõtseriin	$C_3H_8O_3$	92	1,26	0,51	0,576	18	47,50	290			
Kloroform	$CHCl_3$	119,39	1,488	1,107	0,233	—63	18,3	602	61,2	260	54,9
Nitrobensool	$C_6H_5O_2N$	123,05	1,203	0,083	0,354	9—21	22,30	211	79,2		
Oliiviõli			0,918	0,72	0,471	—20		300			
Petrool			0,79—0,82	0,96	0,498			200—250			
Tärpentin	$C_{10}H_{16}$		0,858	0,94	0,430			156	74		
Toluool	C_7H_8	92,06	0,867	1,09	0,414	—95		111	86,2	320,6	41,6
Vesi	H_2O	18,016	0,9168	0,18	0,999	0	79,6	100	539,9	374	217,5
Väävelsüsinik	CS_2	76,12	1,27	1,140	0,238	—112		46	84	273	72,9
Äädikahape	$C_2H_4O_2$	60,03	1,049	1,100	0,473	17	46,25	118	97	321,6	57,1

4. Mõnede gaaside füüsikalisi omadusi.

Gaas	Sümbol	Aatomi- (molek.) kaal	1 m^3 kaal kg 0° ja 760 mm	Tihedus kuiva õhu suhtes 0° ja 760 mm	Keskmine paisumistegur $10^3\gamma$ 0°—100°	Erisoojus Cp 0°—100°	$\frac{Cp}{Cv}$	Kriitiline olek Temp.	Kriitiline olek Rõhk	Vedel olek Keemis-täpp	Vedel olek Keemis-soojus	Vedel olek Tihedus	Külmumis-täpp temp.
Õhk			1,2928	1,100	3,675	0,243	1,403	—140	39	—192	49		
Vesinik	H	1,0078	0,08985	0,06950	3,611	3,41	1,408	—239,3	12,8	—252	114	0,07	—259,2
Heelium	He	4,002	0,1787	0,1378	3,663	1,25	1,63	—267,9	2,3	—269	55	0,122	(26at.) —272
Lämmastik	N	14,008	1,2505	0,9672	3,668	0,249	1,389	—147,1	33,5	—195,67	47,7	0,879	—210,1
Hapnik	O	16,000	1,4292	1,1055	3,674	0,218	1,398	—118,8	49,7	—183	51	1,20	—219
Kloor	Cl	35,457	3,2140	2,490	3,833	0,124	1 365	141	83,9	—33,9	62,4	1,57	—100,5
Süsihapugaas	CO_2	44	1,9768	1,5291	3,71	0,221	1,30	31,9	77	—78,3	137	1,53kindl	—57
Ammoniaak	NH_3	17,032	0,7708	0,5962	3,86	0,520	1,262	130	115	—33,4	321	0,638	—77,7
Metaan	CH_4	16,03	0,7168	0,5545	3,69	0,531	1,316	— 95,5	50,0	—161,4		0,48	—184
Lämmast. hapend	NO	30,01	1,3402	1,0367	3,719	0,242	1,38	— 96	64	—151,8		1,27	—163,7
Väävlishapend	SO_2	64,07	2,9266	2,638	3,903	0,154	1,256	155,4	78,9	—10	96	1,46	—72,7
Väävelvesinik	H_2S	34,09	1,5392	1,1906		0,245	1,337	99,6	88,3	—60,2	135,8	0,96	—83
Argon	Ar	39,944	1,7809	1,3778	3,678	0,127	1,667	—117,4	52,9	—186	37,6	1,41	—190

5. Tähtsamate ainete erikaale.

Ahaat	2,5—2,8
Alabaster	2,3—2,8
Alumiinium taotud	2,75
„ valatud	2,56
„ valtsitud	2,68
Antratsiit	1,40—1,70
Antimonläik	4,70—4,85
Argetaan	8,4—8,7
Arseenik	5,77
Asbest	2,10—2,8
„ papp	1,2
Babiit	7,10
Baarium nitrat	3,24
„ sulfat	4,50
Basalt	2,8—3,2
Broomkaalium	2,76
„ -hõbe	6,47
Deltametall	8,6
Dolomiit	2,9
Ehituskivid, keskmiselt	2,5
Elavhõbeoksüüd	11,2
Elevandiluu	1,83—1,92
Galmei	4,1—4,5
Granaat	3,4—4,3
Guttapertš	0,96—0,99
Indigo	0,77
Joodtina	6,10
„ -kaalium	3,12
„ -hõbe	5,68
Kaali (K_2O)	2,32
Kalaluu	1,24
Kamper	0,99
Kampol	1,07
Kartul	1,06—1,13
Kaoliin	2,10
Kautšuk	0,92—0,96
Kiltkivi	2,65—2,7
Kivisüsi	1,2—1,5
Klaas, akna-	2,40—2,60
„ kristall-	2,89
„ peegli-	2.37—2,72
„ pudeli-	2,60—2,73
„ roheline-	2,64
Kloorhõbe AgCl	5,56
Koks	1,40
„ vaheruumiga	0,55
Kondid	1,7—2,0
Kriit	1,8—2,71
Kõrvakivi	1,3
Laava	2,823
Loomarasv	0,93
Lubjapagu	2,62—2,72
Lumi, värske	0,125
„ vajunud	0,8
Maarjajää kiltkivi	2,24
Magnetrauakivi	4,90
Merevaha	0,99—1,28
Merevaik	1,0—1,1
Naatron (Na_2O)	2,27
Naftaliin $C_{10}H_8$	1,145
Nahk toores	1,02
„ kuiv	0,86
Nisu	1,35
Pigikivi	6,50—6,60
Pilliroo-suhkur	1,61
Pimsskivi	0,40—0,90
Pliioksüüd	9,28
„ -süsihapu	6,43
„ -läik	7,4
„ -suhkur 15^0 C	2,395
Pruun rauakivi	3,80—4,20
„ kivisüsi	1,2—1,5
Puna tinamaak	5,95
„ vasemaak	5,70—6,00
Puidud õhus-kuivanud: vt. v „Puit", 3.	
Apelsinipuu	0,705
Granaadipuu	1,354
Kookospuu	0,736
Korgipuu	0,24
Kreeka pähklipuu	0,671
Küpressipuu	0,644
Leedripuu	0,695
Lodjapuu	0,770
Lärjepuu	0,52
Mooruspuu	0,897
Mustpuu	1,19
Oliivpuu	0,927
Punasaar	0,75—0,85
Rohelinepuu	1,21
Roosipuu	1,031
Sandlipuu	0,8—1,1
Seedripuu, harilik	0,596
„ india	1,315
Sidrunipuu	0,726
Viinapuu	1,327
Viirpuu	0 91
Puuvill	1,47—1,50
Põldpagu	2,50—2,60
Raskepagu	4,56
Rasv	0,92—0,95

Rasvakivi	2,6—2,8
Rauamaak	4,94—5,26
Rukis	0,68 - 0,79
Ränikivi	2,3
Sarv	1,69—1,83
Seleen-tina	8,20—8,80
Serpentiin	2,6
Siid (toores)	1,56
Stearin	0,97
Suhkur, valge	1,606
Šamott	1,85—2,2
Talk	0,94—0,95
Teras, karast.	7,82
„ karastamata	7,8
„ tiigel	7,92
„ valatud	7,86
Titaanraud	4,62—4,89
Topaas	3,50—4,01
Tsement	1,15—1,77
Tsinkläik	4,01
Tsinkoksüüd	5,60
Tsinnober	8,12
Tsinnober-oksüüd	6,90
Tulekivi	2,58
Tärklis (tükis)	1,5
Vaik, kuuse	1,073
Messing	8,40
„ -kard	8,52
„ -traat	8,43
Vaseläik	8,70
Vaseoksüüd	6,43
Viinakivi	1,85
Vilgukivi	2,65—3,2
Vill (lamba, õhukuiv)	1,32
Vormiliiv, kinnitambit.	1,65
Vosvor, punane	2,20
„ kristall	2,34
Väävelantimon Sb_2S_3	4,65
„ tina PbS	7,1

6. Vedelikkude erikaale.

Järvevesi 15° C	1,028
Keedusoolalahu (küllast. 18°C)	1,21
Kiviõli	0,75—0,84
Kreosoot	1,04
Merevaiguõli	0,80
Merevesi	1,03
Nafta, 19° C	0,758
Piim, värske 15° C	1,028
Puskariõli	0,82—0,83
Puuõli, 12° C	0,919
Rapsõli, 15° C	0,913
Salpeeterhape, 49,4 B 15° C	1,520
Soolhape, 24 B 15° C	1,200
Süsihape, kokkurõhut.	0,830
Tõrv, (kivisöest)	1,15
Vein	0,99—1
Vesi, destill. 4° C	1,000
Vesiklaas	1,25
Väävelhape 66° B 15° C	1,842
Õlu	1,03

Vedelikkude erikaalude (*e*) leidmine Baumè (loe: bomee) **areomeetri kraadide järgi 17,5° C juures**: $e = 146{,}78 : (146{,}78 \pm n)$, kus $+n$ tähistab vees kergemate ja $-n$ veest raskemate vedelikkude areomeetri kraadide arvu. Näide: Kui suur on väävelhappe erikaal, milles Baumè areomeeter näitab 56,8°? (Baumè lühendus Bè või B); $e = 146{,}78 : (146{,}78 - 56{,}8) = 1{,}63$.

7 Mitmesuguste ehitis- ja põletusainete (-põletiste) kaale.

a) Kivid.	ühes m^3 kg
Alabastri- või kipsikivi	1900—2300
Alabaster või kips: tambit.	1230
sõelut.	1260
Alabastri- või kipsisegu liivata: märg	1600
kivinenud	1410
Betoon, kruusaga, graniitkillustikuga	2200
Betoon telliskivikillustik.	1800
„ samast materjal. rauaga	2400
„ söeslakiga	1000
Graniit, sieniit, gneiss	2390—3000
Katusekivi, savist (1000 kaalub 327—369 kg)	1020—1150
Kriit, tükkides	1200—1280

Liivakivi	2280—2430
Lubjakivi (paekivi), tihe	2000—2660
Lubi, kustutamata	800—930
Lubi, kustutatud (pulbris)	500—810
Lubjasegu 1:2; 1:3	1630—1940
Marmor	2500—2840
Mergel	2560
Müüritus, segul, graniidist	2800
„ tihedast paekivist	3000
„ poorilisest „	2500
„ liivakivist	2400
„ telliskivist	1800
„ klinkrist	1900
„ poorilisest tellisk.	1100
„ auktelliskivist	1300
„ silikaatkivist	1800
Paekivi, 0,3 tühjusega	1690
Savikildkivi	2760
Telliskivi, poolik	1260—1350
Telliskivi, terve, hästi põletatud, mõõduga 26,8 × 13,4 × 6,7 cm	1620
Telliskivi, nõrgalt põlet.	1050—1390
„ (klinker)	1520—2020
Tsement	920—1250
Tuff	1210—1380
b) Maa mitmesugune.	
Kruus, graniidi	1850
Kruus, segu	1600
Liiv, kuiv, puhas	1370—1620
Liiv, niiske	1400—1820
Maa, savi-liivane, tihe	2500—2700
Muld (põllu, maapõues)	1520
Muld (põllu, kaevatud)	1140
Muld, turba	500—800
Muld, savine, maapõues	1600
Muld, savine, kaevatud	1370
Mustmuld	810—840
Muda, vedel, kaevatud	1220
Muda, kuivanud	1640
Mätas	1350
Savi maapõues	1690—1930
Savi, väljavõet. maapõuest	1300—1540
c) Põletised.	
Haod, aasta seisnud	160
Haod, toored	210
Kase- ja lepapuidud, kuiv.	500
„ „ toored	630
Okaspuidud, aasta seisn.	380
„ toored	460
Põlevkivi tükkides, kuiv	850
„ „ niiske	900
Süsi, okaspuidust	170
„ tamme-	245
„ kase-	225
„ kivi-	1130
„ antratsiit-	1800
Turvas, kuiv	390
„ 30% niiskusega	455
„ niiske	790
d) Mitmesugused ained.	
Asfalt	900—1500
Pigi	1160
Põlevkiviõli, toores	1000
Sammal	135
Tsement	1500
Tuhk	900
Turbapuru	230
Tõrv, vedel	890
Väävel, loomul. kristall.	196—2060
„ tükkides	2000
„ pulbris	780
Õlid: puu, lina, kanepi	940

III. Tehnilisi tabeleid.

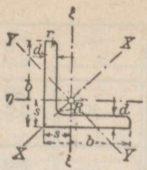
Fassongraua, karra, traadi ja naelte mõõdud ja kaal.

Märkmeid: a) Fassongrauda saadakse taotavate rauapakkude vältaval ümbertöötamisel aurhaamri all ja kaliibritud valtside vahel, mille tõttu seda rauda nimetatakse ka valtsrauaks. Peaaegu kõik fassongrauasortid valmistatakse valatud rauast ($e = 7{,}85$). Tabeleis tähistavad: S ristilõike pinda cm², G — 1 meetri kaalu kg-des, I — inertsimomenti ja W — tugevusmomenti (indeksid I ja W juures x, y ja teised näitavad, millise telje suhtes on moment võetud.)

b) Fassongraual kuni 200 mm kõrgusega tuleb arvestada veaga ± 2 mm ja peale 200 mm veaga ± 3 mm. (Edasi vt. lk. 62.)

Tabel I. **Võrdkülgne nurkraud.**

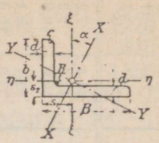
Normaalne pikkus 4—12 m.
Maksimaalne pikkus 12—16 m.



№	b	d	S	G	s	I_x	I_y	$I_\xi = I_\eta$	$W_\xi = W_\eta$
	mm		cm^2	kg/m	cm	cm^4	cm^4	cm^4	cm^3
1½	15	3	0,82	0,64	0,48	0,24	0,06	0,15	0,15
	15	4	1,05	0,83	0,51	0,29	0,08	0,19	0,19
2	20	3	1,12	0,88	0,60	0,62	0,15	0,39	0,28
	20	4	1,45	1,14	0,64	0,77	0,19	0,48	0,35
2½	25	3	1,42	1,12	0,73	1,27	0,31	0,79	0,45
	25	4	1,85	1,45	0,76	1,61	0,40	1,01	0,58
3	30	4	2,27	1,78	0,89	2,85	0,76	1,81	0,86
	30	6	3,27	2,57	0,96	3,91	1,06	2,49	1,22
3½	35	4	2,67	2,10	1,00	4,68	1,24	2,96	1,18
	35	6	3,87	3,04	1,08	6,50	1,77	4,14	1,71
4	40	4	3,08	2,42	1,12	7,09	1,86	4,48	1,55
	40	6	4,48	3,52	1,20	9,98	2,67	6,33	2,26
	40	8	5,80	4,55	1,28	12,4	3,38	7,89	2,90
4½	45	5	4,30	3,38	1,28	12,4	3,25	7,83	2,43
	45	7	5,86	4,60	1,36	16,4	4,39	10,4	3,31
	45	9	7,34	5,77	1,44	19,8	5,40	12,6	4,12
5	50	5	4,80	3,77	1,40	17,4	4,59	11,0	3,05
	50	7	6,56	5,15	1,49	23,1	6,02	14,6	4,15
	50	9	8,24	6,47	1,56	28,1	7,67	17,9	5,20
5½	55	6	6,31	4,95	1,56	27,4	7,24	17,3	4,40
	55	8	8,23	6,46	1,64	34,8	9,35	22,1	5,72
	55	10	10,07	7,90	1,72	41,4	11,27	26,3	6,98
6	60	6	6,91	5,42	1,69	36,1	9,43	22,8	5,28
	60	8	9,03	7,09	1,77	46,1	12,1	29,1	6,88
	60	10	11,07	8 69	1,85	55,1	14,6	34,9	8,40
6½	65	7	8,70	6,83	1,85	53,0	13,8	33,4	7,2
	65	9	10,98	8,62	1,93	65,4	17,2	41,3	9,0
	65	11	13,17	10,37	2,00	76,8	20,7	48,8	10,8
7	70	7	9,4	7,38	1,97	67,1	17,6	42,4	8,4
	70	9	11,9	9,34	2,05	83,1	22,0	52,6	10,6
	70	11	14,3	11,23	2,13	97,6	26,0	61,8	12,7
7½	75	8	11,5	9,00	2,13	93,3	24,4	58,9	11,0
	75	10	14,1	11,07	2,21	113	29,8	71,4	13,5
	75	12	16,7	13,08	2,29	130	34,7	82,4	15,9
8	80	8	12,3	9,63	2,26	115	29,6	72,3	12,6
	80	10	15,1	11,86	2,34	139	35,9	87,5	15,5
	80	12	17,9	14,03	2,41	161	43,0	102,0	18,3
9	90	9	15,5	12,2	2,54	184	47,8	116	17,9
	90	11	18,7	14,7	2,62	218	57,1	138	21,6
	90	13	21,8	17,1	2,70	250	65,9	158	25,1
10	100	10	19,2	15,0	2,82	280	73,3	177	25
	100	12	22,7	17,8	2,90	328	86,2	207	29
	100	14	26,2	20,5	2,98	372	98,3	235	34
11	110	10	21,2	16,6	3,07	379	98,6	239	30
	110	12	25,1	19,7	3,15	444	116	280	36
	110	14	29,0	22,7	3,21	505	133	319	41
12	120	11	25,4	19,9	3,36	541	140	340	39
	120	13	29,7	23,3	3,44	625	162	394	46
	120	15	33,9	26,7	3,51	705	186	446	53
13	130	12	30,0	23,5	3,64	750	194	472	50
	130	14	34,7	27,2	3,72	856	223	540	58
	130	16	39,3	30,8	3,80	959	251	605	66
14	140	13	35,0	27,5	3,92	1014	262	638	64
	140	15	40,0	31,4	4,00	1148	298	723	72
	140	17	45,0	35,3	4,08	1276	334	805	81
15	150	14	40,3	31,6	4,2	1343	347	845	78
	150	16	45,7	35,9	4,3	1507	391	949	89
	150	18	51,0	40,2	4,4	1665	438	1052	99
16	160	15	46,1	36,1	4,5	1745	453	1099	96
	160	17	51,8	40,7	4,6	1945	506	1226	108
	160	19	57,5	45,2	4,6	2137	558	1348	118

Tabel II. **Isekülgne nurkraud.**

Normaalne pikkus 4—12 m.
Maksimaalne pikkus 12—16 m.



$B : b = 1^1/_2 : 1$.

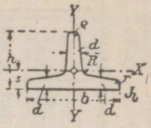
№	b	B	d	S	G	s_1	s_2	J_x	J_y	J_ξ	W_ξ	J_η	W_η
	mm			cm^2	kg/m	cm	cm	cm^4	cm^4	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3
2/3	20	30	3	1,42	1,12	0,99	0,49	1,42	0,28	1,25	0,622	0,45	0,298
	20	30	4	1,85	1,45	1,03	0,54	1,82	0,33	1,60	0,810	0,56	0,380
$3/4^1/_2$	30	45	4	2,87	2,25	1,48	0,74	6,63	1,19	5,77	1,91	2,05	0,907
	30	45	5	3,53	2,77	1,52	0,78	8,01	1,44	6,99	2,35	2,46	1,11
4/6	40	60	5	4,79	3,76	1,95	0,97	19,8	3,66	17,3	4,27	6,2	2,05
	40	60	7	6,55	5,14	2,04	1,05	26,3	4,63	23,0	5,81	8,0	2,71
$5/7^1/_2$	50	75	7	8,33	6,54	2,47	1,24	53,1	9,58	46,3	9,20	16,4	4,36
	50	75	9	10,5	8,27	2,56	1,32	65,4	11,9	57,1	11,6	20,2	5,49
$6^1/_2/10$	65	100	9	14,2	11,1	3,31	1,59	160	26,8	141	21,1	46,0	9,37
	65	100	11	17,1	13,4	3,40	1,67	189	32,9	167	25,3	55,1	11,4
8/12	80	120	10	19,1	15,0	3,92	1,95	317	56,8	276	34,1	98	16,2
	80	120	12	22,7	17,8	4,00	2,02	370	67,5	323	40,4	115	19,2
10/15	100	150	12	28,7	22,5	4,89	2,42	747	134	649	64,0	232	30,6
	100	150	14	33.2	26,1	4,97	2,50	854	153	743	74,1	264	35,2

$B : b = 2 : 1$.

№	b	B	d	S	G	s_1	s_2	J_x	J_y	J_ξ	W_ξ	J_η	W_η
	mm			1 cm^2	kg/m	cm	cm	cm^4	cm^4	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3
2/4	20	40	3	1,72	1,35	1,43	0,44	2,96	0,31	2,80	1,09	0,475	0,305
	20	40	4	2,25	1,77	1,47	0,48	3,78	0,40	3,58	1,42	0,603	0,397
3/6	30	60	5	4,29	3,37	2,15	0,68	16,5	1,71	15,6	4,05	2,61	1,13
	30	60	7	5,85	4,59	2,24	0,76	21,8	2,28	20,7	5,51	3,41	1,52
4/8	40	80	6	6,89	5,41	2,85	0,88	47,6	4,99	45,0	8,74	7,63	2,45
	40	80	8	9,01	7,07	2,94	0,96	60,8	6,41	57,6	11,4	9,65	3,17
5/10	50	100	8	11,5	9,03	3,59	1,12	123	12,8	116	8,1	19,6	5,05
	50	100	10	14,1	11,07	3,67	1,20	150	14,6	141	22,3	23,5	6,19
$6^1/_2/13$	65	130	10	18,6	14,6	4,65	1,45	339	35,4	320	38,3	54,2	10,7
	65	130	12	22,1	17,35	4,75	1,53	395	41,3	373	44,0	62,9	13,7
8/16	80	160	12	27,5	21,6	5,72	1,77	762	79,4	719	70,0	122	19.6
	80	160	14	31,8	25,0	5,81	1,85	875	86,0	822	80,7	139	22.6
10/20	100	200	14	40,3	31,64	7,12	2,18	1754	182	1654	128	283	36,1
	100	200	16	45,7	35,87	7,20	2,26	1973	205	1862	146	316	40,8

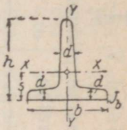
c) Et me võiksime tarvitada tabeleis olevaid raua kaale teistele materjalidele, tuleb neid korrutada: malmi puhul 0,931-ga, valatud terase — 1,009-ga, bessemer-terase — 1,0039-ga, vase — 1,144-ga, messingi — 1,0963-ga, tsingi — 0,919-ga ja plii puhul 1,4653-ga. Üldiselt võrdub 1 cm^2 ristilõikega 10 m pikkuse lati või tala kaal selle metalli erikaaluga kg/dm^3; nii, näiteks kaalub 10 m raudtala, mille $S = 107$ cm^2, $107 \times 7{,}85$ kg $= 839{,}95$ kg.

Tabel III. **T-raud.**



a) Kõrgejalgne $b : h = 1 : 1$

№	b	h	d	S	G	s	I_x	W_x	I_y	W_y
	mm			cm^2	kg/m	cm	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3
6/3	60	30	5,5	4,64	3,68	0,67	2,58	1,11	8,62	2,87
7/3½	70	35	6	5,94	4,69	0,77	4,49	1,65	15,1	4,32
8/4	80	40	7	7,91	6,21	0,88	7,81	2,50	28,5	7,13
9/4½	90	45	8	10,2	8,00	1,00	12,7	3,64	46,1	10,2
10/5	100	50	8,5	12,0	9,44	1,09	18,7	4,78	67,7	13,5
12/6	120	60	10	17,0	13,3	1,30	38,0	8,09	137	22,8
14/7	140	70	11,5	22,8	17,9	1,51	68,9	12,6	258	36,9
16/8	160	80	13	29,5	23,1	1,72	117	18,6	422	52,8
18/9	180	90	14,5	37,0	29,0	1,93	185	25,1	670	74,4
20/10	200	100	16	45,4	35,6	2,14	277	35,3	1000	100



b) Laiajalgne $b : h = 2 : 1$.

№	b	h	d	S	G	s	I_x	W_x	I_y	W_y
	mm			cm^2	kg/m	cm	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3
2/2	20	20	3	1,12	0,88	0,58	0,38	0,27	0,20	0,20
2½/2½	25	25	3,5	1,64	1,29	0,73	0,87	0,49	0,43	0,34
3/3	30	30	4	2,26	1,77	0,85	1,72	0,80	0,87	0,58
3½/3½	35	35	4,5	2,97	2,33	0,99	3,10	1,23	1,57	0,90
4/4	40	40	5	3,77	2,96	1,12	5,28	1,84	2,58	1,29
4½/4½	45	45	5,5	4,67	3,66	1,26	8,13	2,51	4,01	1,78
5/5	50	50	6	5,66	4,45	1,39	12,1	3,36	6,06	2,42
6/6	60	60	7	7,94	6,23	1,66	23,8	5,48	12,2	4,05
7/7	70	70	8	10,6	8,32	1,94	44,5	8,79	22,1	6,32
8/8	80	80	9	13,6	10,7	2,22	73,7	12,8	37,0	9,25
9/9	90	90	10	17,1	13,4	2,48	119	18,2	58,5	13,0
10/10	100	100	11	20,9	16,4	2,74	179	24,6	88,3	17,7
12/12	120	120	13	29,6	23,2	3,28	366	42,0	178	29,7
14/14	140	140	15	39,9	31,3	3,80	660	64,7	330	47,2

Tabel IV.

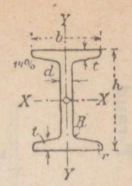
Venitatud vasktorude kaal.

1 m kaal kg, d-toru siseläbim.

d	seinapaksus mm-tes											
mm	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	4,0	4,5	5,0
10	0,305	0,390	0,479	0,571	0,667	0,766	0,868	0,974	1,084	1,331	1,556	2,085
12	0,361	0,460	0,563	0,669	0,778	0,891	1,007	1,127	1,251	1,508	1,779	2,363
14	0,417	0,529	0,646	0,766	0,889	1,026	1,146	1,280	1,417	1,702	2,001	2,641
16	0,472	0,599	0,729	0,863	1,000	1,141	1,285	1,433	1,584	1,897	2,224	2,919
18	0,528	0,669	0,813	0,960	1 112	1,266	1,424	1,556	1,721	2,092	2,446	3,197
20	0,583	0 738	0,896	1,058	1,223	1,391	1,563	1,739	1,918	2,286	2,669	3,475
30	0,861	1,086	1,313	1,544	1,779	2,017	2,259	2,503	2,752	3,199	3,781	4,865
40	1,139	1,433	1,730	2,031	2,335	2,643	2,954	3 268	3,586	4,173	4,895	6,255
50	1,417	1,781	2,147	2,517	2,891	3,268	3,640	4,033	4,420	5,146	6,005	7,645
60	1,695	2,128	2,564	3,004	3,447	3,894	4,344	5,562	5,254	6,119	7,117	9,035
70	1,974	2,476	2,971	3,491	4,003	4,519	5,039	5,797	6,088	7,092	8,229	10,43
80	2,252	2,803	3,398	3,977	4,559	5,145	5,734	6,326	6,922	8,065	9,341	11,82
90	2,530	3,171	3,815	4,464	5,115	5,770	6,429	7,091	7,757	9,038	10,45	13,21
100	2,808	3,518	4.223	4,950	5,671	6,396	7,124	7,856	8,591	10,01	11,57	14,60

Tabel V. I-raud.

Normaalne pikkus 4—12 m.
Maksimaalne „ 14—20 m.



№	h	b	d	t	S	G	I_x	W_x	I_y	W_y	№
	mm				cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3	
8	80	42	3,9	5,9	7,57	5,95	77,7	19,4	6,28	2,99	8
9	90	46	4,2	6,3	8,99	7,06	117	25,9	8,76	3,81	9
10	100	50	4,5	6,8	10,6	8,33	170	34,1	12,2	4,86	10
11	110	54	4,8	7,2	12,3	9,65	238	43,3	16,2	5,99	11
12	120	58	5,1	7,7	14,2	11,2	327	54,5	21,4	7,38	12
13	130	62	5,4	8,1	16,1	12,7	435	67,0	27,4	8,85	13
14	140	66	5,7	8,6	18,2	14,3	572	81,7	35,2	10,7	14
15	150	70	6,0	9,0	20,4	16,0	734	97,9	43,7	12,5	15
16	160	74	6,3	9,5	22,8	17,9	933	117	54,5	14,7	16
17	170	78	6,6	9,9	25,2	19,8	1165	137	66,5	17,1	17
18	180	82	6,9	10,4	27,9	21,8	1444	161	81,3	19,8	18
19	190	86	7,2	10,8	30,5	23,9	1759	185	97,2	22,6	19
20	200	90	7,5	11,3	33,4	26,3	2139	214	117	25,9	20
21	210	94	7,8	11,7	36,3	28,5	2558	244	137	29,3	21
22	220	98	8,1	12,2	39,5	31,0	3055	278	162	33,1	22
23	230	102	8,4	12,6	42,6	33,5	3605	314	188	36,9	23
24	240	106	8,7	13,1	46,1	36,1	4239	353	220	41,6	24
25	250	110	9,0	13,6	49,7	38,9	4954	396	255	46,4	25
26	260	113	9,4	14,1	53,3	41,9	5735	441	287	50,6	26
27	270	116	9,7	14,7	57,1	44,8	6623	491	325	56,0	27
28	280	119	10,1	15,2	61,0	47,9	7575	541	363	60,8	28
29	290	122	10,4	15,7	64,8	50,9	8619	594	403	66,1	29
30	300	125	10,8	16,2	69,0	54,1	9785	652	449	71,9	30
32	320	131	11,5	17,3	77,7	61,0	12493	781	554	84,6	32
34	340	137	12,2	18,3	86,7	68,0	15670	922	672	98,1	34
36	360	143	13,0	19,5	97,0	76,2	19576	1088	817	114	36
38	380	149	13,7	20,5	107	83,9	23978	1262	972	131	38
40	400	155	14,4	21,6	118	92,4	29173	1459	1158	149	40
42½	425	163	15,3	23,0	132	104	36956	1739	1433	176	42½
45	450	170	16,2	24,3	147	116	45888	2040	1722	203	45
47½	475	178	17,1	25,6	163	128	56410	2375	2084	234	47½
50	500	185	18,0	27,0	179	141	68736	2750	2470	267	50
55	550	200	19,0	30,0	212	167	99054	3602	3486	349	55

Tabel VI.

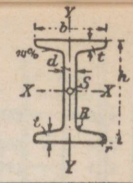
Mitmesuguste traatide kaal.

Kaliibri Nr	Jämedus mm-tes	10.000 m kaal kg-es: raud	teras	vask	valge vask
100	10	6008	6249	7069	6823
94	9,4	5309	5521	6246	6029
88	8,8	4653	4839	5474	5284
82	8,2	4040	4202	4753	4588
76	7,6	3470	3609	4083	3941
70	7,0	2944	3062	3464	3343
65	6,5	2539	2640	2986	2883
60	6,0	2163	2250	2545	2458
55	5,5	1818	1890	2138	2064
50	5,0	1502	1562	1767	1706
46	4,6	1271	1322	1496	1444
42	4,2	1060	1102	1247	1203
38	3,8	868	900	1021	985
34	3,4	695	722	817	789
31	3,1	577	601	679	656
28	2,8	471	490	554	535
25	2,5	376	391	442	427
22	2,2	291	302	342	330
20	2,0	240	250	283	273
18	1,8	195	203	229	221
16	1,6	154	160	181	175

Kaliibri Nr	Jämedus mm-tes	10.000 m kaal kg-es: raud	teras	vask	valge vask
14	1,4	117,8	122,5	138,6	133,7
13	1,3	101,5	105,6	119,5	115,3
12	1,2	86,5	90,0	101,8	98,3
11	1,1	72,2	75,6	85,5	82,6
10	1,0	60,1	62,5	70,7	68,2
9	0,9	48,7	50,6	57,3	55,3
8	0,8	38,5	40,0	45,2	43,7
7	0,7	29,4	30,6	34,6	33,4
6	0,6	21,6	22,5	25,5	24,6
5/5	0,55	18,2	18,9	21,4	20,6
5	0,5	15,0	15,6	17,7	17,1
4/5	0,45	12,2	12,7	14,3	13,8
4	0,4	9,6	10,0	11,3	10,9
3/4	0,37	8,2	8,6	9,7	9,3
3/4	0,34	7,0	7,2	8,2	7,9
3/1	0,31	5,8	6,0	6,8	6,6
2/8	0,28	4,7	4,9	5,5	5,3
2/6	0,26	4,1	4,2	4,8	4,6
2/4	0,24	3,5	3,6	4,1	3,9
2/2	0,22	2,9	3,0	3,4	3,3
2	0,2	2,4	2,5	2,8	2,7

Tabel VII. I-raud.

Normaalne pikkus 4—12 m.
Maksimaalne „ 14—20 m.



№	h	b	s_1	s_2	t	S	G	J_x	J_y	W_x	W_y
	mm										
18	180	180	9,0	16,72	8,5	59,9	47,0	3512	1073	390	119
20	200	200	9,5	18,12	8,5	70,4	55,3	5171	1568	517	157
22	220	220	10,0	19,5	9,0	82,6	64,8	7379	2216	671	201
24	240	240	10,5	20,85	10,0	96,8	76,0	10260	3043	855	254
25	250	250	10,9	21,7	10,5	105,1	82,5	12066	3575	965	286
26	260	260	11,7	22,9	11,0	115,6	90,7	14352	4261	1104	328
27	270	270	11,95	23,6	11,25	123,2	96,7	16529	4920	1224	365
28	280	280	12,35	24,4	11,5	131,8	103,4	19052	5671	1361	405
29	290	290	12,7	25,2	12,0	141,1	110,8	21866	6417	1508	443
30	300	300	13,25	26,25	12,5	152,1	119,4	25201	7494	1680	500
32	320	300	14,1	27,0	13,0	160,7	126,2	30119	7867	1882	524
34	340	300	14,6	27,5	13,4	167,4	131,4	35241	8097	2073	540
36	360	300	16,15	29,0	14,2	181,5	142,5	42479	8793	2360	586
38	380	300	17,0	29,8	14,8	191,2	150,1	49496	9175	2605	612
40	400	300	18,2	31,0	15,5	203,6	159,8	57834	9721	2892	648
42½	425	300	19,0	31,75	16,0	213,9	167,9	68249	10078	3212	672
45	450	300	20,3	33,0	17,0	229,3	180,0	80887	10668	3595	711
47½	475	300	21,35	34,0	17,6	242,0	190,0	94811	11142	3992	743
50	500	300	22,6	35,2	19,4	261,7	205,5	111283	11718	4451	781
55	550	300	24,5	37,0	20,6	288,0	226,1	145957	12582	5308	839
60	600	300	24,7	37,2	20,8	300,5	236,0	179303	12672	5977	845
65	650	300	25,0	37,5	21,1	314,5	246,9	217402	12814	6690	854
70	700	300	25,0	37,5	21,1	325,2	255,3	258106	12818	7374	854
75	750	300	25,0	37,5	21,1	335,7	263,4	302560	12823	8068	855
80	800	300	26,0	38,5	21,5	354,9	278,6	360486	13269	9012	885
85	850	300	26,0	38,5	21,5	365,6	287,0	414887	13274	9762	885
90	900	300	26,0	38,5	21,5	376,4	295,5	473964	13279	10533	885
95	950	300	27,0	39,5	21,9	396,2	311,0	550974	13727	11600	915
100	1000	300	27,0	39,5	21,9	407,2	319,7	621287	13732	12425	915

Tabel VIII.

Pliitorude ja -traatide kaal.

Tabelis on antud toru 1 ja traadi 10 m kaal kg-des.

b) traadid

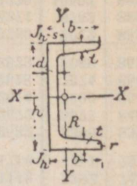
Jämedus mm-tes	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
10 m kaal kg-des	0,09	0,20	0,38	0,56	0,80	1,09	1,42	1,80	2,22	2,68
Jämedus mm-tes	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10 m kaal kg-des	3,22	4,35	5,70	7,23	8,90	10,8	12,8	15,0	17,4	20,0

a) torud

mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
Läbimõõt	Kaal	Läbimõõt	Kaal	Läbimõõt	Kaal	Läbimõõt	Kaal	Läbimõõt	Kaal
6·15	0,57	20·28	3,25	33·38	3,05	46·53	6,65	65·82	20,0
8·12	0,70	20·30	3,95	33·42	5,50	46·56	9,65	72·82	13,5
10·16	1,45	20·30	4,50	33·36	8,50	52·59	5,35	78·92	20,5
10·17	1,60	20·32	5,35	40·46	4,95	52·61	7,50	92·107	26,5
10·18	1,70	25·32	3,55	40·48	6,55	52·63	10,35	104·113	20,0
13·20	2,00	25·34	4,50	40·50	8,55	60·68	11,00	117·126	24,0
13·22	2,15	25·36	6,00	40·52	10,10	60·70	12,00	130·139	27,2
20·26	2,63	25·38	7,00	40·54	12,50	65·76	14,50	135·167	33,6

Tabel IX. **U-raud** (künaraud).

Normaalne pikkus 4—10 m.
Maksimaalne „ 12—16 m.



№	h	b	d	t	S	G	s	I_x	W_x	I_y	W_y
	mm				cm^2	kg/m	cm	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3
3	30	33	5	7	5,44	4,27	1,31	6,39	4,26	5,33	2,68
4	40	35	5	7	6,21	4,88	1,33	14,1	7,10	6,68	3,08
5	50	38	5	7	7,12	5,59	1,37	26,4	10,6	9,12	3,75
6½	65	42	5,5	7,5	9,03	7,10	1,42	57,5	17,7	14,1	5,06
8	80	45	6	8	11,0	8,65	1,45	106	26,5	19,4	6,37
10	100	50	6	8,5	13,5	10,6	1,55	206	41,1	29,3	8,50
12	120	55	7	9	17,0	13,4	1,60	364	60,7	43,2	11,1
14	140	60	7	10	20,4	16,0	1,75	605	86,4	62,7	14,8
16	160	65	7,5	10,5	24,0	18,8	1,84	925	116	85,3	18,3
18	180	70	8	11	28,0	21,9	1,92	1354	150	114	22,4
20	200	75	8,5	11,5	32,2	25,3	2,01	1911	191	148	27,0
22	220	80	9	12,5	37,4	29,4	2,14	2690	245	197	33,6
24	240	85	9,5	13	42,3	33,2	2,23	3598	300	248	39,6
26	260	90	10	14	48,3	37,9	2,36	4823	371	317	47,8
28	280	95	10	15	53,3	41,9	2,53	6276	450	399	57,2
30	300	100	10	16	58,8	46,1	2,70	8026	535	495	67,8

Tabel X. **Tsinkkarra mõõdud ja kaal.** (Belgia tsingimääraja järgi).

Nr.	Paks. mm	1 m^2 Kaal kg	Nr.	Paks. mm	1 m^2 Kaal kg	Nr.	Paks. mm	1 m^2 Kaal kg	Nr.	Paks. mm	1 m^2 Kaal kg
1	0,05	0,35	9	0,45	3,15	16	1,08	7,56	23	2,14	14,98
2	0,10	0,70	10	0,50	3,50	17	1,21	8,47	24	2,32	16,24
3	0,15	1,05	11	0,58	4,06	18	1,34	9,38	25	2,50	17,50
4	0,20	1,40	12	0,66	4,62	19	1,47	10,29	26	2,68	18,76
5	0,25	1,75	13	0,74	5,18	20	1,60	11,20			
6	0,30	2,10	14	0,82	5,74	21	1,78	12,46			
7	0,35	2,45	15	0,95	6,65	22	1,96	13,72			
8	0,40	2,80									

Tabel XI. **Ribaraud.**

Paksus mm-tes	Laius *mm* tes.										
	10	12	14	15	16	18	20	22	24	25	26
1	0,078	0,093	0,109	0,117	0,125	0,140	0,156	0,171	0,187	0,195	0,203
2	0,156	0,187	0,218	0,234	0,249	0,280	0,312	0,343	0,373	0,300	0,405
3	0,234	0,280	0,327	0,341	0,374	0,421	0,467	0,514	0,561	0,584	0,608
4	0,312	0,374	0,436	0,467	0,499	0,561	0,623	0,686	0,748	0,779	0,813
5	0,390	0,467	0,545	0,584	0,623	0,701	0,779	0,857	0,935	0,973	1,013
6	0,467	0,561	0,654	0,701	0,748	0,841	0,935	1,028	1,122	1,169	1,215
7	0,545	0,654	0,763	0,818	0,872	0,982	1,091	1,200	1,309	1,363	1,418
8	0,623	0,748	0,872	0,935	0,997	1,122	1,246	1,371	1,496	1,558	1,620
9	0,701	0,841	0,982	1,051	1,122	1,262	1,402	1,542	1,683	1,753	1,823
10	0,779	0,935	1,091	1,169	1,246	1,402	1,558	1,714	1,870	1,948	2,025
11	0,857	1,028	1,200	1,285	1,371	1,542	1,714	1,885	2,057	2,142	2,228
12	0,935	1,122	1,300	1,402	1,496	1,683	1,870	2,057	2,244	2,337	2,430
13	1,013	1,215	1,418	1,519	1,620	1,823	2,025	2,228	2,430	2,532	2,633
14	1,091	1,309	1,527	1,636	1,745	1,963	2,181	2,399	2,617	2,727	2,836
15	1,169	1,402	1,636	1,753	1,870	2,102	2,337	2,571	2,804	2,921	3,038
16	1,246	1,496	1,756	1,870	1,094	2,244	2,493	2,742	2,991	3,116	3,241
17	1,324	1,589	1,824	1,986	2,119	2,384	2,649	2,913	3,179	3,311	3,443
18	1,402	1,683	1,962	2,103	2,244	2,524	2,804	3,085	3,365	3,506	3,646
19	1,480	1,776	2,072	2,220	2,368	2,664	2,960	3,256	3,552	3,700	3,848
20	1,558	1,870	2,181	2,337	2,493	2,804	3,116	3,428	3,739	3,895	4,051

Paksus mm-tes	Laius mm tes.										
	28	30	32	35	38	42	45	48	50	55	60
1	0,218	0,234	0,249	0,273	0,296	0,327	0,351	0,374	0,390	0,428	0,467
2	0,436	0,467	0,499	0,545	0,592	0,654	0,701	0,748	0,779	0,857	0,935
3	0,654	0,701	0,748	0,818	0,888	0,981	1,052	0,122	1,169	1,265	1,402
4	0,872	0,935	0,997	1,091	1,184	1,309	1,402	1,496	1,558	1,714	1,870
5	1,091	1,169	1,246	1,363	1,480	1,636	1,753	1,870	1,948	2,142	2,337
6	1,309	1,402	1,496	1,636	1,776	1,936	2,103	2,244	2,337	2,571	2,804
7	1,527	1,636	1,745	1,909	2,072	2,290	2,454	2,617	2,727	2,999	3,272
8	1,745	1,870	1,994	2,181	2,368	2,617	2,804	2,991	3,116	3,428	3,739
9	1,963	2,103	2,244	2,454	2,664	2,945	3,155	3,365	3,506	3,856	4,207
10	2,181	2,337	2,493	2,727	2,960	3,272	3,506	3,739	3,895	4,285	4,674
11	2,399	2,571	2,742	2,999	3,256	3,599	3,856	4,113	4,285	4,713	5,141
12	2,617	2,804	2,991	3,272	3,552	3,926	4,207	4,487	4,674	5,141	5,609
13	2,836	3,638	3,241	3,544	3,848	4,253	4,557	4,861	5,064	5,570	6,076
14	3,054	3,272	3,495	3,817	4,144	4,581	4,908	5,235	5,453	5,998	6,544
15	3,272	3,500	3,739	4,090	4,440	4,908	5,258	5,609	5,843	6,427	7,011
16	3,490	3,739	3,988	4,362	4,736	5,235	5,609	5,983	6,232	6,855	7,478
17	3,708	3,973	4,238	4,635	5,032	5,562	5,959	6,357	6,622	7,284	7,046
18	3,926	4,207	4,874	4,908	5,328	5,889	6,310	6,731	7,011	7,712	8,414
19	4,144	4,440	4,736	5,180	5,624	6,216	6,660	7,104	7,401	8,141	8,881
20	4,362	4,674	4,986	5,453	5,920	6,514	7,011	7,478	7,790	8,569	9,348
21	4,581	4,907	5,235	5,726	6,216	6,871	8,362	7,852	8,180	8,997	9,815
22	4,799	5,141	5,484	5,998	6,512	7,198	8,712	8,226	8,569	9,426	10,28
23	5,017	5,375	5,733	6,271	7,808	7,525	8,063	8,600	8,959	9,854	10,75
24	5,235	5,609	5,983	6,544	7,104	7,852	7,413	8,974	9,348	10,28	11,22
25	5,453	5,843	6,232	6,816	7,401	8,180	7,764	9,348	9,738	10,71	11,69

Tabel XII. Ribikarra kaal.

Paksus ribidega mm-tes	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
Kaal pro m^2 kg-des	46,5	50,5	55,5	58,5	62	66	70	74	78

Tabel XIII.

Ruut-, kuuekandiline- ja ümmarraud.

Ühe meetri kaal kg-des; d — jämedus mm.

d	□	○	○	d	□	○	○	d	□	○	○
5	0,196	0,170	0,154	50	19,625	16,995	15,413	180	254,340	220,265	199,758
6	0,283	0,245	0,222	52	21,226	18,383	16,671	185	268,666	232,638	211,010
7	0,385	0,333	0,302	54	22,891	19,824	17,978	190	283,385	245,419	222,570
8	0,502	0,435	0,395	56	24,618	21,320	19,335	195	298,496	258,506	234,438
9	0,636	0,551	0,499	58	26,407	22,870	20,740	200	314,000	271,932	246,615
10	0,785	0,680	0,617	60	28,360	24,474	22,195	205	329,896	288,927	259,100
11	0,950	0,823	0,746	62	30,175	26,133	23,700	210	346,185	299,805	271,892
12	1,130	0,979	0,888	64	32,154	26,846	25,253	215	362,866	314,251	284,994
13	1,327	1,149	1,042	66	34,196	29,614	26,856	220	379,940	329,037	298,404
14	1,539	1,332	1,208	68	36,298	31,438	28,509	225	397,406	344,164	312,168
15	1,766	1,530	1,387	70	38,465	33,312	30,210	230	415,265	359,631	326,134
16	2,010	1,740	1,578	72	40,694	35,243	31,961	235	433,516	375,437	340,420
17	2,269	1,965	1,782	74	42,987	37,238	33,762	240	452,160	391,583	355,128
18	2,543	2,203	1,998	76	45,342	39,267	35,611	245	471,196	408,068	370,077
19	2,834	2,454	2,226	78	47,759	41,361	37,510	250	490,625	424,894	385,336
20	3,140	2,719	2,466	80	50,240	43,509	39,458	255	510,446	442,060	400,904
21	3,462	2,998	2,719	85	56,716	49,118	44,545	260	530,660	459,565	416,779
22	3,799	3,290	2,984	90	63,585	55,067	49,940	265	551,266	477,411	432,963
23	4,153	3,596	3,261	95	70,846	61,355	55,643	270	572,265	495,597	449,456
24	4,522	3,916	3,551	100	78,500	67,983	61,654	275	593,656	514,022	466,257
25	4,906	4,249	3,853	105	86,546	74,951	67,973	280	615,440	532,988	483,365
26	5,307	4,596	4,168	110	94,985	82,260	74,601	285	637,616	552,193	500,783
27	5,723	4,956	4,495	115	103,816	89,908	81,537	290	660,185	571,738	518,508
28	6,154	5,330	4,834	120	113,040	97,896	88,781	295	683,146	591,623	536,542
29	6,600	5,717	5,185	125	122,656	106,224	96,334	300	706,500	611,848	554,884
30	7,065	6,118	5,549	130	132,665	114,891	104,195	305	730,246	632,413	573,534
32	8,038	6,961	6,313	135	143,066	123,899	112,364	310	754,385	653,319	592,493
34	9,075	7,859	7,127	140	153,860	133,247	120,841	315	778,916	674,563	611,759
36	10,174	8,811	7,990	145	165,046	142,934	129,627	320	803,840	696,148	631,334
38	11,335	9,817	8,903	150	176,625	152,962	138,721	325	829,156	718,071	651,248
40	12,560	10,877	9,865	155	188,596	163,329	148,123	330	854,865	740,336	671,109
42	13,847	11,922	10,876	160	200,960	174,036	157,834	335	880,966	762,940	691,909
44	15,198	13,162	11,936	165	213,716	185,084	167,852	340	907,460	785,885	712,717
46	16,611	14,385	13,046	170	226,865	196,471	178,179	345	934,346	809,169	733,834
48	18,086	15,663	14,205	175	240,406	208,198	188,815	350	961,625	832,793	755,250

Tabel XIV. **Mitmesuguste kardade 1 m² kaal kg-des.**

Ühe m² suuruse ja 1 mm paksuse karra kaal vastab käesoleva metalli erikaalule kg/dm³.

Paksus mm	Taotav raud	Malm	Valatud teras	Vask	Valgevask	Alumiinium	Tsink	Pliid
1	7,78	7,25	7,87	8,90	8,55	2,68	7,12	11,4
2	15,56	14,50	15,74	17,80	17,10	5,36	14,25	22,8
3	23,34	21,75	23,61	26,70	26,70	8,04	21,37	34,2
4	31,12	29,00	31,48	35,60	35,60	10,72	28,50	45,6
5	38,90	36,25	39,35	44,50	44,50	13,40	35,62	57,0
6	46,48	43,50	47,22	53,40	53,40	16,08	42,75	68,4
7	54,46	50,75	55,09	62,30	62,30	18,76	49,87	79,8
8	62,24	58,00	62,96	71,20	71 20	21,44	57,00	91,2
9	70,02	65,25	70,83	80,10	80.20	24,12	64,12	102,6
10	77,80	72,50	78,70	89,00	89,00	26,80	71,25	114,0
11	85,58	79,75	86,57	97,90	99,90	29,48	78,37	125,4
12	93,36	87,00	94,44	106,80	106,80	32,16	85,50	136,8
13	101,14	94,35	102,31	115,70	115,70	34,84	92,62	148,2
14	108,92	101,50	110,18	124,60	124,60	37,52	99,75	159,6
15	116,70	108,75	118,05	133,50	133,50	40,22	106,87	171,0
16	124,48	116,00	125,92	142,40	142,40	42,88	114,00	182,4
17	132,26	123,25	133,79	151,30	151,30	45,56	121,12	193,8
18	140,04	130,50	141,66	160,20	160,20	48,24	128,25	205,2
19	147,82	137,75	149,53	169,10	169,10	50,92	135,37	216,6
20	155,60	145,00	157,40	178,00	178,00	53,60	142,50	228,0

Märkus: „Valgevask" asemel lugeda „messing".

Tabel XV. **ETK naelte tabel (soonilised naelad).**

Kasti märk (Kasti kaal 15 kg)	Naelte pikkus tollides	Naelte läbimõõt mm	100 tk. kaal gr	Naelu kastis tükki	Kasti märk (Kasti kaal 15 kg)	Naelte pikkus tollides	Naelte läbimõõt mm	100 tk. kaal gr	Naelu kastis tükki
7×6	7	5,15	3280gr.	457	1¾×16	1¾	1,65	90 gr.	16667
7×7	7	4,57	2576 „	582	1¾×17	1¾	1,47	71 „	21127
6×7	6	4,57	2208 „	679	1½×12	1½	2,77	208 „	7212
6×8	6	4,19	2040 „	735	1½×13	1½	2,41	175 „	8571
5×7	5	4,57	1840 „	815	1½×14	1½	2,11	130 „	11358
5×8	5	4,19	1700 „	882	1½×15	1½	1,88	95 „	15789
5×9	5	3,76	1450 „	1034	1½×16	1½	1,65	78 „	19231
4×9	4	3,76	1080 „	1293	1½×17	1½	1,47	62 „	24193
4×10	4	3,40	950 „	1579	1¼×12	1¼	2,77	175 „	8571
4×11	4	3,05	760 „	1973	1¼×13	1¼	2,41	142 „	10563
3½×10	3½	3,40	831 „	1805	1¼×14	1¼	2,11	105 „	14286
3½×11	3½	3,05	665 „	2255	1¼×15	1¼	1,88	80 „	18750
3×10	3	3,40	712 „	2106	1¼×16	1¼	1,65	67 „	22388
3×11	3	3,05	570 „	2631	1¼×17	1¼	1,47	55 „	27273
3×12	3	2,77	420 „	3571	1×15	1	1,88	63 „	23809
2½×12	2½	2,77	346 „	4335	1×16	1	1,65	55 „	27273
2½×13	2½	2,41	288 „	5172	1×17	1	1,47	47 „	31915
2½×14	2½	2,11	206 „	7282	Kar. 1¼×13	∅ 1¼	∅2,41	140 „	10741
2½×15	2½	1,88	176 „	8523	„ 1×13	„ 1	„ 2,41	110 „	13636
2¼×14	2¼	2,11	188 „	7979	„ 1×14	„ 1	„ 2,11	88 „	17045
2¼×15	2¼	1,88	145 „	10345	„ 1¼×14	„ 1¼	„ 2,11	112 „	13393
2¼×16	2¼	1,65	116 „	12931	„ ¾×14	„ ¾	„ 2,11	65 „	23077
2×12	2	2,77	278 „	5396	„ ¾×13	„ ¾	„ 2,41	83 „	18072
2×13	2	2,41	231 „	6494	P. 1¼×13	„ 1¼	„ 2,41	163 „	9202
2×14	2	2,11	166 „	9036	„ 1×13	„ 1	„ 2,41	130 „	11538
2×15	2	1,88	127 „	11811	„ ¾×13	„ ¾	„ 2,41	104 „	14423
2×16	2	1,65	103 „	14563	„ ¾×14	„ ¾	„ 2,11	94 „	15957
2×17	2	1,47	79 „	18987	„ 1×14	„ 1	„ 2,11	125 „	12000
1¾×14	1¾	2,11	140 „	10714	Kr. 1¼×15	„ 1¼	„ 1,88	95 „	15789
1¾×15	1¾	1,88	113 „	13274	„ 1×15	„ 1	„ 1,88	75 „	20000

Märkus: 1. Kar. tähistab karra-, P — papi- ja Kr. krohvinaelu, millised on lõikes ümmargused.

Tabel XVI.

Lainjaskarra mõõdud ja kaal.

a) lamekard.
b) kandekard.

Profiilmõõt: Laius b mm	Kõrgus h mm	Paksus d mm	Normaal ehitus-laius L. mm	Kaal katteta kg/sm²	Vastupanumoment 1 m. laiusele cm³	Ristilõige 1 m. laiusele cm²
60	20	1	720	10,82	5,627	13,53
76	20	1	760	9,30	5,357	11,63
100	30	1	800	9,62	8,369	12,05
100	40	1	700	10,67	12,020	13,34
135	30	1	810	9,19	7,92	11,49
150	40	1	750	9,30	10,98	11,63
150	60	2	600	21,34	35,78	26,68
90	70	2	450	34	68,58	42,50
100	50	2	600	25,12	37,77	31,40
100	60	2	500	28,32	50,43	35,40
100	80	2	400	34,74	79,96	43,40
100	100	2	400	41,12	114,93	51,40

IV. Mitmesugust.

1. Kõrgeprotsendilisi kiirlõiketeraseid ja terase valik.

Terased	Koostis %-des							
	C	W	Mo	Cr	V	Co	Si	Mn
Isekarastuv- . . .	1,2—2,4	5—10	—	0,05—3	—	—	1—3	0,5—1
Tailori kiirlõike- .	1,8	8	—	3,8	—	—	0,3	0,15
Uuemaid kiirlõike-	0,5—0,8	14—24	0—3	3—7	0—1,8	0—5	0,1—0,4	0,2—0,4

Lisandite tähtsus: 1) *Volfram* (W) annab terasele püsiva kõvuse. 2) *Molübden* (Mo) tarvitatakse volframi aseainena: 1 osa Mo asetab 2—3 osa W. 3) *Kroom* (Cr) annab terasele vastava kõvuse vähesel süsiniku tarvitamisel. 4) *Vanaadium* (V) kergendab puhta ja tiheda terase valmistamist, ta suurendab sitkust ja püsivust lõikamisel. 5) *Koobalt* (Co) suurendab püsivust lõikel. 6) *Räni* (Si) vähendab gaaside tekkimist vedelterases, millega suureneb terasevalu tihedus; vähendab keevitumist. 7) *Mangan* (Mn) suurendab kõvust, sitkust ja vastupidavust. soodustab väävli ja hapniku eraldumist sulaterasest. Kiirlõiketerasest valmistatakse: mitmet liiki liht- ja fassongterad, freesid (näritsad), spiraal- ja senkpuurid, hööritsad, matriitsid, sisepõlemootorite klapid jm.

Terase valik tööriistadele. a) Süsinikteras: Terase koostis: α) 0,6—0,75% C valmistatakse: meislid, noad, kuumtöö-templid, vormvasarad, väikesed külmtöö-meislid, spiraalvedrud, vetruvad osad, nagu survepadrunid, kangid ja m. β) 0,75—0,9% C sepatemplid, käärid, käsimeislid, külmtöö-sepameislid, vagunivedrud, puidusaed jm. γ) 0,9—1,1% C: templid, matriitsid, vedurivedrud, kärnid, kruvitsad, viilid, saed, kivipuurid jm. δ) 1,1—1,3% C: freesid, metalli-ümmarsaed, spiraal-, senk- ja keermepuurid, keermepakid, poolümmarpeitlid, hööritsad, puidu- ja metalli-lõiketerad, viilid, kuulid, tihvtid, mõõtkaliibrid jm. ε) 1,3—1,5% C: kaabitsad, treiterad, habemenoad, klaasipuurid, kirurgiriistad, saeviilid, graveerterad. b) Eriterased: 1) *Volframteras*: α) 0,5 – 1,5% W ja 1—1,3% C — kõvaterase lõiketerad, freesid, puurid jm. β) 2—4% W ja 1,2 – 1,4% C väga kõvadeks fassonglõiketeradeks revolverpinkides ja automaatides jm. γ) 4—8% W ja 0,9—1% C — väga kõvade esemete treiteradeks, nagu kõva malm, vaguni pidurrataste bandaažid jm. δ) 8—10% W ja 0,6—0,7% C — vormid kuumpressimiseks, karastatavatele tõmbmatriitsidele. 2) *Kroomteras*: α) 0,5—1,5% Cr ja 0,3—0,5% C — meislid, templid jm. β) 1—2,5% C ja 1—1,2% C — kuullaagrite kuulid ja kuuliröövpad, õliskarastatavad tööriistad, samuti lõike(trei-) terad. γ) 3—4% Cr ja 0,9—1% C — väga kõvad terasvõllid. δ) 11—12% Cr ja 0,3—0,4% C — sisepõlemootorite-klapid. ε) 12—14% Cr ja 1,5—2,5% C — templid, matriitsid, tõmbeõõsid jm. 3) *Kroomvolframteras*: α) 0,4—0,5% Cr, 6—7% W ja 0,9—1,1% C tõmbpingiõõsid. β) 1—2% Cr, 2—4% W ja 0,4—0,6% C käsi- ja pneumaatmeislid, mittekarastatavad kuumpressimis-matriitsid. γ) 3% Cr, 10% W ja 0,8% C — õhus karastatavad tööriistad ja väikesed vormid. 4) *Kroomnikkelteras* 4—5% Ni, 1—1,5% Cr ja 0,15—0,4% C — parendatavad kuumpressimis-vormid. 5) *Räniteras*: α) 1—1,5% Si, 0,5—0,7% C — vedrud, vetruvad osad ja vormid. β) 2% Si, 0,3—0,4% C — meislid.

2. Tehniliselt tähtsamate ainete tööstuselisi ja keemialisi nimetisi ja valemeid.

Nimetis		Keemialine valem	Erikaal
Tööstuseline	Keemialine		
Asbest (Mäelina)	Ca-Mg-silikaat	Mineraal	1,5—2,8
Booraks	Natriumtetraboraat . .	$Na_2B_4O_7.10v$*)	1,72
Glaubersool	Natriumsulfaat	$Na_2SO_4.10v$	2,67
Jootesool	Kloortsinkamoniaak . .	$ZnCl_2+2NH_4Cl$	—
Kaliumsalpeeter	Kaaliumnitraat	KNO_3	2,10
Kaali	Kaaliumhapend	K_2O	2,32
Karbiit	Karbiid	CaC_2	2,22
Karborund	Ränikarbiit	SiC	3,12
Kips	Kaltsiumsulfaat	$CaSO_4 . 2v$	2,32
Kollane veresool	Rauatsüaniit (2—) . . .	$K_4[Fe(CN)_6] . 2v$	1,93
Korund (mirgel)	Alumiiniumoksüüd . .	Al_2O_3	5,7—4,1
Köögi- (kivi-) sool . . .	Kloornaatrium	NaCl	2,17—2,3
Lubi, kustutamata . . .	Kaltsiumoksüüd . . .	CaO	3,2—3,41
„ kustutatud	„ hüdrooksüüd . .	$Ca(OH)_2$	2,08
Magneesia	Magneesiumoksüüd . .	MgO	3,2—3,7
Maarjajää (kaaliumi) . .	Kaalium-alum.-sulfaat .	$AlK(SO_4)_2 . 12v$	1,75
„ (ammooniumi)	Ammonium-alum.-sulfaat	$AlNH(SO_4)_2.12v$	1,68
Mennik	Pliioksüüd	Pb_3O_4	9,07
Naatron	Naatriumhapend . . .	Na_2O	2,27
Paekivi, kriit	Kaltsiumkarbonaat . .	$CaCO_3$	1.8—2,71
Pliisilu	Pliioksüüd	PbO	9,3
Pliivalge	Pliihüdrokarbonaat . .	$Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$	6,42—6,5
Potaš	Kaaliumkarbonaat . .	$K_2CO_3 . 15v$	2,76
Punane veresool	Rauatsüaniit (3—) . . .	$K_3[Fe(ON)_6]$	1,85
Põrgukivi	Hõbenitraat	$AgNO_3$	4,35
Rauavitriol	Rauasulfaat	$FeSO_4 . 7v$	1,89
Salmiaak	Kloorammonium . . .	NH_4Cl	1,53
Salpeeterhape	Lämmastikhape	HNO_3	1,38
Sooda (krist.)	Naatriumkarbonaat . .	$Na_2CO_3 . 10v$	1,5
Soolhape	Kloorvesinik	HCl	1,21
Söehape	Süsinikdioksüüd . . .	CO_2	tahk. 1,53
Tšiilisalpeeter	Naatriumnitraat . . .	$NaNO_3$	2,25
Vasevitriol	Vasesulfaat	$CuSO_4 . 5v$	3,58
Väävelhape	Väävelhape	H_2SO_4	1,84

*) v = vett.

3. Tsementide ja tulekindlate telliskivide koostis.

1. Tsemendid						2. Tulekindlad telliskivid			
Tsemendi liik	Koostis %-des					Telliskivi liik	Koostis %-des		
	SiO_2	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	CaO	MgO	SO_3		Al_2O_3	SiO_2	CaO
Portlandi- .	18—27	4—14	58—67	1—5	0,5-2,5	Šamott-	20—40	80—60	—
Romaani- .	24—27	12—15	52—58	1—2	0,2-2	Kvarts- .	2—3*)	96—97	1—1,5
Šlakk- . . .	21—25	12—16	50—58	1,5—5	0,5-2	Magne-		1,5—5,4	2,3-3,3
Hüdrl. lubi .	10—20	3—8	70—85	1,5—5	0,2-1	siit- .	MgO 82—84	Fe_2O_3 6—10	Al 0,15-2,2

*) Kvartsiite.

V. Puit.

1. Tehnilisi omadusi.

a) Puidu kuivolluse erikaal on kõigil puuliikidel ühesugune: 1,5—1,6; b) niiskust (vett) sisaldav okaspuud 54—61%, pehmed lehtpuud 45—53%, kõvad lehtpuud 35—41% ja väga kõvad — 20—35%; c) kuivamisel kaotab puu 14—45% esialgsest niiskusest ja kahaneb õhukuivuseni jõudes 1,8—15% pikkuse sihis, 1,1—6,5% radiaalsihis ja 1,8—15% tangensiaalsihis; d) kõvaduse järgi jaguvad puud järgmiselt: α) kivikõvad: bakaut ja mustpuu; β) kontkõvad: barbaris, palmipuu, sirel ja t.; γ) väga kõvad: türnpuu, kibuvits j. t.; δ) kaunis kõvad: saar, pirnipuu, jalakas, künnapuu, pöökpuu, kask, suvikuusk (okasleht) j. t.; ε) pehmed: kuusk, siberikuusk, kastanipuu, lepp (sang- ja valge-), pähklipuu j. t.; ε) väga pehmed: mänd, pappel, haab, paju, pärn j. t.; e) mõnede puusortide tugevusest vt. tab. lk. 82; f) andmeid õhukuivade puitude erikaalu kohta vt. tab. lk. 58 ja 73.

Mõne puuliigi kestusiga aastates.

Puud peavad olema terved ja veata.

Puuliik	Puhtas õhus	Vees all	Täiesti kuivas kohas	Puuliik	Puhtas õhus	Vees all	Täiesti kuivas kohas
Tamm	100	100	100	Pöökpuu ja vaher .	60	50	75
Jalakas	100	90	100	Haab	50	—	95
Mänd (vana, tõrvane)	85	100	90	Lepp	40	100	38
Suvikuusk (okasleht) .	85	80	90	Kask	40	—	38
Kuusk (vana)	85	100	90	Pappel, pärn ja paju	30	—	65

2. Metsamaterjali arvestamine.

1. sept. 1928. aastast valmistatakse ja müüakse riigi metsatööstuses metsamaterjalid, mis mõõdeti süldades (küttepuidud, propsid, paberipuidud, sindlipakud jne.) virnalaotult — ruumimeetrites (rm), ja mis valmistati ja müüdi kantjalgades (palgid, pakud jne.) tihumeetrites (tm).

Tihumeeter tähendab 1 kantmeeter tihedat õhuvahedeta puitmassi ja võrdub 35,32 inglise kantjalaga, milline ka seni meil tarvitusel oli; 1 kantjalg = 0,0283 tihumeetrit; 1 kantsüld = 9,71 kantmeetrit ja sisaldab 6,8 tihumeetrit puitmassi. Palkide ja pakkude pikkus mõõdetakse meetrites ja detsimeetrites, jämedus palgi või paku ladvapoolsest (peenemast) otsast kooreta, keskmise jämeduse kohalt täis-sentimeetrites, kusjuures poolikud sentimeetrid jäetakse arvesse võtmata. Materjalide mass arvatakse välja selleks riigimetsade valitsuse poolt kokkuseatud massitabelite alusel (vt. tab. lk. 74). Praktikas tarvitatakse veel n. n. kantjalgade-tabelit (vt. lk. 75).

Küttepuidud valmistatakse halupikkusega 50 ja 75 cm. Eksporditavaid laudu müüakse standardidega. Standard on mõõtühik, mille ruumala = 165 ingl. kantjalga = 10 standard-tosinat = ca 4,6695 tihumeetrit.

Ümbertöötatud (saetud) puit on müügil järgmistes mõõtudes: 1) inglisprussid: 12″×12″, 13″×13″, 14″×14″, 15″×15″, 16″×16″, 17″×17″ pikkusega 17—30′; 2) hollandiprussid (poomkandis): 11″×13″, (kus saetud pind peab olema vähemalt 6″ lai), pikkusega 17—40′; 3) kantpuidud (prussid): 7″×9″, 6″×10″, 10″×10″, 9″×10″, 8″×10″, 7″×10″, 6″×8″, 6″×7″, 6″×6″, 5″×7″, 5″×6″, 4″×5″; 4) poolprussid: 6½″×11″, 5½″×13; (Järg 74 lk.)

3. Mõningaid andmeid puude kohta.

Puuliik	Erikaal		Niiskusesisaldavus toorelt %	Kahanevus kuivamisel põigiti puus kuni %	Parim raieiga (aastat)
	toorelt	õhukuivalt			
Akaatsia	0,74—1,00	0,58—0,85	—	—	—
Eebenipuu	—	1,19—1,33	—	4,0	—
Guajakipuu (bakaut)	—	1,17—1,39	—	7,5	—
Haab	0,61—0,99	0,43—0,56	42	3,0	40—60
Jalakas	0,73—1,18	0,56—0,82	44	6,55	100—120
Jugapuu	0,97—1,10	0,74—0,94	—	—	—
Kadakas	—	0,62	—	—	—
Kask	0,80—1,09	0,51—0,77	30	6,0	40—50
Kastanipuu	0,76—1,04	0,52—0,63	29	6,0	—
Kirsipuu	0,65—1,05	0,57—0,78	—	6,9	—
Kuusk	0,40—1,07	0,35—0,6	45	3,33	80—100
Künnapuu	0,70—0,99	0,6 —0,69	44	6,5	—
Lepp (sang-) . . .	0,61—1,01	0,42—0,68	41	6,0	40—60
Mahagonipuu . . .	—	0,56—1,06	—	1,80	—
Mänd	0,38—1,08	0,31—0,76	39	3,50	100—150
Paju	0,67—0,97	0,39—0,63	50	5,0	—
Palisandripuu . . .	—	0,91	—	2,0	—
Pappel	0,61—1,1	0,35—0,59	40	4,33	40—60
Pirnipuu	0,36—1,07	0,64—0,73	—	6,25	—
Pihlakas	—	0,64	—	—	—
Ploomipuu	0,87—1,17	0,68—0,90	—	5,2	—
Pukspuu	1,20—1,26	0,91—1,03	—	10,2	—
Punapuu	—	0,81—0,94	—	1,1	—
Pähklipuu	0,91—0,92	0,65—0,81	—	8,0	—
Pärn	0,58—0,88	0,32—0,60	47	7,0	40—60
Pöökpuu punane .	0,85—1,12	0,59—0,85	39	7,0	70
„ valge . .	0,92—1,25	0,62—0,82	20	7,0	80
Saar	0,7 —1,14	0,54—0,94	28	5,65	40—60
Siberikuusk (nulg) .	0,77—1,23	0,37—0,75	37	4,1	—
Sirel	—	0,86	—	—	—
Suvikuusk	0,52—1,0	0,44—0,80	—	4,0	100—150
Tamm	0,87—1,28	0,53—1,03	35	3,5	80—150
Toomingas	0,80	0,60	40	—	—
Vaher	0 83—1 05	0 53—0 81	27	5·4	60—70

4. Palkide kantmeetrite tabel.

Läbimõõt.	Palkide pikkus meetrites.																		
cm	1	1,50	2	2,50	3	3,50	4	4,50	5	5,50	6	6,50	7	7,50	8	8,50	9	9,50	10
10	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
11	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10
12	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11
13	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13
14	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15
15	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
16	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
17	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23
18	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25
19	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28
20	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31
21	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,35
22	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
23	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42
24	0,05	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,39	0,41	0,43	0,45
25	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49
26	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53
27	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,54	0,57
28	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59	0,62
29	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,59	0,63	0,66
30	0,07	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71
32	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,80
34	0,09	0,14	0,18	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,45	0,50	0,54	0,59	0,64	0,68	0,73	0,77	0,82	0,86	0,91
36	0,10	0,15	0,20	0,25	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51	0,56	0,61	0,68	0,71	0,76	0,81	0,87	0,92	0,97	1,02
38	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,40	0,45	0,51	0,57	0,62	0,68	0,74	0,79	0,85	0,91	0,96	1,02	1,08	1,13
40	0,13	0,19	0,25	0,31	0,38	0,44	0,50	0,57	0,63	0,69	0,75	0,82	0,88	0,94	1,01	1,07	1,13	1,19	1,26
42	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,55	0,62	0,69	0,76	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,18	1,25	1,32	1,39
44	0,15	0,23	0,30	0,38	0,46	0,53	0,61	0,68	0,76	0,84	0,91	0,99	1,06	1,14	1,22	1,29	1,37	1,45	1,52
46	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83	0,91	1,00	1,08	1,16	1,25	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66
48	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,63	1,72	1,81
50	0,20	0,30	0,39	0,49	0,59	0,69	0,79	0,88	0,98	1,08	1,18	1,28	1,37	1,47	1,57	1,67	1,77	1,87	1,96

Tabeli kasustamine: Mitu tihumeetrit sisaldab palk, mille pikkus = 6 m ja jämedus 25 cm? Esimesest lahtrist (cm) otsime arvu 25 ja läheme horisontaalrida mööda paremale ja 12 lahtrist (6 m) leiame arvu 0,29; järelikult antud palk sisaldab 0,29 tm.

5) plangud: 3″×8″, 3″×7″, 3″×7″, 2½″×7″, 2″×7″; 6) lauad: ½″, ¾″, 1″, 1¼″, 1½″, 1¾″, 2″, 2½″, paksud ning 4—10″ laiad; 7) latid: 1″×2″, 1½″×2″, 1½″×2½″, 3″×3″, peale nende veel mitmesugused hööveldatud lauad, nagu põranda-, lae-, voodri- ning liistud, piirlauad jm.

5. Palkide kantjalgade tabel (Maurach).

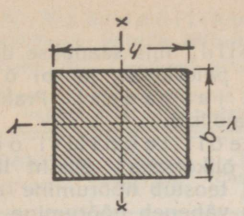
Pikkus ingl. jalga	LÄBIMÕÕT INGLIS TOLLI													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	ÜMBERMÕÕT INGLIS TOLLI													
	15 11/16	18 7/8	22	25 1/16	28 1/4	31 3/8	34 9/16	37 3/4	40 13/16	44	47 1/16	50 1/4	53 5/6	56 1/2
	PUITMASS KUUPJALGADES													
5	0,8	1,0	1,4	1,8	2,3	2,9	3,5	4,2	4,9	5,8	6,6	7,5	8,5	9,5
6	0,9	1,3	1,7	2,2	2,9	3,6	4,3	5,1	6,0	6,9	7,9	9,0	10,3	11,6
7	1,0	1,5	2,0	2,8	3,4	4,0	5,0	6,0	7,0	8,1	9,3	10,6	12,0	13,7
8	1,2	1,7	2,3	3,2	3,7	4,6	5,8	6,8	8,0	9,3	10,6	12,1	13,7	15,8
9	1,4	2,0	2,6	3,4	4,3	5,4	6,5	7,8	9,2	10,7	12,4	14,1	16,0	19,0
10	1,6	2,3	3,0	3,9	4,9	6,0	7,3	8,7	10,3	12,0	13,8	15,7	17,8	20,0
11	1,8	2,5	3,3	4,3	5,4	6,7	8,1	9,7	11,4	13,3	15,3	17,4	19,7	22,1
12	2,0	2,8	3,7	4,7	5,9	7,4	8,9	10,6	12,5	14,5	16,7	19,1	21,5	24,2
13	2,2	3,1	4,0	5,2	6,5	8,0	9,7	11,6	13,6	19,9	18,2	20,7	23,5	26,3
14	2,4	3,3	4,4	5,7	7,1	8,7	10,5	12,5	14,7	17,1	19,7	22,4	25,4	28,4
15	2,6	3,6	4,8	6,1	7,7	9,4	11,4	13,5	15,9	18,5	21,2	24,1	27,3	30,5
16	2,8	3,9	5,2	6,6	8,3	10,1	12,2	14,5	17,0	19,8	22,7	25,9	29,2	32,7
17	3,1	4,3	5,6	7,1	8,9	10,9	13,1	15,5	18,2	21,1	24,2	27,6	31,1	34,9
18	3,3	4,6	6,0	7,6	9,5	11,6	14,0	16,5	19,4	22,5	25,8	29,3	33,1	37,1
19	3,6	4,9	6,4	8,1	10,1	12,4	14,9	17,6	20,6	23,9	27,4	31,1	35,1	39,3
20	3,8	5,2	6,8	8,6	10,7	13,1	15,7	18,6	21,8	25,3	29,0	32,8	37,1	41,5
21	4,1	5,6	7,2	9,2	11,4	13,9	16,7	19,7	23,0	26,7	30,5	34,6	39,0	43,7
22	4,4	5,9	7,7	9,7	12,0	14,7	17,6	20,8	24,2	28,1	32,1	36,4	41,0	45,9
23	4,7	6,3	8,1	10,3	12,7	15,5	18,5	21,9	25,5	29,5	33,8	38,3	43,1	48,2
24	4,9	6,7	8,6	10,8	13,4	16,3	19,5	23,0	26,8	31,0	35,4	40,1	45,1	50,4
25	5,2	7,1	9,1	11,4	14,1	17,1	20,4	24,1	28,0	32,2	37,0	41,9	47,2	52,7
26	5,5	7,5	9,6	12,0	14,8	18,0	21,4	25,2	29,4	33,9	38,7	43,8	49,3	55,0
27	5,9	7,9	10,1	12,6	15,5	18,8	22,4	26,3	30,7	35,4	40,3	46,7	51,3	57,3
28	6,2	8,3	10,5	13,2	16,2	19,6	23,4	27,5	31,9	36,9	42,0	47,6	53,5	59,6
29	6,5	8,7	11,0	13,8	16,9	20,5	24,4	28,6	33,3	38,3	43,7	49,4	55,6	61,0
30	6,9	9,1	11,6	14,4	17,7	21,4	25,4	29,8	34,6	39,9	45,5	51,4	57,7	64,3
31	7,2	9,5	12,1	15,0	18,4	12,1	26,4	31,0	36,0	41,5	47,2	53,3	59,9	66,7
32	7,5	10,0	12,6	15,7	19,2	23,2	27,5	32,2	37,4	43,0	48,9	55,2	62,0	69,1
33	7,9	10,4	13,2	16,4	20,0	24,1	28,5	33,4	38,8	44,6	50,7	57,2	64,1	71,4
34	8,3	10,9	13,8	17,0	20,8	25,1	29,6	34,7	40,1	46,2	52,5	59,2	66,4	73,9
35	8,7	11,4	14,3	17,7	21,6	26,0	30,7	35,9	41,5	47,7	54,3	61,2	68,6	76,3

Tabeli kasustamine: Mitu kantjalga sisaldab palk, mille pikkus = 24 jalga ja jämedus 9 tolli? Esimesest lahtrist otsime arvu 24 ja läheme horisontaalrida mööda paremale ja 6 lahtr. (9 tolli) leiame arvu 13,4; antud palgi ruumala = 13,4 kantjalga.

6. Ümmarpuidu kasustamismäär. K (5) meetri pikkuste ja mitmesuguse jämedusega pakkude saagimisel laudadeks mitmesuguses paksuses.

Paku läbimõõt (d)	Laudade arv	Kasustamismäär (K) laudadeks	
		servamata	servatud
cm	tk.	%	%
10 mm paksused lauad.			
20	11	60	50
24	13	60	51
27	15	60	54
31	18	63	55
12 mm paksused lauad.			
20	10	65	54
24	12	65	56
27	14	67	58
31	16	67	59
15 mm paksused lauad.			
20	8	67	55
24	10	68	58
27	12	70	60
31	14	71	64
18 mm paksused lauad.			
20	7	67	56
24	8	66	56
26	9	67	58
27	10	71	61
29	11	73	64
31	12	73	65
20 mm paksused lauad.			
20	6	66	56
23	7	67	56
24	8	70	60
27	9	70	62
29	10	73	64
31	11	74	66

Paku läbimõõt (d)	Laudade arv	Kasustamismäär (K) laudadeks	
		servamata	servatud
cm	tk.	%	%
24 mm paksused lauad.			
22	6	70	60
25	7	70	60
27	8	74	65
31	9	74	66
33	10	76	69
36	11	76	70
39	12	77	70
30 mm paksused lauad.			
26	6	70	63
28	7	74	67
32	8	77	69
36	9	78	70
29	10	78	73
35 mm paksused lauad.			
26	6	70	64
29	6	74	66
33	7	77	70
36	8	78	71
40	9	80	73
40 mm paksused plangud.			
26	4	70	56
30	5	76	61
34	6	80	64
38	7	81	67
45 mm paksused plangud.			
29	4	72	57
33	5	77	63
37	6	80	66
42	7	83	70



7. Neljakandiliste puitpalkide inertsi- ja vastupanumomendid.

h — tähistab kõrgust cm, b laiust cm, S ristilõike pinda cm², I — inertsimomenti x ja y telje suhtes cm⁴, W — vastupanumomenti x ja y telje suhtes cm³.

h cm	b cm	S cm²	I_x cm⁴	I_y cm⁴	W_x cm³	W_y cm³
8	8	64	341	341	85	85
10	8	80	667	427	133	107
	10	100	833	833	167	167
12	10	120	1 440	1 000	240	200
	12	144	1 728	1 728	288	288
14	10	140	2 287	1 167	327	233
	12	168	2 744	2 016	392	336
	14	196	3 201	3 201	457	457
16	8	128	2 731	683	341	171
	12	192	4 096	2 304	512	384
	14	224	4 779	3 659	597	523
	16	256	5 461	5 461	683	683
18	8	144	3 888	768	486	192
	14	252	6 804	4 116	756	588
	16	288	7 776	6 144	864	768
	18	324	8 748	8 748	972	972
20	8	160	5 333	853	533	213
	9	180	6 000	1 215	600	270
	10	200	6 667	1 667	667	333
	14	280	9 333	4 573	933	653
	16	320	10 667	6 827	1067	853
	18	360	12 000	9 720	1200	1080
	20	400	13 333	13 333	1333	1333
22	9	198	7 986	1 336	726	297
	10	220	8 873	1 833	807	367
	16	352	14 197	7 509	1291	939
	18	396	15 972	10 692	1452	1188
	20	440	17 747	14 667	1613	1467
24	9	216	10 368	1 458	864	324
	10	240	11 520	2 000	960	400
	12	288	13 824	3 456	1152	576
	18	432	20 736	11 664	1728	1296
	20	480	23 040	16 000	1920	1600
	24	576	27 648	27 648	2304	2304
26	10	260	14 647	2 167	1127	433
	11	286	16 111	2 884	1239	524
	12	312	17 576	3 744	1352	624
	20	520	29 293	17 333	2253	1733
	24	624	35 152	29 952	2704	2496
	26	676	38 081	38 081	2929	2929
28	11	308	20 123	3 106	1438	565
	13	364	23 781	5 126	1699	789
	14	392	25 611	6 403	1829	915
	22	616	40 245	24 845	2875	2259
	26	728	47 563	41 011	3397	3155
	28	784	51 222	51 222	3659	3659

8. Valandi (valatise) kaalu tegur (k).

Mudeli materjal \ Valatise materjal	Malm	Teras	Pronks	Valgevask	Tsink	Valgemetall
Lepp . . .	12,8	14,0	14,9	14,3	12,2	13,9
Pappel . . .	13,6	14,8	16,5	15,0	13,0	14,7
Pärn . . .	13,5	14,5	15,7	14,5	12,9	14,3
Kuusk . . .	14,0	15,0	16,4	15,8	13,5	14,8
Kask . . .	10,6	11,8	12,3	11,9	10,2	11,6
Pöök . . .	9,8	11,0	11,4	10,9	9,4	10,5
Pirnipuu . .	10,0	11,3	11,9	11,5	9,8	10,8
Tamm . . .	9,0	10,0	10,4	10,1	8,6	9,8

Märkmeid: 1. „Valgevask" asemel lugeda „messing". 2. Et leida valandi kaalu, peame mudeli kaalu korrutama vastava teguriga. Näide: Kui palju kaalub messingist valand, mille kasepuidust mudeli kaal = 5 kg? Valandi kaal = 11,9 . 5 kg = 49,5 kg.

VI. Määrdeõlid.

Määrdeõlid jaguvad 2 liiki: a) mineraalõlid, mis saadakse destilleerimisel naftajäänustest, kivisöest, turbast ja põlevkivist, ja b) õlid, mis saadakse loomade ja taimede rasvadest. Praktikas kasustatakse määrdeõlidena praegusajal mineraalõlisid.

1. Õlitamise otstarve ja määrdeõli tehnilisi omadusi. Õlitamisel kattuvad hõõruvad pinnad õlikorraga: õlikiht läheb nende vahele ja nad ei puutu kokku, niiviisi teostub hõõrumine mitte pindade, vaid määrdeõliosade vahel, mille tõttu väheneb hõõrumine, masinaosade kulumine ja hõõrumise ületamiseks tarvilik töö.

1) Määrdeõli leektäpp on temp., millel määrdeõli pinnal tekkivad aurud plahvatavad põlema, kuna õli ise ei põle. Määrdeõli kõrge leektäpp on tunnuseks, et tema koostis on ühtlane, s. o. ta ei sisalda kergesti süütuvaid olluseid, mis eriti tähtis mootorite silindriõlidele. 2) Määrdeõli plahvatustäpp on temp., millel ta süütamisel plahvatab põlema. 3) Määrdeõli püdelus (püdeluse kraad, sitkus), on arv, mis näitab, mitu korda on teatava temperatuuriga määrdeõli veest paksem. Püdelus määratakse erilise aparaadiga, n. n. püdelusmeetriga. Euroopas tarvitatakse enamasti Engler'i püdelusmeetrit, ja sellest tuleb ka nimetus „Engler'i kraad". Püdelus tähistatakse E tähega, mille juurde alla märgitakse temp., näit. $E_{50} = 4{,}5$ tähendab, et õli püdelus 50° C juures on 4,5. Määrdeõli püdelusest oleneb tema omadus vastu pidada määritavate pindade vahelt väljasurumisele, mille tekitab pindadele mõjuv normaalsurve: väikese püdelusega õli surutakse laagrist välja, mille tagajärjel laagrid sissesööbivad. Püdelus oleneb määrdeõli temperatuurist: mida kõrgem määrdeõli temp., seda väiksem ta püdelus ja ümberpöördult. 4) Määrdeõli tardumis- (hangumis-) täpp on temp., millel ta omab säärase paksuse, mis teeb võimatuks korraliku õlitamise.

Heal määrdeõlil peavad olema järgmised omadused: 1) Väike sisehõõre, s. o. tema osakesed peavad vabalt ümber paigutuma, mis suurendab mootori võimsust ja masina kasulikku tööd. 2) Õli peab hästi hõõrutavate pindade külge hakkama, ta peab korralikult eraldama hõõruvaid pindu teineteisest ja vastu panema väljasurumisele pindade vahelt. 3) Vastavalt nõuetele peab õlil olema sellekohane leek-, plahvatus-, hangumistäpp ja püdelus.

Märkus: Mootorite määrdeõli leektäpp peab olema üle 175° C, plahvatustäpp üle 200° C, hangumistäpp üle 3° C ja püdelus 4 – 14° C Engler'i järgi. 4) Õli peab olema vaba hapetest ja lehelistest, need tekitavad roostetamist, mis rikub lihvitud pinda. 5) Määrdeõli peab võimalikult vähe aurama. Lubatav auramiskaotus on 100° C temp. 0,4% kahe tunni jooksul. 6) Määrdeõli ei tohi õhu käes kuivada ega sisaldada lisandeid, nagu tolmu, prügi, vaike ja muud. 7) Määrdeõli ei tohi sisaldada vett üle 0,5%; tahtõlitamisel ei ime tahid niisugust õli, ka tekitab õlis peituv vesi roostetamist. On soovitav alati tarvitada kõrgeväärtuslikke määrdeõlisid, sest vaatamata nende kallimale hinnale tasuvad nad end ära mitmekordselt. Parimad määrdeõli sordid: Castrol, Gargoyle ja Shell.

2. Määrete segud. Mõne masina (laagri) palavaks-jooksmisel määrida seda grafiidi ja rasva seguga, mis vähendab metallidevahelist hõõrumist ja mõjub puhastavalt ning jahutavalt. Tasase käiguga hammasrattaid määrida talgi, grafiidi ja õli seguga. Vedel õli ei kõlba hammasratta määrimiseks: ta litsutaks välja hammaste vahelt. Puithammastega hammasrataste määrimiseks tarvitada: 1 osa grafiiti, 2 vaha ja 1 talki. Aurukatelde juures, kraanide määrdeks tarvitada — talgi, grafiidi ja rasva segu.

3. Määrdeõli-kulu arvutamine. Käsi- või tilkmääringul teoreetiliselt vajalik õlihulk $Q = 0{,}3\,pd\,(D-d)^3 : Zl$ liitr./min., kus p — erirõhk kg/cm², $D-d$ — võllilõtke cm (D — laagrikausi ja d võlli läbimõõt), l — laagri pikkus cm; $Z = \sqrt[1,2]{E-1} : 970$, kui $E \leqslant 6$ ja $Z = E : 1490$, kui $E > 6$; 0,3 on arvestamisega tuletatud alatine tegur. Näide: Mitu g õli vaja tunnis kui $p = 12{,}5$ kg/cm², lõtke = 0,01 cm, $l = 300$ mm; $d = 200$ mm $E = 7$ ja e (erikaal) = 0,9;
$Q = 0{,}3 \cdot 12{,}5 \cdot 0{,}01^3 \cdot 1490 : 7 \cdot 1{,}5 \approx 0{,}00532$ l min. või 287,3 g tunnis. Praktikas määratakse õlikulu 15—25 g tunnis. 1) *Õlikulu tilkõlitis* määratakse võlli läbimõõdu järgi (vt. tabel). 2) *Tahtõlitid* reguleeritakse õlikulule: α) 30—60 g päevas (8 tundi) võlli kiirusel 1 m/sek ja rõhul kuni 5 kg/cm² ja β) 60—170 g päevas võlli kiirusel üle 1 m/sek ja rõhul üle 5 kg/cm². 3) *Nõelõlitid* kulutavad 20—100 g päevas. 4) *Rõngasmäärde* laagritele vaja päevas õli: α) kui $d = 50$ mm, siis 5 g, β) 75 mm — 10 g, ja γ) 125 mm — 20 g.

Mehhanismi liikumiskiirusele ja rõhule vajalik määrdeõli püdelus.

Rõhk kg/cm²	Kiirus m/sek	Püdelus Engler'i järgi 50° C j.
Väikene kuni 5	kuni 0,5	1,7—2,5
	0,5—5	1,5—1,8
	üle 5	1,3—1,6
Keskmine 5—50	kuni 0,5	5,5—7,0
	0,5—5	4,0—5,5
	üle 5	2,5—4,0
Suur üle 50	kuni 0,5	8—10
	0,5—5	6—8
	üle 5	4—6

d mm	30	30—50	50—80	üle 80
õlikulu g	1,5	2	3	4

4. Silindri õlikulu: Battle (loe: betl) annab järgmised teoreetilised valemid õlikulu kohta: α) $Q_m = 1{,}6\,D_m s n$ madal- ja β) $Q_k = 2D_k n$ -kõrgesurvesilindrile, kus Q_m ja Q_k on vajalik õlihulk g/tund, D_m — madal- ja D_k kõrgesurvesilindri läbimõõt m-tes, s — kolvikäik m-tes, n — pöörete arv minutis. Näide: Kui palju vaja õli 8 t. kahetsilindrilise kompaundmootorile, mille $n = 85$ $D_k = 200$ mm, $D_m = 500$ mm ja $s = 800$ mm; $Q = 1{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 85 \cdot 8 = 435{,}2$ g ja $Q_k = 2 \cdot 0{,}2 \cdot 85 \cdot 8 = 272$ g. Thomson annab järgmised õlinormid: α) mootoritele kuni 400 hj: vertikaalsetele — 1—0,3 ja horisontaalsetele — 0,6—0,15 g/hj-t; β) üle 400 hj vastavalt 0,6—0,15 ja 0,4—0,05 g/hj-t. Praktikas leitud andmeid aurmootorite õlikulule:

Mootori võimsus hj-des	kuni 10	10—50	50—200	200—1000	üle 1000
Õlikulu g/hj-t	2—3	1,5—2	1—1,5	0,5—1	0,4—0,5

5. Õlikulu masinatele (masina külmosade määrimiseks, nagu: peavõll, ristpea, juhtrööpad, ekstsentrikud, regulaatorid jm.)

Mootori võimsus hj-des	kuni 10	10—50	50—200	200—1000	üle 1000
Õlikulu g/hj-t	2,5—2	1,5—2	1—2	0,8—1,5	0,5—1

6. Aurturbiiniõli võib töötada kuni 10000 tundi, kui teda hästi puhastatakse ja kui temasse ei satu vett ega muid kahjulikke lisandeid. Aurturbiiniõlisid on 3-me liiki: 1) püdelusega $E = 2{,}9—32$, 2) $E = 3{,}5—4$ ja 3) 4—4,5. Esimest kasustatakse turbiinidele, mis teevad 3000 pööret minutis, teist — 2500 p/min ja kolmat — 2000 ja vähem p/min. Aurturbiini laagrite töötemperatuur kõigub 45—50° vahel, kuid milgil tingimusel ei ole lubatud temp. üle 70°.

7. Sisepõlemootoritele vajalik õli püdelus E ja õlikulu. a) *Püsi- (paigalseisvad-) mootorid*: α) Kuumpea- ja bensiinimootorid vajavad õli, mille $E_{50} = 5—10$, olenedes taktide arvust, kompressiooniastmest ja pöörete arvust minutis (n); β) 4—5at kompressiooniga *petroolimootorid* vajavad õli, mille $E_{50} = 7—8$, kui $n = 600—1000$ ja $E_{50} = 8—10$, kui $n = 1000—2000$; γ) diislimootorite $E_{50} = 6—14$, olenedes taktide ja hj-de arvust. *Õlikulu* oleneb hj-dest:

1) kuumpea – 1–0,5, 2) bensiini — 0,5—0,7, 3) gaasi – 0,7–0,9 kuumadele ja 0,3—0,7 — külmadele osadele, 4) diislimootorid — 0,5—0,9 grammi hj-tunnis. b) *Liikuvmootorid:* traktori- ja automootorid vajavad õli suvel: $E_{50} = 5—12$, talvel 4—9; kulunud mootor — suvel E_{50} = kuni 16. *Õlikulu* arvutatakse automootorile 3% ja traktorimootorile kuni 9% põletisest.

8. Mineraalõlid.
(Naftajäänustest)

Määrdeõli sordid	Erikaal 15° C kg/dm³	Leektäpp Pensky-Martensi järgi °C	Plahvatustäpp °C	Püdelus Engler'i järgi 50° C	Tardumistäpp °C
1. Masinaõlid:					
a) Separaatori-	0,885—0,92	185—195	—	3,5—4	—1,5
b) Värtna-	0,900	190	223	2,5	—1
c) Shell-masina	0,929—0,935	185—190	210—215	5,5—7	—15
d) Jäämasina-	0,921	163	196	3,1	—33
2. Aurusilindri-					
a) hari. aurule	0,910	290	310	4,4	—30
b) ülekuum. „	0,905—0,919	330—340	373—393	6,5—8,35	3—10
3. Autoõlid:				100°	
a) talve	0,940	190—215	—	4,3—12	-11—-12
b) suve	0,940—0,945	230	—	14,5-18,2	-10—-16
4. Meriõlid:					
a) merimasina	0,944	210	—	9,5	—15
b) „ silindri	0,905	280	—	4,4(100°)	—8
c) „ diisli	0,932	224	—	6—14	—8
d) kompressori	0,926	215—220	—	5,5	0
5. Transformaatori-	0,920	160	—	2,5—2,6	—
6. Generaatori-	0,898	199	221	3,65	—4
7 Õhukompress-õli	0,887	193	215	2,82	—4

9. Õlid rasvad ja tõrvad.

Taimeõlid	Erikaal 15° C	Tardumistemp. °C	Loomarasvad	Erikaal 15° C	Sulamistemp. °C
Kastor-	0,96—0,974	—10 — —18	Oina-	0,937—0,94	47—49
Kookos- . . .	0,925—0,938	14 — 25	Veise-	0,943—0,952	40—47
Kanepi- . . .	0,925—0,931	—27	Sea-	0,931—0,938	37—30
Linaseemne- .	0,930—0,935	—15	Kondi- . . .	0,914—0,916	21—22
Mooni-	0,924—0,927	—18	Kala-	0,922—0,94	—
Mindaal- . . .	0,916—0,92	—10 — —22	Hülge-	0,925—0,926	—
Naeriõli . . .	0,913—0,918	—0	Valaskala- . .	0,917—0,927	—2
Oliivi-	0,914—0,919	0—5			
Pähkli-	0,925—0,927	—27	Mäetõrvad	Tõrva %	Sulamistemp. °C
Palm-	0,921—0,948	27—43			
Puuvillaseemne-õli	0,922—0,928	3—4	Asfalt	94—99	53—83
Päevalille- . .	0,920—0,936	—17	Pruunkivi-tõrv	99	30—86
Seesam- . . .	0,922—0,924	—3 — —5	Parafiin (raf.)	0	36—62

Materjalide tugevused.

I. Pinged ja tugevused.

1. Normaalpinge $\sigma = P : S$ kg/cm², kus P mõjuv tung, S varva ristilõike pind (cm²). Relatiivne pikenemine $\varepsilon = \lambda : l$ = pikenemine : algpikkusega; peenenemine või ristisurve $\varepsilon_q = \delta : d$. Pikenemistegur $\alpha = \varepsilon : \sigma$ cm²/kg; elastsusmoodul $E = 1 : \alpha$ kg/mm². 2. Lõikepinge $\tau = P : S$ kg/cm²; lõiketegur $\beta = \gamma : \tau$, kus γ — nihe. Lõike-elastsusmoodul $G = 1 : \beta = mE : 2(m+1)$, kus $m = \varepsilon : \varepsilon_q$; K. Bach'i järgi metallidele $m = 10 : 3$. 3. Tugevuseks K nimetatakse seda pinget, millel materjal katkeb. Ühe ja sama keha tugevus on mitmesugune ja oleneb sellest, kas ta peab vastu pidama tõmbele, survele, lõikele, paindele, nõtkele või väändele, ning nendele vastavalt liigitatakse järgimised tugevused: tõmbe- — K_t, surve- — K_s, lõike- — K_l, painde- — K_p, nõtke- — K_n ja väände- (keerde-) tugevus K_v.

4. Vajanduvamate metallide elastsusmooduleid ja tugevusi. (Kergemetallide E vt. lk. 53, 2.)

Metallid	Elastsusmoodulid		Elastsuse piir kg/cm²	Tugevus	
	Tõmbele ja survele $E = \frac{1}{\alpha}$ kg/mm²	Lõikele $G = \frac{1}{\beta}$ kg/mm²		tõmbe- K_t kg/cm²	surve- K_s kg/cm²
Raud, tao-	20000	7850	1500	3600	3200
„ sepa- (poldid ja kruvid)	20000	7700	1400	3500—4000	
„ sepa- (kard)	20000	7700	1400	3300—4000	
„ valatud	21500	8340	2000	3800	
Teras valatud	22000	8500	3000	5500	6000
„ vedru-	22000	8400	5000	12000—15500	
„ nikkel-	21000	8400	—	5000—8000	
„ kroomnikkel-	21000	8400	—	6000—20000	
„ valu-	21500	8340	2000	2000	
Malm hall	9500	4000	650	1200	6500
Vask	12580	4560	1200	2500	4000
Messing	10960	3730	480	1200	1100
Pronks	9000	—	—	4000—5000	
Vosvorpronks	10000	3600	—	—	
Deltametall	9000	3600	—	4000—7000	
Alumiinium (val.)	6750	2600	—	900—1000	
Tina	4000	—	—	350	
Tsink	8720	—	250	550	
Plii	500	—	40	130	480

Paljudele metallidele $K_s = K_t$. $K_l = \mu' K_t$, kus μ' malmile = 1,1 (keskm.), taorauale = 0,78—0,82, raudkarrale piki = 0,87, põiki = 0,84, valatud rauale = 0,84—0,87. $K_v = 0{,}75\, K_t$. $K_p = K_t$. Metallide tugevus oleneb temperatuurist: kõrgematel temp. väheneb tugevus, nii näit. on raua K_t 20° C juures 3800, 500° C juures 1900 ja 1000° C juures 575.

5. Traatide ja veorihmade tugevusi

Traadi materjal	K_t kg/cm²
Alumiinium	2300—2700
„ -pronks	6500
Messing	5000—6100
Plii (kõva) .	220
Pronks . .	4600—7100
Raud . . .	5600—7000
Tiigelteras .	9000—19000
Tsink . . .	1900
Vask . . .	4000
Nahkrihm .	250—450
Kanepköis .	1200—1350

6. Tähtsamate puidusortide tugevusi

Puidusordid	Elastsusmoodul E kg/cm²	Tugevused kg/cm²			
		Tõmbe- K_t	Surve- K_s	Painde- K_p	Lõike- K_l
Akaatsia . .	1500	1175 1890	740 800	1080	—
Tamm . . .	1140	500 1390	345 420	700	75
Pöökpuu .	1800	1340	430	670	85
Saarepuu .	1440	1600	480	1151	—
„ Ameerika	1500	1350	400	800	—
Mänd:					
Saksamaa	920	750	245	420	45
Eesti . .	1250	820	340—430	520	—
Kuusk . . .	1500	600 1450	300 520	730	40

7. Kivide ja segude tugevusi.

Materjal	K_s kg/cm²	Materjal	K_s kg/cm²	Materjal	K_s kg/cm²	
1) Kivi:		2) Segu:		Tsem.: liiv: kivi		
Graniit . .	800—2000	Tsem. s. 1 : 3	200—450	1 : 2 : 4	200	Võlvid, toed, katted
Paas . . .	400—1800	Lubjasegu .	15	1 : 3 : 4	160	
Kruusabet. .	60—400	3) Müür:		1 : 3 : 6	140	Vundamendid
Klinker . .	250—1000	Klinker. ts. s. 1 : 3	250—300	1 : 4 : 8	120	
Telliskivi I s.	150—250	Tellisk. l. s. 1 : 3	120—140	1 : 3	180	Raudbetoon
„ II s.	100—150	Murdkivist I s.	80—130	1 : 4	150	

Märkus: 1. Müüri, segu ja betooni tugevused on maksvad peale 28-päevalist kivistumist. 2. Ts. s. tähistab tsement- ja l. s. lubjasegu.

II. Lubatavad pinged.

Suurimat pinget, mida võib lubada ehituskonstruktsioonides või mehhanismides, nimetatakse lubatavaks pingeks; ta on vähem elastsuse piirist ja oleneb tugevusest ja materjali omadustest. Lubatav pinge tähistatakse k tähega ühes vastava indeksiga: lubatav tõmbepinge on k_t, surve- — k_s, painde- — k_p, väände- — k_v ja lõike- — k_l. Ehituskonstruktsiooni või mehhanismi osade kindlustamiseks katkemise vastu peab lubatav pinge olema vähem tugevusest; $K : k = \mathfrak{S}$, mida nimetatakse katkemise kindlustusastmeks (või julgeoleku-teguriks). Tõmbele $\mathfrak{S} = K_t : k_t$, survele $\mathfrak{S} = K_s : k_s$, paindele $K_p : k_p$ jne.

Normaal- ja nihkepingete liitmine. Kui prussi elemendile mõjuvad normaalpinge σ ja nihkepinge τ, siis mõlemad pinged taandakse ühele ideaalsele peapingele σ_i; $\sigma_i = 0{,}35\,\sigma \pm 0{,}65\sqrt{\sigma^2+4(\alpha_0\tau)^2}$, kus $\alpha_0 = k_t : 1{,}3k_n$, või $\alpha_0 = k_s : 1{,}3k_n$, sellejuures peetagu silmas, et oleks täidetud tingimus $\sigma_i \leqq k_t$ või k_s. Resulteeriv moment $M_i = 0{,}35\,M_p + 0{,}65\sqrt{M_p^2+(\alpha_0 \cdot M_v)^2}$ cmkg, kus M_p on painde- ja M_v — väändemoment.

1. Lubatavad pinged kg/cm² masinaehitusel Bach'i järgi.

Koormisviis		Valatud raud	Valatud teras	Terase valu	Malm	Vosvorpronks
Tõmme k_t	I	900—1200	1200—1500	600—900	300	750
	II	600—800	800—1000	400—600	200	500
	III	300—400	400—500	200—300	100	250
Surve k_s	I	900—1200	1200—1500	900—1200	900	—
	II	600—800	800—1000	600—900	600	—
Paine k_p					Lõige □	Lõige ○	
	I	900—1200	1200—1500	750—1050	510	615	750
	II	600—800	800—1000	500—700	340	410	500
	III	300—400	400—500	250—350	170	205	250
Vääne k_v	I	600—840	900—1200	480—840	—		300
	II	400—560	600—800	320—560	—		200
	III	200—280	300—400	160—280	—		100
Lõige k_l	I	720—960	960—1200	480—840	300		—
	II	480—640	640—800	320—560	200		—
	III	240—320	320—400	160—280	100		—

I tähendab lubatavat pinget alatisel,
II — muutlikul (0 kuni kindla suuruseni) ja
III — muutlikul (tõmbest surveni ja ümberpöördult) koormisel.

2. Ehitustehnikas lubatavad pinged kg/cm².

Materjal	k_t	k_s	k_p	k_l
Valatud talaraud .	1200	1200	1200	1000
Valatud raud kolonnidele ja tugedele	1200	1200	1200	1000
Separaud	750—1000	—		700
Raudtraat	1200	—	—	—
Malm kolonnidele	—	500	250	200
„ tugedele . .	—	1000	—	—
Fassongterase valu	—	—	1200	—
Taotud teras . . .	1400	1400	1400	—
Tsinklehed . . .	200	200	150	—
Tamm ja pöökpuu	100	80	100	15
Mänd	100	60	100	10
Kuusk	60	50	—	
Jalakas	100	66	—	

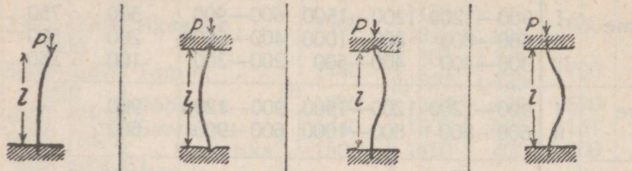
Müüritus	Müürides K_s kg/cm² segud 28 päeva pärast		
	lubja-	sega-	tsement.
	1 : 3	1:2:8	1 : 3
Klinkritest . .	—	—	20—30
Telliskivist I s.	10	14	—
Telliskivist II s.	7	—	—
Silikaatkividest	10	14	—
Paekividest .	10	14	20
Põllukividest .	5	7	—

Vundamendi müüritus: 1) tampimata betoonist $K_s = 6—8$ kg/cm², 2) tambitud $K_s = 10—15$ kg/cm². Hea ehituspõhi $K_s = 3—5$ kg/cm². Graniidi $K_s = 25—60$ kg/cm²; liivakivi 15—30 ja paekivi 20—30 kg/cm².

III. Erikoormisliigid.

1. Tõmme (tõmbvarvad, ketid, köied, poldid, sõrestiku ripptoed jm.). Ristilõikega S cm² varva hädaohuta koormis $P = Sk_t$, siit $S = Pk_t$ ja $k_t = P : S$. 2. Surve (vundamendid, postid, sambad, kandejalad, kepsud jm.) $P = Sk_s$ jne. Muutliku ristilõike puhul määratakse P väikseima ristilõike järgi. 3. Lõige (needivarvad, kolvisõrmed, vedrupoldid jm.) $P = Sk_l$.

4. Nõtk (sambad, postid, kepsud, väntlad jm.). Kui suruda prussi, mille pikkus on suur võrreldes tema ristilõikega, siis teda peab arvestama ka nõtketugevusele. Tähistagu l prussi pikkust (cm), E — elastsusmoodulit (kg/cm²), I — kardetava lõike kõige väikesemat inertsimomenti (cm⁴), P_k — piirkoormat nõtkel, siis (Euler'i järgi) on maksvad järgmised valemid:



$$P_k = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{E \cdot J}{l^2}$$

Üks ots täiesti kinni, teine vaba.

$$P_k = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot J}{l^2}$$

Mõlemad otsad liikmetega seotud.

$$P_k = \sim 2\pi^2 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2}$$

Üks ots liikmega seotud, teine kinni.

$$P_k = 4\pi^2 \cdot \frac{E \cdot J}{l^2}$$

Mõlemad otsad täiesti kinni.

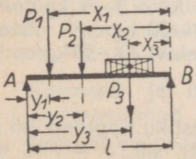
Lubatav koormis $P = P_k : \mathfrak{S}$, peale selle $P \leqq Sk_s$, kus S kardetav lõikepind. Hodgkinson'i järgi võib ette tulla malmist samba murdumine, kui $l : d > 15$; purustumine, kui $l : d < 15$. Malmist sammaste kandvuse väljaarvamisel praktiliseks otstarbeks on kohasem järgmine viis: Tähistagu d samba läbimõõtu, l pikkust, P koormist ja s seinapaksust, siis on $sd^3 = Pl^2 : 80000$ alt kinnitamata sammastele, kui nad kannavad koormist vabalt, ja $sd^3 = Pl^2 : 20000$, kui sammas alt on kinni müüritud.

Näide: 4,2 m pikkune kinnitamata malmist sammas, mille s — 3 cm, 3500 kg koormisel peab olema järgmise läbimõõduga: $sd^3 = 3500 \,.\, 420^2 : 80000 = 3500 \,.\, 176400 : 80000 = 35 \,.\, 1764 : 8 = 7717{,}5$; $d^3 = 7717{,}5 : s$ ja et $s = 3$ cm, siis $d^3 = 7717{,}5 : 3 = 2572{,}5$ ja $d = 13{,}6$ cm.

5. Vääne (keere). Kui prussile, mille pikkus l, mõjub tungidepaar risti tema teljega ja väändemomendi M_v mõjul kaks 1 cm kaugusel asuvat ristilõiget pööratakse teineteise suhtes ϑ nurga võrra, siis terve prussi väände- või keerdenurk $\psi = l\vartheta$ (kaarmõõdus) või $\psi = 360\, l\vartheta : 2\pi = 180\, l\vartheta : \pi$ kraadiga.

1. *Ringipinna*: $M_v = {}^1/_{16}\pi d^3 k_v = \sim 0{,}2 d^3 k_v$; $k_v = 16 M_v : \pi d^3$; $\vartheta = 32 M_v : \pi d^4 G = M_v : 0{,}1 d^4 G$. 2. *Ringrõngapinna*: $M_v = {}^1/_{16}\pi (D^4 - d^4) k_v : D$; $k_v = 16\, D M_v : \pi (D^4 - d^4)$ $\vartheta = 32 M_v : \pi (D^4 - d^4)\, G$. 3. *Püstküliku pinna*: $M_v = {}^2/_9 b^2 h k_v$ $(h > b)$; $k_v = M_v : {}^2/_9 b^2 h$; 4. *Ruudupinna*: $M_v = {}^2/_9 a^3 k_v$; $k_v = M_v : {}^2/_9 a^3$; $\vartheta = M_v : 0{,}139 a^4 G$. 5. *Ellipsi* $M_v = {}^1/_{16}\pi b^2 h k_v$, kus h suurem- ja b väiksem telg.

6. Paine (talad, teljed, võllid jm.). 1) Kui kahel toel A ja B (vt. joon.) asetsevale talale mõjuvad tungid P_1 P_2 ja P_3, siis saame järgmised valemid, kus A ja B on tugede reaktsioonid ja Σ tungide summa. Kui talale mõjub üks tung, siis $A = Px : l$ ja $B = Py : l$. Näide: kui $P = 3000$ kg, $l = 5$ m, $x = 2$ m ja $y = 3$ m, siis $A = 3000 \,.\, 200 : 500 = 1000$ kg; $B = 3000 \,.\, 300 : 500 = 1800$ kg; Reaktsioonide summa $A + B = 1200 + 1800 = 3000$ kg $= P$.



$$A = \frac{\Sigma P \cdot x}{l}$$

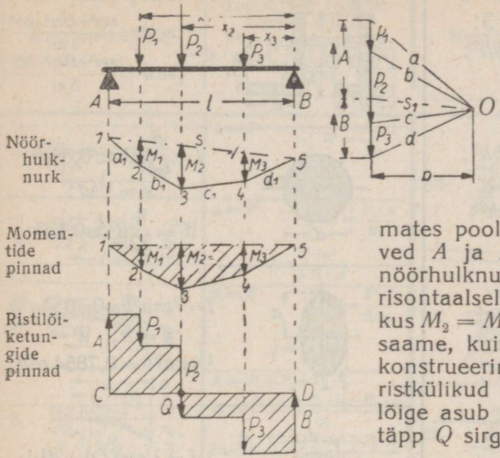
$$A = \frac{P_1 \cdot x_1 + P_2 \cdot x_2 + P_3 \cdot x_3}{l}$$

$$B = \frac{\Sigma P \cdot y}{l}$$

$$B = \frac{P_1 \cdot y_1 + P_2 \cdot y_2 + P_3 \cdot y_3}{l}$$

2) Paindemoment M_p on kõikide tungide momentide summa, $M_{p\,max} = W \,.\, k_p$, kus W on vastupanumoment.

3) Ülesanne: Talale AB (vt. joon.), pikkusega $l = 12$ m mõjuvad tungid: $P_1 = 200$ kg, kaugusel B-st $x_1 = 10$ m, $P_2 = 465$ kg, $x_2 = 7{,}5$ m ja $P_3 = 230$ kg, $x_3 = 3{,}3$ m. Leida graafiliselt A, B ja $M_{p\,max}$ ja kardevaim ristilõige.



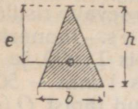
Lahendus. Joonestame tala mastapis 1 : 500 ja tungid mastapis 1 mm — 50 kg. Vabalt võetud täpist O (poolus) tõmbame kiired a, b, c ja d, saame tungide hulknurga. Täpist 1 tõmbame $a_1 \parallel a$, tp. 2 $b_1 \parallel b$, tp. 3 $c_1 \parallel c$ ja tp. 4 $d_1 \parallel d$; täpid 1 ja 5 ühendame sulgejoonega s ja, tõmmates poolusest O $s_1 \parallel s$, leiame tugisurved A ja B, murdjoon $a_1 b_1 c_1 d_1$ nimet. nöörhulknurgaks. Asetades sulgjoone horisontaalselt, saame momentide pinna, kus $M_2 = M_{p\,max}$. Ristilõiketungide pinnad saame, kui horisontaalsel sulgjoonel CD konstrueerime tungidele A, P_1, P_2 ,P_3 ja B ristkülikud (vt. joonis). Kardetavaim ristilõige asub kohal, kus ristilõiketung = 0, täpp Q sirgel CD.

4) Ümmar- ja ruutlõigete inertsi- ja vastupanumomendid.

Tasapinna inertsimoment $I_x = \Sigma s y^2$ (X-telje suhtes) ja $I_y = \Sigma s x^2$ (Y-telje suhtes). Vastupanumoment $W = I : e$, kus e äärmise kiu kaugus.

Läbimõõt või ruudukülg	Ümmarlõigete momendid		Ruutlõigete momendid	
d	$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$W = \frac{\pi d^3}{32}$	$I = \frac{d^4}{12}$	$W = \frac{d^3}{6}$
1	0,049	0,0982	0,0833	0,1667
2	0,785	0,7854	1,3333	1,3333
3	3,976	2,651	6,7500	4,5000
4	12,57	6,283	21,333	10,667
5	30,68	12,27	52,083	20,833
6	63,62	21,21	108,00	36,000
7	117,90	33,67	200,08	57,167
8	201,10	50,27	341,33	85,333
9	322,10	71,57	546,75	121,50
10	490,90	98,17	833,33	166,67
11	718,70	130,7	1220,1	221,83
12	1018,00	169,6	1728,0	288,00
13	1402,00	215,7	2380,1	366,17
14	1886	269,4	3201,3	457,33
15	2485	331,3	4218,8	562,50
16	3217	402,1	5461,3	682,67
17	4100	482,3	6960,1	818,83
18	5153	572,6	8748,0	972,00
19	6397	673,4	10860	1143,2
20	7854	785,4	13333	1333,3
21	9547	909,2	16207	1543,5
22	11499	1045	19521	1774,7
23	13737	1194	23320	2027,8
24	16286	1357	27648	2304,0
25	19175	1534	32552	2604,2
26	22432	1726	38081	2929,3
27	26087	1932	44287	3280,5
28	30172	2155	51221	3658,7
29	34719	2394	58940	4064,8
30	39761	2651	67500	4500,0

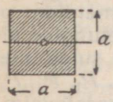
5) Mõne läbilõikevormi inertsi- ja vastupanumomendid.



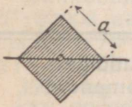
$I = {}^1/_{36} bh^3;$
$e = 2h : 3;$
$W = {}^1/_{24} bh^2;$



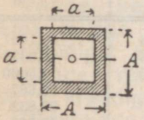
$I = {}^1/_{12} bh^3;$
$e = {}^1/_2 h;$
$W = {}^1/_6 bh^2;$



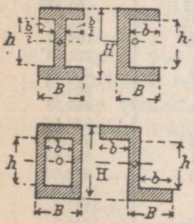
$I = {}^1/_{12}\, a^4;$
$e = {}^1/_2 a;$
$W = {}^1/_6 a^3;$



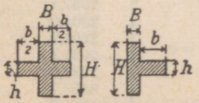
$D = {}^1/_{12} a^4;$
$e = {}^1/_2 a\sqrt{2};$
$W = {}^1/_{12}\, a^3\sqrt{2};$



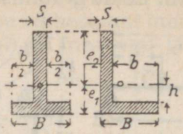
$I = {}^1/_{12}(A^4 - a^4);$
$e = {}^1/_2 A;$
$W = {}^1/_6(A^4 - a^4) : A;$



$I = {}^1/_{12}(BH^3 - bh^3);$
$e = {}^1/_2 H;$
$W = {}^1/_6(BH^3 - bh^3) : H;$



$I = {}^1/_{12}(BH^3 + bh^3);$
$e = {}^1/_2 H;$
$W = {}^1/_6 (BH^3 + bh^3) : H;$

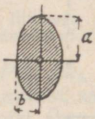


$I = {}^1/_3(se_2^3 + Be_1^3 - bh^3)$

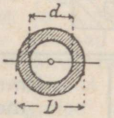
$e = \begin{cases} e_2; W = \dfrac{se_2^3 + Be_1^3 - bh^3}{3\, e_2} \\ e_1; W = \dfrac{se_2^3 + Be_1^3 - bh^3}{3\, e_1} \end{cases}$



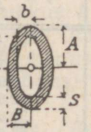
$I = \dfrac{\pi}{64} d^4 \approx 0{,}05 d^4;$
$e = {}^1/_2 d;$
$W = \dfrac{\pi}{32} d^3 \approx 0{,}1 d^3;$



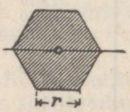
$I = {}^1/_4 \pi a^3 b = 0{,}7854 a^3 b$
$e = a;\ W = {}^1/_4 \pi a^2 b = 0{,}7854\, a^2 b;$



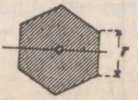
$I = {}^1/_{64}\pi(D^4 - d^4);$
$e = {}^1/_2 D;$
$W = {}^1/_{32}\pi(D^4 - d^4) : D;$



$I = \dfrac{\pi}{4}(A^3 B - a^3 b)$
$\approx \dfrac{\pi}{4} A^2 (A + 3B)s;$
$e = A;$
$W \approx \dfrac{\pi}{4} A(A + 3B)s;$



$I = 0{,}5413 r^4;$
$e = {}^1/_2 r\sqrt{3};$
$W = 0{,}625\, r^3;$



$I = 0{,}5413 r^4;$
$e = r;$
$W = 0{,}5413 r^3;$

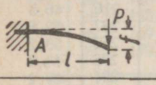
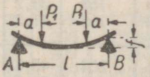
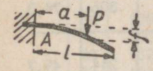
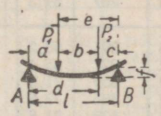
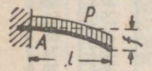
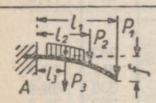
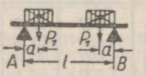
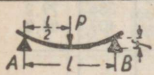
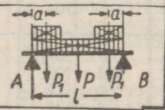
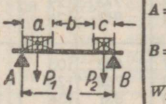
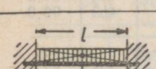
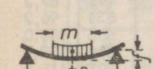
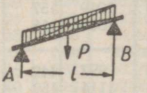
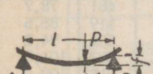
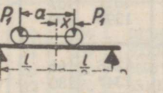
Poolringi S

$I = 0{,}1098\, r^2 \quad e_1 = 0{,}5756\, r \quad e_2 = 0{,}4244\, r$

$W_1 = 0{,}1908\, r^3 \quad W_2 = 0{,}2587\, r^3$

Füüsika Instituut

6) Tähtsamaid ühtlase tala paindekoormisviiside tugisurved, vastupanumomendid ja paindekõrgused.

Koormisviisid	Tugisurved (reaktsioonid) A ja B, W — vastupanumoment, f — paindekõrgus	Koormisviisid	Tugisurved (reaktsioonid) A ja B, W — vastupanumoment, f — paindekõrgus
1. 	$A=P$ | $W=\frac{P\cdot l}{\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot l^3}{3\,E\cdot J}$	10. 	$A=B=P_1$ | $P=2\,P_1;P_1=\frac{P}{2}$ $W=\frac{P_1\cdot a}{\sigma_b}$ $f=\frac{2\,P_1\cdot a^2\cdot(l-a)^2}{3\,E\cdot J\cdot l}$
2. 	$A=P$ | $W=\frac{P\cdot a}{\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot a^3}{3\,E\cdot J}$	11. 	$A=\frac{P_1\cdot e+P_2\cdot c}{l}$ | $W_1=\frac{A\cdot a}{\sigma_b}$ $B=\frac{P_1\cdot a+P_2\cdot d}{l}$ | $W_2=\frac{B\cdot c}{\sigma_b}$ $f=\frac{P_1\cdot a^2\cdot e^2+P_2\cdot c^2\cdot d^2}{3\,E\cdot J\cdot l}$
3. 	$A=P$ | $W=\frac{P\cdot l}{2\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot l^3}{8\,E\cdot J}$		
4. 	$A=P_1+P_2+P_3$ $W=\frac{P_1\cdot l_1+P_2\cdot l_2+P_3\cdot l_3}{\sigma_b}$ $f=\frac{P_1\cdot l_1^3+P_2\cdot l_2^3+P_3\cdot l_3^3}{3\,E\cdot J}$	12. 	$A=B=P_1$ $W=\frac{P_1\cdot a}{\sigma_b}$
5. 	$A=B=\frac{P}{2}$ | $W=\frac{P\cdot l}{4\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot l^3}{48\,E\cdot J}$	13. 	$A=B=\frac{P}{2}+P_1$ $W=\frac{P\cdot l+8\,P_1\cdot a}{8\cdot\sigma_b}$
6. 	$A=B=\frac{P}{2}$ | $W=\frac{P\cdot l}{8\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot l^3}{77\,E\cdot J}$	14. 	$A=\frac{P_1\cdot(0{,}5a+b+c)+P_2\cdot 0{,}5c}{l}$ $B=\frac{P_1\cdot 0{,}5a+P_2\cdot(a+b+0{,}5c)}{l}$ $W_1=\frac{A^2\cdot a}{2\cdot P_1\sigma_b}$ | $W_2=\frac{B_2\cdot c}{2\cdot P_2\cdot\sigma_b}$
7. 	$A=B=\frac{P}{2}$ | $W=\frac{P\cdot l}{12\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot l^3}{384\,E\cdot J}$		
8. 	$A=B=\frac{P}{2}$ $W=\frac{P\cdot(2l-m)}{8\cdot\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot l^3}{\left(48+\frac{29\,m}{l}\right)\cdot E\cdot J}$	15. 	$A=B=\frac{P}{2}$ $W=\frac{P\cdot l}{8\cdot k_b}$
9. 	$A=\frac{P\cdot b}{l}$; $B=\frac{P\cdot a}{l}$ $W=\frac{P\cdot a\cdot b}{l\cdot\sigma_b}$ $f=\frac{P\cdot a^2\cdot b^2}{3E\cdot J\cdot l}$	16.  Kraana vanker a — alatine, x - muutlik suurus	$A=P_1\cdot\frac{2\,l+a}{2\,l}$ $B=P_1\cdot\frac{2\,l-a}{2\,l}$ $P=2\,P_1$ $M_{max}=\frac{P_1}{8l}\cdot(2\,l-a)^2$

Märkmeid: 1. Valemeis lugeda ja kirjutada σ_b ja k_b asemel k_p ja J asemel I. 2. Suurima paindemomendi saame, kui valemis $M_{p\,max}=Wk_p$ W asetame tabelis antud väärtustega, näit. 5. paindekoormisviisi puhul $M_{p\,max}=k_p{}^1/_4Pl : k_p={}^1/_4Pl$ jne. 3. Kõik pikkused on antud cm, tungid kg-des.



7) Torude (kolonnide) inertsi- ja vastupanumomendid.

D	δ	S	J	W	G	D	δ	S	J	W	G
mm	mm	cm²	cm⁴	cm³	kg/m	mm	mm	cm²	cm⁴	cm³	kg/m
80	10	22,0	137	34,2	16,0	160	14	64,2	1727	216	46,5
	12	25,6	153	38,2	18,6		16	72,4	1899	237	52,5
	14	29,0	165	41,2	21,0		18	80,3	2056	257	58,2
90	10	25,1	204	45,3	18,2		20	88,0	2200	275	63,8
	12	29,4	229	50,9	21,3		22	95,4	2329	291	69,2
	14	33,4	250	55,6	24,2		24	103	2445	306	74,3
	16	37,2	267	59,3	27,0	170	14	68,6	2104	244	49,7
100	10	28,3	291	58,2	20,5		16	77,4	2320	273	56,1
	12	33,2	327	65,4	24,1		18	85,9	2517	296	62,4
	14	37,8	359	71,8	27,4		20	94,3	2699	318	68,3
	16	42,2	385	77,0	30,6		22	102	2863	337	74,2
	18	46,4	409	81,8	33,6		24	110	3013	354	79,8
110	10	31,4	397	72,2	22,8	180	14	73,0	2534	282	52,9
	12	36,9	450	81,8	26,8		16	82,4	2798	311	59,7
	14	42,2	497	90,4	30,6		18	91,6	3042	338	66,4
	16	47,3	537	97,6	34,2		20	101	3268	363	72,9
	18	52,0	572	104	37,7		22	109	3475	386	79,2
							24	118	3663	407	85,3
120	10	34,6	527	87,8	25,1	190	14	77,4	3017	318	56,1
	12	40,7	601	100	29,5		16	87,5	3338	351	63,4
	14	46,6	666	111	33,8		18	97,3	3636	383	70,5
	16	52,3	724	121	37,9		20	107	3914	413	77,4
	18	57,7	773	129	41,8		22	116	4168	439	84,2
	20	62,8	817	136	45,5		24	125	4401	463	90,8
130	10	37,7	683	105	27,3	200	16	92,5	3944	394	67,1
	12	44,5	782	120	32,3		18	103	4303	430	74,6
	14	51,0	871	134	37,0		20	113	4638	464	82,0
	16	57,3	949	146	41,5		22	123	4948	495	89,2
	18	62,3	1019	157	45,9		24	133	5244	534	96,2
	20	69,1	1080	166	50,1		26	142	5499	556	103,0
140	12	48,3	997	142	35,0		28	151	5743	574	109,7
	14	55,4	1114	159	40,2		30	160	5968	597	116,1
	16	62,3	1218	174	45,2						
	18	68,9	1311	187	50,0	210	16	97,5	4619	440	70,7
	20	75,4	1395	199	54,7		18	109	5047	481	78,7
150	12	52,0	1248	166	37,7		20	119	5448	519	86,6
	14	59,8	1347	180	43,4		22	130	5819	554	94,2
	16	67,4	1534	205	48,9		24	140	6166	587	101,6
	18	74,7	1656	221	54,1		26	150	6488	618	109,0
	20	81,7	1766	235	59,2		28	160	6786	646	116,1
	22	88,6	1866	249	64,2		30	170	7062	673	123,0
	24	95,0	1955	261	68,9						

Tabelis antud *G* kg/m on siledate malmtorude (kolonnide) kaal, kus 1 m³ malmi kaal on arvatud 7250 kg. Raud-, valatud raud- ja valatud terastorude puhul korrutada tabeli andmeid vastavalt 1,076-, 1,083- ja 1,084-ga.

D	δ	S	J	W	G
mm	mm	cm²	cm⁴	cm³	kg/m
220	16	103	5342	486	74,3
	18	114	5873	534	82,8
	20	126	6346	577	91,1
	22	137	6839	622	99,2
	24	148	7203	655	107,2
	26	158	7589	690	114,9
	28	169	7949	723	122,5
	30	179	8282	753	129,8
230	16	109	6207	540	78,0
	18	120	6630	577	86,9
	20	132	7341	638	95,6
	22	144	7862	684	104,3
	24	155	8351	726	112,6
	26	167	8809	766	120,8
	28	178	9238	803	128,8
	30	189	9637	838	136,7
240	18	126	7785	649	91,0
	20	138	8434	703	100,2
	22	151	9042	753	109,3
	24	163	9546	796	118,1
	26	175	10154	846	126,7
	28	186	10659	888	135,2
	30	198	11133	928	143,5
250	18	131	8880	710	95,1
	22	158	10334	827	114,3
	26	183	11633	931	132,7
	30	207	12778	1022	150,3
	34	231	13790	1103	167,3
260	18	137	10073	775	99,2
	22	164	11746	904	119,3
	26	191	13243	1019	138,5
	30	217	14577	1121	157,2
	34	241	15691	1207	175,0
270	18	143	11369	842	103,3
	22	171	13286	984	124,3
	26	199	15000	1111	144,5
	30	226	16539	1225	164,0
	34	252	17914	1327	182,8
280	18	148	12774	912	107,4
	22	178	14947	1068	129,3
	26	207	16909	1208	150,4
	30	236	18674	1334	170,8
	34	263	20257	1447	190,5
290	18	154	14289	986	111,5
	22	185	16743	1155	134,3
	26	216	18970	1308	156,3
	30	245	20983	1447	177,6
	34	273	22798	1573	198,2
300	20	176	17330	1155	127,5
	24	208	19966	1331	150,9
	28	239	22363	1491	173,5
	32	269	24535	1636	195,3
	36	299	26479	1765	216,5
	40	327	28262	1884	236,9
320	20	188	21302	1331	136,7
	24	223	24558	1535	161,8
	28	257	27580	1724	186,3
	32	290	30390	1900	209,9
	36	321	32905	2057	232,9
	40	352	35186	2199	255,1
340	20	201	25838	1520	145,8
	24	239	29912	1759	172,8
	28	274	33665	1980	198,9
	32	310	37115	2183	224,5
	36	344	40277	2369	249,3
	40	377	43165	2539	273,3
360	20	214	30977	1721	154,9
	24	253	35935	1996	183,6
	28	292	40526	2251	211,7
	32	330	44773	2487	239,0
	36	366	48680	2704	265,6
	40	402	52276	2904	291,5
	44	437	55582	3088	316,7
380	20	226	36756	1935	164,0
	24	270	42718	2248	194,6
	28	308	48262	2540	224,5
	32	346	53400	2811	253,6
	36	383	58379	3073	282,1
	40	418	62593	3294	309,8
	44	453	66671	3509	336,8
400	20	239	43210	2160	173,1
	24	284	50306	2515	205,5
	28	336	56917	2846	237,2
	32	370	63103	3156	268,3
	36	412	68852	3443	298,5
	40	452	74195	3710	327,7
	44	492	79154	3958	356,8
	48	531	83744	4187	384,8

8) Talade kindlaksmääramise tabelid.

A. Puittalad.

Üldkoormis (omakaal + kasulik koormis) = 450—500 kg/m².

1. Suurhoonetele.

Talade vahed cm	Talade ristilõikemõõdud: kõrgus × laius cm								
	20×8	20×10	20×13	20×15	23×10	23×13	23×15	23×18	25×15
	Maksimaalsed tugede kaugused m-tes								
70	3,49	3,90	4,45	4,78	4,48	5,12	5,50	6,02	5,97
75	3,38	3,76	4,30	4,62	4,34	4,95	5,30	5,82	5,77
80	3,26	3,64	4,15	4,47	4,20	4,78	5,14	5,62	5,58
85	3,17	3,54	4,04	4,34	4,07	4,65	4,99	5,46	5,43
90	3,08	3,44	3,92	4,22	3,95	4,52	4,85	5,30	5,27
95	3,00	3,35	3,82	4,10	3,85	4,40	4,72	5,16	5,14
100	2,92	3,26	3,72	4,00	3,75	4,28	4,60	5,03	5,00

2. Väikehoonetele. (Mõõdud cm-tes.)

Talade vahed	a) üldkoormis = 300 kg/m².									
	10×14	12×14	10×16	13×16	10×18	13×18	16×18	10×20	12×20	14×20
70	331	350	378	—	426	—	—	473	500	—
75	324	344	370	400	416	450	—	463	491	—
80	315	336	360	394	404	444	—	450	481	500
85	305	329	349	387	392	436	—	436	472	496
90	297	323	339	380	381	428	—	424	463	487
95	289	316	330	373	372	420	450	412	451	478
100	281	308	322	366	363	412	443	402	440	470
	b) üldkoormis = 350 kg/m²									
70	311	335	356	392	400	441	—	445	478	500
75	301	327	344	383	387	431	—	430	467	492
80	291	319	333	375	375	422	450	416	456	481
85	282	310	323	368	364	414	443	404	442	472
90	275	301	314	358	353	403	435	392	430	463
95	267	293	306	348	344	392	427	382	418	452
100	261	286	298	340	335	382	420	372	408	440

Tabelite kasustamine.

Millise tala peame valima, kui talade vahe = 80 cm, üldkoormis = 480 kg/cm² ja tugede kaugus = 3,60 m? Esimesest lahtrist (I tab.) otsime arvu 80 ja läheme horisontaalrida mööda paremale; näeme, et pole seesugust arvu; võtame temale lähema suurema arvu, s. o. 3,64, ning tema pealt vertikaalrea esimesest lahtrist leiame, et otsitava tala mõõdud on 20×10 cm.

B. Raudtalad.

Tabel annab teataval tugikaugusel T ja teataval üldkoormisel talade profiili. Koormis ühtlaselt jaotatud.

I NP	Tugikaugus																I NP
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	
8	1856	1233	919	730	603	511	442	387	342	274	224	185	153	126	103	83	8
10	3266	2170	1620	1288	1066	906	785	690	613	496	410	342	289	244	206	173	10
12	5221	3471	2594	2065	1711	1456	1263	1113	990	805	662	565	581	411	353	302	12
14	7829	5125	3893	3101	2571	2191	1904	1678	1497	1221	1019	865	742	640	555	482	14
16	11214	7461	5580	4448	3690	3146	2736	2415	2156	1765	1479	1261	1087	944	824	721	16
18	15456	10271	7684	6127	5086	4339	3776	3336	2981	2445	2054	1757	1520	1327	1164	1025	18
20	20518	13657	10219	8152	6769	5778	5031	4447	3977	3266	2750	2358	2046	1791	1579	1396	20
22	26657	17745	13272	10597	8803	7517	6548	5791	5183	4261	3593	3087	2685	2358	2084	1851	22
24	33852	22538	16872	13465	11187	9556	8327	7388	6597	5431	4587	3946	3440	3027	2683	2390	24
26	42294	28161	21084	16829	13986	11950	10416	9219	8257	6804	5753	4957	4327	3815	3388	3025	26
28	51888	34552	25872	20654	17168	14672	12792	11325	10147	8368	7081	6108	5339	4714	4193	3752	28
30	62538	41647	31188	24901	20701	17694	15431	13665	12247	10107	8559	7390	6467	5717	5095	4565	30
32	74815	49892	37366	29837	24809	21209	18500	16386	14690	12130	10281	8883	7781	6887	6144	5515	32
34	88444	58906	44120	35235	29300	25052	21855	19361	17361	14343	12164	10519	9222	8170	7296	6558	34
36	104372	69518	52072	41588	34587	29577	25806	22867	20509	16951	14382	12446	10920	9683	8657	7789	36
38	121068	80642	60408	48251	40132	34323	29952	26544	23810	19688	16721	14472	12767	11275	10089	9088	38
40	139971	93237	69847	55794	46410	39696	34650	30708	27550	22788	19362	16767	14729	13080	11714	10560	40

Tabeli kasustamine: Näide: Tala üldkoormis = 12840 kg, tugikaugus T = 2,5 m. Milline peab olema tala? Tabelist otsime esiteks tugikauguse 2,5 (5 lahter) ja tema alt otsime arvu 12840. Näeme, et seesugust arvu pole; võtame temast suurema arvu 13465, ja tema vastu horisontaalreal leiame esimesest lahtrist 24, tähendab on vaja tala nr. 24.

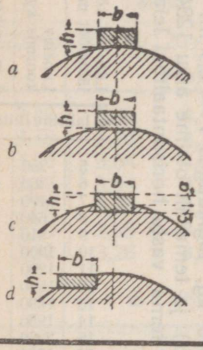
9) Ketid ja köied.

| a) lahtine liilikett | | | | | | | | | | | | | | | |

Masinaosad.

I. Kiilud.

1. Pikikiilude tabel.

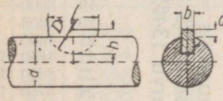


Võlli läbimõõt mm		a Hõõrkiil b	a Hõõrkiil h	b Lamekiil b	b Lamekiil h	c Pesakiil b	c Pesakiil d	c Pesakiil c	d Tangenskiil b	d Tangenskiil h
10	12	—	—	—	—	4	4	2,5	—	—
12	17	—	—	—	—	5	5	3	—	—
17	22	—	—	—	—	6	6	3,5	—	—
22	30	8	4	8	4	8	7	4	—	—
30	38	10	4,5	10	5	10	8	4,5	—	—
38	44	12	4,5	12	5	12	8	4,5	—	—
44	50	14	5,5	14	5	14	9	5	—	—
50	58	16	6,5	16	6	16	10	5	—	—
58	68	18	6,5	18	7	18	11	6	19,3	7
68	78	20	8	20	8	20	12	6	21	7
78	92	24	9	24	9	24	14	7	24	8
92	110	28	10,5	28	10	28	16	8	28,6	9
110	130	32	12	32	11	32	18	9	33,2	10
130	150	36	13	36	13	36	20	10	37,7	11

Märkmeid:

1. Väikeste tungide puhul tarvitatakse *a* ja *b* kiile, suurte — puhul *c* kiilu; *d* kiilu tarvitatakse seal, kus tungide siht ruttu ja sagedasti muutub ning neis masina osis, kus esinevad äkilised tõuked. 2. K. Bachi järgi hõõr- ja lamekiilude $b = 0{,}8\sqrt{d}$ kuni $\sqrt{d}$ ja $h = 0{,}4\sqrt{d}$; pesakiilu $b = 0{,}8\sqrt{d}$ kuni $\sqrt{d}$ ja $h = 0{,}5\sqrt{d}$; tangenskiilu $b = 0{,}25d$ ja $h = 0{,}25b$ (d - võlli läbimõõt).

2. Poolümmarkiilude (Woodruff-kiilude loe: vudruff-) tabel.



Tähised:
d — võlli läbimõõt
l — kiilu pikkus
b — . laius
h — . kõrgus
D — . läbimõõt
} mm-tes

Märkus: Odav ja täpne kiilühend, mis ei vaja mingisugust passimist. Pikkade rummude puhul pandakse üksteise järele 2 või rohkem kiilu.

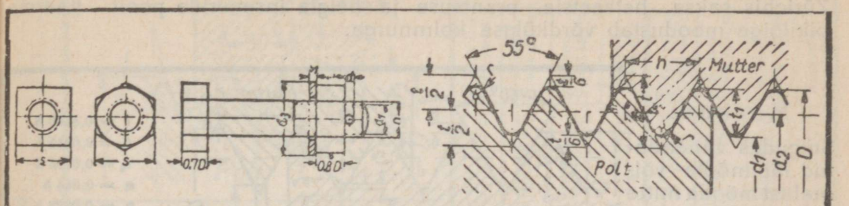
Võlli läbim. *d* mm	Laius *b* × kõrgus *h*	*l*	*D*
3…4	1×1,4	3,82	4
4…5	1,5×1,4	3,82	4
	1,5×2,6	6,76	7
5…7	2×2,6	6,76	7
	2×3,7	9,66	10
	2×5,0	12,65	13
7…9	2,5×3,7	9,66	10
9…13	3×3,7	9,66	10
	3×5,0	12,65	13
	3×6,5	15,72	16
	3×7,5	18,57	19
13…17	4×5,0	12,65	13
	4×6,5	15,72	16
	4×7,5	18,57	19
	4×9,0	21,63	22
17…22	5× 6,5	15,72	16
	5× 7,5	18,57	19
	5× 9,0	21,63	22
	5×10,0	24,49	25
22…28	6× 9	21,63	22
	6×10	24,49	25
	6×11	27,35	28
	6×13	31,43	32
28…38	8×11	27,35	28
	8×13	31,43	32
	8×15	37,15	38
	8×16	43,08	45
	8×17	50,83	55
38…48	10×16	43,08	45
	10×17	50,83	55
	10×19	59,13	65
	10×24	73,32	80
48…58	12×19	59,13	65
	12×24	73,32	80

II. Kruvid ja poldid.

1. **Kruvikeerme süsteemid**: vitvort-, meeter-, ümmar-, saag-, trapets-, gaasi-, löövenhärts-, sellers-, transportspindel- ja lamekeere vt. tab. lk. 93–97. Peale nende on veel ameerika autokruvikeere, vt. tab. lk. 96 f.

a) Vitvortkeerekruvid (Whitworth-).

Keerme pikilõige moodustab võrdhaarse kolmnurga, mille tippnurk = 55°.



Allapandava seibi paksus $s_1 = 0{,}1\ s$; peakõrgus $h_1 = 0{,}7\ D$; mutrikõrgus $h_2 = 0{,}8\ D$. Tõus $h = 25{,}4095 : z$ (z — käikude arv 1"); ümmardiraadius $r = 1{,}3733\ h$; keermesügavus $t = 0{,}64033h$; $t_1 = 0{,}96049h$

Kruvi-keermevälis-läbimõõt D	Südamiku läbimõõt	Südamiku ristlõikepind	Keermesügav. t_1	Ümmardir r	Keskmine läbimõõt d_2	Tõus h	Käikude arv	Võtmesuu s	Lõhise läbim. d_1	Allap. seibi l. d_3	Lubatud koormis $K_a = 480$ kg/cm²	Kaal: Kruvi poldipikkus	Kruvi kaalub mutrita	Iga 10 mm poldipikk. enamkaal	Kaalub iga kuuskant mutter	Kaalub iga allapandav seib
ingl. toll	mm	mm	cm²	mm	mm	mm	mm	1"	mm	mm	mm	kg	mm	kg	kg	kg	kg
1/4	6,35	4,72	0,17	0,81	0,17	5,54	1,27	20	11	2	14	85	15	0,007	0,0024	0,0032	0,0013
5/16	7,94	6,13	0,30	0,90	0,19	7,03	1,41	18	14	3	18	140	20	0,015	0,0038	0,0062	0,0030
3/8	9,52	7,49	0,44	1,02	0,22	8,51	1,59	16	17	4	22	210	25	0,026	0,0054	0,0114	0,0056
(7/16)	11,1	8,79	0,61	1,16	0,25	9,95	1,81	14	19	4	24	290	30	0,039	0,0073	0,0165	0,0078
1/2	12,7	9,99	0,78	1,36	0,29	11,35	2,12	12	22	5	28	375	35	0,060	0,0094	0,0245	0,0108
5/8	15,9	12,9	1,31	1,48	0,32	14,40	2,31	11	27	5	34	630	40	0,110	0,0150	0,0445	0,0157
3/4	19,1	15,8	1,96	1,63	0,35	17,42	2,54	10	32	6	40	940	45	0,183	0,0215	0,0750	0,0285
7/8	22,2	18,6	2,72	1,81	0,39	20,42	2,82	9	36	6	45	1 390	50	0,310	0,0288	0,1060	0,0357
1	25,4	21,3	3,58	2,03	0,44	23,37	3,18	8	41	7	52	1 720	55	0,401	0,0382	0,1510	0,0608
1 1/8	28,6	23,9	4,50	2,32	0,50	26,25	3,63	7	46	7	58	2 160	60	0,57	0,049	0,211	0,074
1 1/4	31,8	27,1	5,77	2,32	0,50	29,43	3,63	7	50	8	62	2 770	70	0,78	0,061	0,279	0,083
1 3/8	34,9	29,5	6,84	2,71	0,58	32,22	4,23	6	55	9	68	3 280	80	1,06	0,074	0,371	0,118
1 1/2	38,1	32,7	8,39	2,71	0,58	35,39	4,23	6	60	9	75	4 030	90	1,41	0,087	0,485	0,148
1 5/8	41,3	34,8	9,50	3,25	0,70	38,02	5,08	5	65	10	80	4 560	100	1,82	0,102	0,613	0,192
1 3/4	44,5	37,9	11,31	3,25	0,70	41,20	5,08	5	70	10	85	5 430	110	2,30	0,119	0,749	0,216
(1 7/8)	47,6	40,4	12,82	3,61	0,78	44,01	5,65	4 1/2	75	10	92	6 150	120	2,85	0,137	0,940	0,294
2	50,8	43,6	14,91	3,61	0,78	47,19	5,65	4 1/2	80	10	98	7 160	130	3,53	0,156	1,120	0,329
2 1/4	57,2	49,0	18,87	4,07	0,87	53,09	6,35	4	85	—	105	9 060	140	4,65	0,198	1,130	0,398
2 1/2	63,5	55,4	24,08	4,07	0,87	59,44	6,35	4	95	—	120	11 560	150	6,26	0,245	1,860	0,542
2 3/4	69,9	60,6	28,80	4,65	1,00	65,21	7,26	3 1/2	105	—	130	13 800	165	8,42	0,297	2,600	0,695
3	76,2	66,9	35,16	4,65	1,00	71,56	7,26	3 1/2	110	—	140	16 850	180	10,50	0,354	2,860	0,762
1/16	1,53	1,05	0,01	0,27	0,6	1,32	0,42	60	5								
9/32	2,38	1,70	0,02	0,34	0,7	2,04	0,53	48	6								
1/8	3,18	2,36	0,04	0,41	0,9	2,77	0,64	40	7								
5/32	3,97	2,95	0,07	0,51	0,11	3,46	0,79	32	8								
3/16	4,76	3,41	0,09	0,68	0,15	4,09	1,06	24	9								
7/32	5,56	4,20	0,14	0,68	0,15	4,88	1,06	24	11								

Märkus: Nelikantmutter ja -pea kaalub ca 21% rohkem kui vastav kuuskantmutter ja -pea. Näiteid: 1) Kui palju kaalub 55 kuuskantpea ja -mutriga 5/8" kruvi ühes allapandavate seibidega?

Seletus: Tabelist leiame, et üks 5/8" läbim. ja 40 mm pikk peata polt kaalub 0,11 kg. Antud polt on pikem 80 mm; leiame enamkaalu: (80 : 10) . 0,015 = 8 . 0,015 kg. Samuti leiame tabelist mutri ja allapandava seibi kaalud; kõiki kaale liites ja summat korrutades 55, saame vastava kaalu.

55 . (0,110 + 8 . 0,015 + 0,0445 + 0,0157) = 55 . 0,2902 = 15,96 ≈ 16 kg.

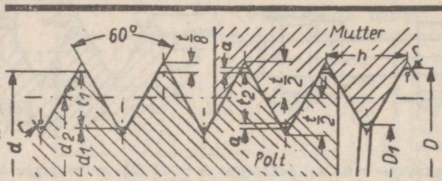
2) 25 1 1/4"-nelikantmutrit kaalub: 25 . (0,279+0,279 . 0,21) = 25 . 0,338 = 8,45 kg.

b) **Meeterkeerekruvid (*S. I.*).**

Meeterkeere „System International“ (S. I.) on vastu võetud 1898. a. Zürichis saksa, helveetsia, prantsuse ja belgia inseneride poolt. Keerme pikilõige moodustab võrdkülgse kolmnurga.

Märkus:

Sulgudes tähendatud läbimõõte võimalust mööda mitte tarvitada.



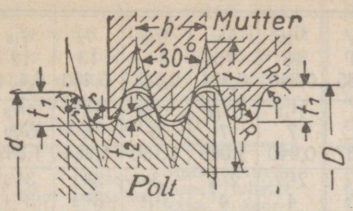
$t = 0{,}8660\ h$
$t_1 = 0{,}6945\ h$
$t_2 = 0{,}6495\ d$
$a = 0{,}045\ h$
$r = 0{,}0633\ h$

Meeterkeere (S. I.), mõõdud mm-tes.

Poldi keerme läbimõõt d	Poldi südamiku läbimõõt d_1	Poldi ristilõike pind cm²	Keerme keskmine läbim d_2	Tõus h	Keerme sügavus d_3	Puute-sügavus t_2	Ümmardi-raadius r	Mutri keerme läbimõõt D	Mutri südam. läbimõõt D_1	Võtme-snu s
1	0,652	0,0033	0,838	0,25	0,174	0,162	0,02	1,022	0,674	3
1,2	0,852	0,0057	1,038	0,25	0,174	0,162	0,02	1,222	0,874	3,5
1,4	0,984	0,0076	1,205	0,3	0,208	0,195	0,02	1,428	1,012	4
1,7	1,214	0,0116	1,473	0,35	0,243	0,227	0,02	1,732	1,246	4
2	1,444	0,0164	1,470	0,4	0,278	0,260	0,03	2,036	1,480	4,5
2,3	1,744	0,0239	2,040	0,4	0,287	0,260	0,03	2,336	1,780	5
2,6	1,974	0,0306	2,308	0,45	0,313	0,292	0,03	2,640	2,014	5,5
3	2,306	0,0418	2,675	0,5	0,347	0,325	0,03	3,046	2,352	6
3,5	2,666	0,0558	3,110	0,6	0,417	0,390	0,04	3,554	2,720	8
4	3,028	0,072	3,545	0,7	0,468	0,455	0,04	4,064	3,092	8
(4,5)	3,458	0,094	4,013	0,75	0,521	0,487	0,05	4,568	3,526	9
5	3,888	0,119	4,480	0,8	0,556	0,520	0,05	5,072	3,960	9
(5,5)	4,250	0,142	4,915	0,9	0,625	0,585	0,06	5,582	4,332	11
6	4,610	0,167	5,350	1	0,695	0,650	0,06	6,090	4,700	11
(7)	5,610	0,247	6,350	1	0,695	0,650	0,06	7,090	5,700	14
8	6,264	0,308	7,188	1,25	0,868	0,812	0,08	8,113	6,376	14
(9)	7,264	0,414	8,188	1,25	0,868	0,812	0,08	9,113	7,376	17
10	7,917	0,492	9,026	1,5	1,042	0,974	0,09	10,135	8,052	17
(11)	8,917	0,624	10,026	1,5	1,042	0,974	0,09	11,135	9,052	22
12	9,569	0,718	10,863	1,75	1,215	1,137	0,11	12,158	9,727	22
14	11,222	0,989	12 701	2	1,389	1,299	0,13	14,180	11,402	22
16	13,222	1,373	14,701	2	1,389	1,299	0,13	16,180	13,402	27
18	14,528	1,657	16,376	2,5	1,736	1,624	0,16	18,225	14,753	32
20	16,528	2,145	18,376	2,5	1,736	1,624	0,16	20,225	16,753	32
22	18,528	2,696	20,376	2,5	1,736	1,624	0,16	22,225	18,753	36
24	19,833	3,089	22,052	3	2,084	1,949	0,19	24,270	20,103	36
27	22,833	4,094	25,052	3	2,084	1,949	0,19	27,270	23,103	41
30	25,139	4,963	27,727	3,5	2,431	2,273	0,22	30,315	25,454	46
33	28,139	6,218	30,727	3,5	2,431	2,273	0,22	33,315	28,454	50
36	30,444	7,279	33,402	4	2,778	2,598	0,25	36,360	30,804	55
39	33,444	8,785	36,402	4	2,778	2,598	0,25	39,360	33,804	60
42	35,750	10,04	39,077	4,5	3,125	2,923	0,28	42,405	3,6155	65
45	38,750	11,79	42,077	4,5	3,125	2,923	0,28	45,405	39,155	70
48	41,055	13,23	44,753	5	3,473	3,248	0,32	48,450	41,505	75
52	45,055	15,94	48,753	5	3,473	3,248	0,32	53,428	45,505	80
56	48,361	18,37	52,450	5,5	3,820	3,572	0,35	56,495	48,856	85
60	52,361	21,53	56,428	5,5	3,820	3,572	0,35	60,495	52,856	90
64	55,666	24,34	60,103	6	4,167	3,897	0,38	64,54	56,206	95
68	59,666	27,96	64,103	6	4,167	3,897	0,38	68,54	60,206	100
72	63,666	31,83	68,103	6	4,167	3,897	0,38	72,54	64,206	105
76	67,666	35,96	72,103	6	4,167	3,897	0,38	76,54	68,206	110

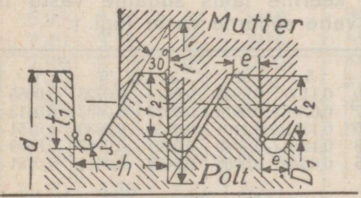
c) Ümmar-, saag-, trapets-, gaasi- ja löövenhärtskeerekruvid.

Ümmarkeere.



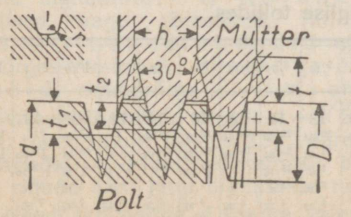
Kruvi läbimõõt d	Käikude arv tollile z	Tõus h	Keerme sügavus t_1	Puute sügavus t_2	Ümmardiraadius poldi r	Ümmardiraadius mutri R	Ümmardiraadius mutri R_1
8 bis 12	10	2,540	1,270	0,212	0,606	0,650	0,561
14 „ 38	8	3,175	1,588	0,265	0,757	0,813	0,702
40 „ 100	6	4,233	2,117	0,353	1,010	1,084	0,936
105 „ 200	4	6,350	3,175	0,530	1,515	1,625	1,404

Saagkeere.



Kruvi läbimõõt d	Tõus h	Keerme sügavus t_1	Puute sügavus t_2	e	Ümmardiraadius r
22 bis 28	5	4,339	3,75	1,319	0,621
46 „ 52	8	6,942	6,00	2,111	0,994
85 „ 110	12	10,413	9,00	3,166	1,491
180 „ 200	18	15,620	13,5	4,749	2,237
270 „ 290	24	20,826	18,0	6,332	2,982

Trapetskeere.



Saksa Ins. Ühingu gaasikeere.

Toru sisel. läbimõõt ingl."	Keerme väl.läbim. mm	Keerme süd. läbim mm	Käikude arv tollile	Toru sisel. läbimõõt ingl."	Keerme väl.läbim. mm	Keerme süd. läbim mm	Käikude arv tollile
1/4	13	11,3	19	1 3/4	52	49	11
3/8	16,5	14,8	19	2	59	56	11
1/2	20,5	18,2	14	2 1/4	70	67	11
3/4	26,5	24,2	14	2 1/2	76	73	11
1	33	30	11	3	89	86	11
1 1/4	42	39	11	3 1/2	101,5	98,5	11
1 1/2	48	45	11	4	114	111	11

Vitvortgaasikeere.

Toru sisel. läbimõõt ingl."	Keerme väl.läbim. mm	Keerme süd. läbim mm	Käikude arv tollile	Toru sisel. läbimõõt ingl."	Keerme väl.läbim. mm	Keerme süd. läbim mm	Käikude arv tollile
R 1/8	9,7	8,6	28	R 1 3/4	53,7	50,8	11
R 1/4	13,2	11,4	19	R 2	59,6	56,7	11
R 3/8	16,7	15,0	19	R 2 1/4	65,7	62,8	11
R 1/2	21,0	18,6	14	R 2 1/2	75,2	72,2	11
R 3/4	26,4	24,1	14	R 2 3/4	81,5	78,6	11
R 1	33,3	30,3	11	R 3	87,9	85,0	11
R 1 1/4	41,9	39,0	11	R 3 1/2	100,3	97,4	11
R 1 1/2	47,8	44,9	11	R 4	113,0	110,1	11

Löövenhärtskeere (Löwenherz).

(Peenmehaanika jaoks).

Välisläbimõõt mm	Tõus mm	Keerme läbimõõt mm	Spiraal puur mm	Võtmesuu mm	Välisläbimõõt mm	Tõus mm	Keerme läbimõõt mm	Spiraal puur mm	Võtmesuu mm
1	0,25	0,625	0,66	3	4	0,7	2,95	3,1	8
1,2	0,25	0,825	0,84	4	4,5	0,75	3,375	3,5	10
1,4	0,3	0,95	1	5	5	0,8	3,8	3,9	10
1,7	0,35	1,175	1,2	5	5,5	0,9	4,15	4,3	12
2	0,4	1,4	1,5	6	6	1	4,5	4,6	12
2,3	0,4	1,7	1,78	6	7	1,1	5,35	5,5	14
2,6	0,45	1,925	2	7	8	1,2	6,2	6,4	14
3	0,5	2,25	2,38	7	9	1,3	7,05	7,25	17
3,5	0,6	2,6	2,7	8	10	1,4	7,9	8,2	17

Kruvi läbimõõt d	Tõus h	Keerme sügavus t_1	Puute sügavus t_2	Ümmardiraad. r¹)	Keerme sügav T
10 bis 12	3	1,75	1,25	0,25	1,50
14 „ 20	4	2,25	1,75	0,25	2,00
22 „ 28	5	2,75	2,00	0,25	2,25
30 „ 36	6	3,25	2,50	0,25	2,75
38 „ 44	7	3,75	3,00	0,25	3,25
46 „ 52	8	4,25	3,50	0,25	3,75
55 „ 62	9	4,75	4,00	0,25	4,25
65 „ 82	10	5,25	4,50	0,25	4,75
85 „ 110	12	6,25	5,50	0,25	5,75
115 „ 145	14	7,50	6,00	0,50	6,50
150 „ 175	16	8,50	7,00	0,50	7,50
180 „ 200	18	9,50	8,00	0,50	8,50
210 „ 230	20	10 50	9,00	0,50	9,50
240 „ 260	22	11,50	10,00	0,50	10,50
270 „ 290	24	12,50	11,00	0,50	11,50
„ 300	26	13,50	12,00	0,50	12,50

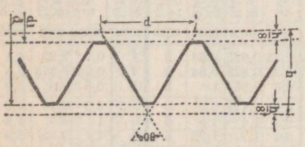
d) Sellerskeerekruvid. (Joon. 1.)

Välisläbimõõt *d* ingl. ″	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8
Käikude arv 1 ″	40	24	20	18	16	14	13	12	11
Südamiku läbim. ″	0,093	0,133	0,185	0,240	0,294	0,344	0,400	0,454	0,507
Välisläbimõõt *d* ingl. ″	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4
Käikude arv 1 ″	10	9	8	7	7	6	6	5 1/2	5
Südamiku läbim. ″	0,620	0,731	0,837	0,940	1,065	1,160	1,284	1,389	1,490
Välisläbimõõt *d* ingl. ″	1 7/8	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4
Käikude arv 1 ″	5	4 1/2	4 1/2	4	4	3 1/2	3 1/2	3 1/4	3
Südamiku läbim. ″	1,615	1,712	1,962	2,175	2,425	2,628	2,878	3,100	3,317
Välisläbimõõt *d* ingl. ″	4	4 1/4	4 1/2	4 3/4	5	5 1/4	5 1/2	5 3/4	6
Käikude arv 1 ″	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 1/2	2 3/8	2 3/8	2 1/4
Südamiku läbim. ″	3,566	3,825	4,027	4,255	4,480	4,730	4,953	5,203	5,423

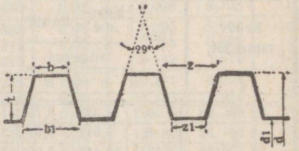
e) Uus juht- ja transportspindel-keerekruvid. (Acme Standard. Joon. 2.)

Kruvi ristilõige on trapets. Kruvi kahe külje pikendamisel saadud nurk 29° (joon. 2). 1) Käikude arv 1 ingl. t.; 2) Keerme sügavus *t*″; 3) Keerme *b* laius teravikus ingl. t.; 4) b_1 keerme laius südame vastu ingl. t.; 5) *z* vahe teravikus ingl. t.; 6) z_1 vahe südame vastu ingl. t.

1)	1	1 1/3	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2)	0,5100	0,3850	0,2600	0,1767	0,1350	0,1100	0,0933	0,0814	0,0725	0,0655	0,0600
8)	0,3700	0,2780	0,1853	0,1235	0,0927	0,0741	0,0618	0,0529	0,0463	0,0413	0,0371
4)	0,6345	0,4772	0,3199	0,2150	0,1625	0,1311	0,1101	0,0951	0,0839	0,0751	0,0681
5)	0,6293	0,4720	0,3147	0,2093	0,1573	0,1259	0,1049	0,0899	0,0787	0,0699	0,0629
6)	0,3655	0,2728	0,1801	0,1183	0,0875	0,0689	0,0956	0,0478	0,0411	0,0361	0,0319



Joon. 1. Sellerskeere.



Joon. 2. Acme Standard.

f) Ameerika autokruvide tabel.

Kruvi pikkus = 1,5 *d* (läbimõõtu); tasand teravikus = 1/8 kruvikäigu kõrgusest. Mõõdud inglise tollides.

Kruvi läbimõõt	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2
Tollil kruvikäike . . .	28	24	24	20	20	18	18	16	16	14	14	12	12	12	12
Kroonmutri kõrgus . .	9/32	21/64	13/32	29/64	9/16	39/64	23/32	49/64	13/16	29/32	1	15/32	1 1/4	1 13/32	1 1/2
Mutri kõrgus	7/32	17/64	21/64	3/8	7/16	31/64	35/64	19/32	21/32	49/64	7/8	63/64	1 3/32	1 13/64	1 5/16
Võtmesuu	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	15/16	1	1 1/16	1 1/4	1 7/16	1 5/8	1 13/16	2	2 3/6
Krooni kõrgus	3/32	3/32	1/8	1/8	3/16	3/16	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	5/16	5/16	3/8	3/8
Krooni lõike laius . .	5/64	5/64	1/8	1/8	1/8	5/32	5/32	5/32	5/32	5/32	5/32	7/32	7/32	1/4	1/4
Peakõrgus	3/16	15/64	9/32	21/64	3/8	27/64	15/32	33/64	9/16	21/32	3/4	27/32	15/16	1 1/32	1 1/8
Pea lõike sügavus . .	3/32	7/64	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	7/32	7/32	1/4	1/4
Lõike laius	1/16	1/16	3/32	3/32	3/32	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	11/64	11/64	13/64	13/64
Lõhise läbimõõt . . .	1/16	1/16	3/32	3/32	3/32	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	11/64	11/64	13/64	13/64

g) Lamekeere.

Seda keeret tarvitatakse peaasjalikult liikuvate ja väga koormatud kruvide juures. Harilikult käigu tõus $h = 0{,}2\ d$, käigu sügavus $t = 0{,}5\ h$, mutri kõrgus vähemalt 1,5 d, liikuvaile ja väga koormatud kruvidele kuni 10 h.

Kruvi läbim. d mm	Tõus h mm	Keerme sügavus t mm	Mutri kõrgus vähemalt mm	Kruvile lubatav koormis kg
20	3,80	1,80	45	324
25	4,25	2,02	50	506
30	4,70	2,23	55	729
35	5,15	2,45	60	992
40	5,60	2,66	67	1296
45	6,05	2,87	73	1640
50	6,50	3,19	78	2025
55	6,95	3,30	84	2450
60	7,40	3,51	90	2916
65	7,85	3,73	95	3422
70	8,30	3,94	100	3969
75	8,75	4,16	105	4556
80	9,20	4,37	110	5184
85	9,65	4,58	116	5852
90	10,10	4,80	120	6561
95	10,55	5,01	126	7300
100	11,00	5,22	132	8100
105	11,45	5,44	137	8900
110	11,90	5,65	143	9801
115	12,35	5,87	150	10712
120	12,80	6,08	160	11664

2. Kruvide ja poltide arvestus.

a) Polt on mõjutatud ainult tõmbega või survega. $Q = {}^1/_4 \pi d_1^2 k_t$, kus Q on kruvi telje suunas mõjuv koormis (kg), d_1 — kruvikeerme siseläbimõõt (cm). Harilikule rauale $k_t = 600$ kg/cm²; halvemini valmistatud poltidele $k_t = 480$ kg/cm² ja terasele $k_t = 640$ kg/cm² ja rohkem. Mutri kõrgus $h_1 = d$, kui mutter ja kruvi samast materjalist, $h_1 = 1{,}5\,d$, kui mutter pronksist ja kruvi rauast; $h_1 \geqq 1{,}5\,d$, kui mutter malmist, kruvi rauast; poldi pea kõrgus $h_0 = 0{,}7\ d$ (d on kruvikeerme välisläbimõõt).

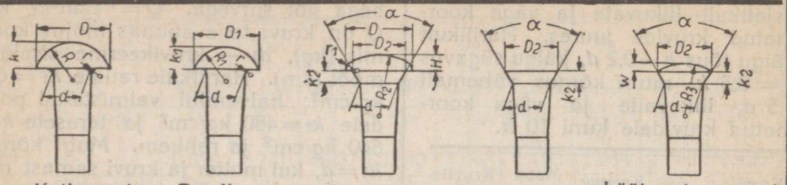
b) Polt on mõjutatud tõmbega (või survega) ja väändega. See juhtum esineb siis, kui polt kinnitatakse koormise all. Libisemisel poldi- ja mutrikeermed vastastikku tekitavad puutepindades surve, mis ei või ületada teatud suurust. Lubatav koormis $Q \leqq {}^1/_4 \pi\,(d^2 - d_1^2)\ k_s \,.\, z$ (kg), kus k_s on keermete vastastikune surve (kg/cm²), z — surve all olevate keermete arv, d — poldi välis- ja d_1 — siseläbimõõt (cm).

III. Needid ja neetühendid.

1. Üldisi andmeid: a) Peenneedid 8—10 mm valmistatakse pehmest traadist, jämeneedid 10—43 mm valtsitud ümmarrauast; needipikkus $l_{min} = d$ kuni $2d$; $l_{max} = 5d$ kuni $5{,}5d$, kus d — needi läbimõõt. b) Neetide liigid: katla-, raudkonstruktsioon-, poolsalapea-, salapea- ja läätssalapea-neet; neetide mõõdud on normeeritud ja antud tab. lk. 98. Needimulgu läbim. peab olema väikestel neetidel 0,1—0,5 mm ja keskmistel ning suurtel 1 mm võrra suurem needi läbimõõdust. c) Neetühendite liigitamine: 1) Kõvaneetühendid ehk konstruktsiooni needistised, nagu sõrestikud, raudsillad, elektrijuhtmete mastid jne. 2) Kõva-tiheneetühendid ehk katla needistised, nagu aurukatlad, kõrgesurve-torud, -anumad ja õhureservuaarid jne. 3) Tiheneetühendid, madalrõhu- (2—3 at.) anumad, vedelikkude reservuaarid jne.

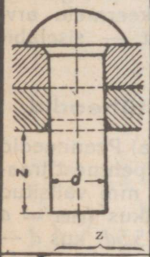
2. Kõvaneetühendid. Needi $d = \sqrt{5s}$ — 0,2 cm, kus s — karra paksus cm-tes; needisamm $t_{min} \geqq 2{,}5d$, äärekaugus $e_{min} \geqq 1{,}5d$. **3. Kõva-tiheneetühendid** on 3-liiki: a) katmis-, b) ükslappjätk- ja c) kakslappjätkneedistis; ridade arvu järgi liigitatakse needistisi: ühe-, kahe- ja kolmerealisteks. Needi läbimõõdu d saame valemist $d = \sqrt{5s} - c$ (cm), kus c oleneb needi lõikepindade ja ridade arvust. Ühe-, kahe- ja kolmerealise katmisneedistisel ning üherealisel ükslappjätkneedistisel $c = 0{,}4$ cm; (Edasi vt. lk. 109)

Needid ja neetühendid



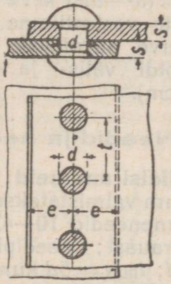
Toor-needi d	Needi alg- ja lõpp-pea mõõdud mm-tes															Needi mulgu ⌀ d_1
	D	k	$R \approx$	$r = a$	D_1	k_1	$R_1 \approx$	D_2	k_2	H	$R_2 \approx$	r_1	$R_3 \approx$	w	α	t	
10	18	7	9,5	1	16	6,5	8	15,4	3,5	4,5	16	3	20,5	1,5		2,8	11
13	23	9	12	1,5	21	8,5	11	21	5	5	26,5	3,5	28,5	2	75°	4,3	14
16	30	12	12,5	2	26	10	13,5	27	7	6,5	29	4	37,5	2,5		6,3	17
19	35	14	18	2	30	12	15,5	30	9,5	6,5	41,5	4	39	3		8,5	20
22	40	16	20,5	2	35	14	18	35	11	7	50,5	4	45,5	3,5	60°	10	23
25	45	18	23	2,5	40	16	20,5	39,5	12,5	7,5	60	4,5	51	4		11,5	26
28	50	20	25,5	3	45	18	23	39,5	14	10,5	47,5	6	51	4		12,5	29
31	55	22	28	3	50	20	25,5	44	15,5	10,5	62,5	6,5	56	4,5	45°	14	32
34	60	24	30,5	3,5	55	22	28	48	17	11,5	69,5	7	60	5		15,5	35

Needivarva lisand z
(Lõpp-pea jaoks)



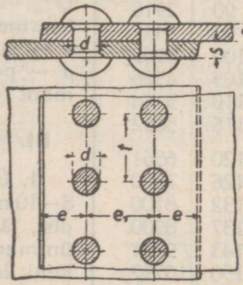
Needi d	Neet		
	Katla	Raudk.	Salap.
mm	mm	mm	mm
8	19	16	9
10	21	17	10
12	24	20	13
13	25	20	13
14	26	21	14
15	27	22	15
16	28	24	16
18	31	26	18
20	33	29	20
22	37	33	22
24	40	36	24
26	43	39	26
28	45	42	28
29	46	44	29
30	48	45	30
32	51	47	32
33	53	50	33
35	57	52	35
36	60	56	36

Ühereline katmisneedistis



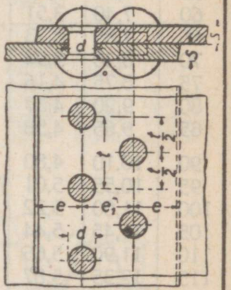
$t = 2\,d + 8$ mm;
$e = 1{,}5\,d$.

Kahereline katmisneedistis



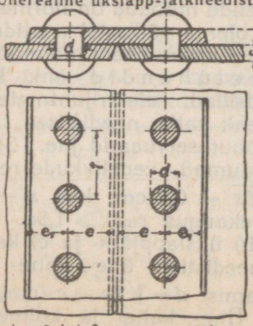
$t = 2{,}6\,d + 10$ mm;
$e = 1{,}5\,d$; $e_1 = 0{,}8\,t$.

Siksakk-needistis



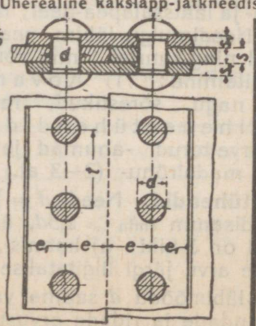
$t = 2{,}6\,d + 15$ mm;
$e = 1.5\,d$; $e_1 = 0{,}6\,t$.

Ühereline ükslapp-jätkneedistis



$t = 2\,d + 8$ mm; $e = 1{,}5\,d$
$s_1 = s + (0{,}5 \cdots 2)$ mm $e_1 = 0{,}9\,e$

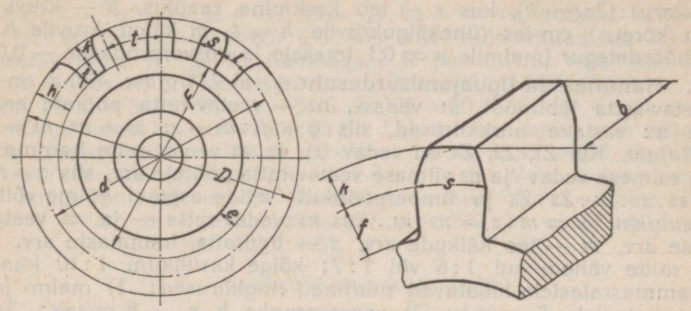
Ühereline kakslapp-jätkneedistis



$t = 2{,}6\,d + 10$ mm
$s_1 = 0{,}63 \cdots 0{,}67\,s$

IV. Hammasrattad.

1. **Üldisi andmeid.** Joonisel 14 a ja b tähistavad: D — hammasratta peaderingi, $d = 2r$ — jaotusringi ning F — tüvederingi läbimõõtu, t — hambumissammu, s. o. hammaste keskjoonte vahelist



a Joon. 14. b

kaugust, k — hambapead, f — hambatüve, h — hamba pikkust, s — hamba paksust, b — hamba laiust ja e — rattapõia paksust. Tähistades hammaste arvu z-ga, jagamismoodulit m-ga, saame järgmised valemid hammasratastele: 1) $\pi d = zt$; $z = \pi d : t$; $d = zt : \pi$; 2) $t = m\pi$; $m = t : \pi$; $d = zm$; 3) $t = s +$ hammaste vahe (toorratta $s = {}^{19}/_{40}\, t$ ja vahe ${}^{21}/_{40}\, t$; valmisratta $s = {}^{39}/_{80}\, t$ kuni ${}^{1}/_{2}\, t$); 4) hambapea kõrgus $k = 0{,}3\, t$; tüve kõrgus $f = 0{,}4\, t$ ja $h = 0{,}7\, t$; 5) peaderingi läbimõõt $D = d + 0{,}6\, t$; kui hammasratas määratakse ainult mooduliga m ja hammaste arvuga z, siis $k = m$, $f = 1{,}166\, m$ ja $h = 2{,}166\, m$.

2. **Hammaste arvestamised.** a) Silindrilised rattad õigete hammastega (samuti arvestatakse ka koonilised rattad, ainult hammaste mõõdud määratakse keskmiste raadiustega).

1) Väändemoment $M_v = Pr = 71620N : n$ cm/kg; 2) $Ph = Wk_p$ või $0{,}7\, Pt = {}^{1}/_{6} bs^2 k_p$, kus $s = \sim 0{,}5\, t$, nii et $P = 0{,}06$ kuni $0{,}07\, btk_p$, või $P = cbt$; 3) $b = \psi t$, kus N tähistab hj arvu, P — survet hambale (kg), c — tegurit (kg/cm²) (väärtused vt. allpool); $\psi = 2$ kuni 3; suurema mehaanilise töö edasiandmiseks on ψ 3 kuni 5. 5) Pööra hammasratta $z_{min} \geqq 10$ kuni 11 (mõnel juhul veel vähem). Veorataste $z \geqq 24$. Tasasema töö tarvis võetagu z võimalikult suurem. 6) Siirdesuhe φ valitakse 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5 jne., kui hammastele mõjub ühtlane rõhk. Rõhu perioodilisel muutumisel $\varphi = 2 : 3$; 2 : 5 või 3 : 4; 3 : 5 jne. Siirdesuhtepiir 1 : 6 tasasel käigul ($z_{min} = 36$ kuni 40) ja 1 : 4 kiirel käigul ($z_{min} = 54$ kuni 72). Pööra hammasratastel on soovitav võtta φ mitte vähem kui 1 : 10 (tihti võetakse isegi 1 : 15 ja vähem). 7) Malmrataste c väärtusi Stolzenberg'i järgi:

$v =$	0,25	0,5	1	2	3	5	7	9	11	13	15	m/sek
$c =$	28	27,5	26	24	22,5	20	17,5	15	14	13	12	kg/cm²

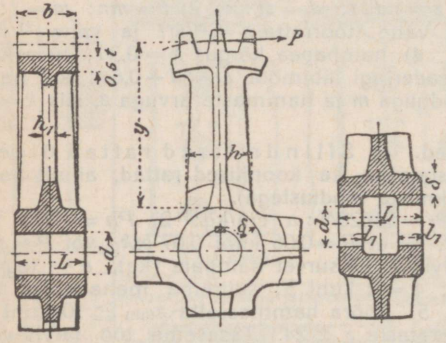
Teiste metallide c saame, kui malmi c-d korrutame: terasevalu puhul 2-ga, valatud terase — 3—3,3-ga, deltametalli — 2,5-ga, vosvorpronksi ja pronksi — 1,3—1,7-ga, naha — 0,8—1-ga, nikkelterase — 6-ga, kroomnikkelterase puhul 8—10-ga.

b) Tigu ja teoratas. 1) Arvestatakse valemi järgi: $P = cbt$, kus keskmiselt $b = 1{,}5\,t$ ja väikese teo läbimõõdu puhul $b = t$. Kui arvestatakse ainult hammaste kõvust, siis lõigatud malmhammaste $c = 20$ kuni 30 kg/cm²; vosvorpronksi (ratas) ja kõva terase (tigu) $c = 32$ kuni 50 kg/cm² suure pöörete arvu puhul. 2) $M_v = (1{,}02$ kuni $1{,}1)$. $Pr(h+2\pi r\mu) : (2\pi r - \mu h)$, kus r — teo keskmine raadius, h — kruvi samm (käigu kõrgus) cm-tes (ühekäigukruvile $h = t$, m käigu kruvile $h = mt$), μ — hõõrdetegur (malmile $\mu = 0{,}1$ terasele ja vosvorpronksile — 0,03).

3. Hammas- ja tiguajamisiirdesuhe φ. a) *Lihtajam.* Kui d_1 on vedav-, d_2 veetav-ratta läbimõõt, n_1 vedav-, n_2 — veetav-ratta pöörete arv min., w_1 ja w_2 vastava nurkkiirused, siis $\varphi = d_1 : d_2 = z_1 : z_2 = n_2 : n_1 = w_2 : w_1$. b) *Liitajam.* Kui Z_1, Z_2, Z_3 on vedav- z_1, z_2, z_3 veetav-ratta hammaste arv, n_1 on esimese vedav- ja n_2 viimase veetav-ratta pöörete arv, siis $\varphi = n_1 : n_2 = z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 : Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3$ ja ümberpöördult; z-tide asemel võime võtta d-ed. c) *Tiguajam,* $\varphi = m : z = n_2 : n_1$, kus n_1 vedav-ratta — ja n_2 veetav-ratta pöörete arv, m — teo käikude arv, z — tiguratta hammaste arv. Siirdesuhe mitte vähem kui 1 : 6 või 1 : 7; kõige kasulikum 1 : 10 kuni 1 : 20.

4. Hammasratastele lubatavad suurimad ringkiirused: 1) malm- ja terashammasratastele 5 m/sek; 2) vosvorpronks h. r. — 8 m/sek; 3) deltametall h. r. 9 m/sek; 4) malm- või terashammasratta hambumisel nahkhammastega 11 m/sek.

4. Hammasratta detailid (joon. 15). 1) Harilikult pöia paksus $e = 0{,}5t$. 2) Rummu paksus $\delta = 0{,}35\,d + 1$ cm malmile ja $\delta = 0{,}3\,d + 1$ cm terasevalule, kus d on võlli läbimõõt. 3) Rummu pikkus $L = (1{,}2$ kuni $1{,}5)\,d$ või $L \geqq b + 0{,}05\,r$, kus r tähistab jaotusringi raadiust. 4) Võlli läbimõõt määratake võrdusest: $M_v = Pr = 0{,}2\,k_v d^3$. 5) Kodarate arv $i = (1/7$ kuni $1/8)\sqrt{D}$, kus D jaotusringi läbimõõt mm-tes. 6) Kodar arvestatakse paindele ja tema ristilõige määratakse võrdusest: $Py = 1/4\,k_p Wi$, k_p võetakse tabelist (lk. 83), oletades II koormamisviisi.



Joon. 15.

5. Treipingi vahetushammasrataste valik keermetamisel.

Märkmeid: 1) Treipingi veokruvikäigu kõrgus on harilikult $1/4''$, $1/2''$, $2/3''$ või $3/4''$. 2) Vanema konstruktsiooniga treipingil on vahetushammasrattad järgmiste hammastearvudega: 18, 20, 22, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 58, 64, 72, 80, 90, 105, 120 ja 132. 3) Uuema konstr. treipingil — 20, 25, 30, 35 jne. üle 5 hamba kuni 125 hambani, ning peale selle veel 127 hambaga ratas meeterkeerme lõikamiseks ja 157 hambaga moodulkeerme lõikamiseks. 4) Alljärgnevais valemeis tähistavad z-id hammastearvu, k nõutava kruvikäiku, K veokruvikäiku tollides või mm-tes ja m — hambamoodulit. 5) Keermetamiseks seatakse nõutav siire (trei-) spindli ja veokruvi vahel, kas ühe, kahe või mõnikord isegi kolme paari hammasratastega: z_1, z_2, z_3, z_4 jne.

A. Veokruvi tollkeermega.

I juhtum: Vaja lõigata tollkeeret: $z_1 : z_2$ või $(z_1 : z_2) . (z_3 : z_4) = k : K$. Näide: 1) Veokruvil on 2 käiku tollil ($K = 1/2''$), lõigata kruvi 8 käiguga tollil ($k = 1/8''$). $z_1 : z_2 = 1/8 : 1/2 = 1/8 . 2/1 = 2 : 8 = 20 : 80$ või $25 : 100$ hammast; tähend. vedav-rattal peab olema 20 või 25 ja veetav-rattal 80 või 100 hamm. 2) $K = 2/3''$, $k = 1/12''$; $z_1 : z_2 = 1/12 : 2/3 = 1/12 . 3/2 = 1/4 . 1/2$; võtame kahekordse siirde: $(z_1 : z_2) . (z_3 : z_4) = (20 : 80) . (30 : 60)$, kus vedav-rattad on 20 ja 30 ning veetav-rattad 80 ja 60 hambaga. II juhtum: Vaja lõigata mm keeret. α) Kogus on 127 hambaga ratas. $z_1 : z_2 = 5k : 127K$. Näide: $K = 1/2''$; $k = 8$ mm $z_1 : z_2 = 5 . 8 : 127 . 1/2 = 5 . 8 . 2 : 127 = 80 : 127$. β) Kogus puudub 127 hambaga ratas. $z_1 : z_2 = 1{,}3k : 33K$. Eelmist ülesannet saab täita järgmiste ratastega: $z_1 : z_2 = 1{,}3 . 8 : 33 . 1/2 = 1{,}3 . 8 . 2 : 33 = (13 . 8) : (11 . 15)$; $(z_1 : z_2) . (z_3 : z_4) = (65 : 55) . (40 : 75)$. III juhtum: Vaja lõigata moodulkeeret, kogus on 127 ja 157 hambaga rattad. $z_1 : z_2 = 157\,m : 1270K$. Näide: $K = 1/3''$, $m = 4$. $z_1 : z_2 = 157 . 4 : 1270 . 1/3 = 157 . 4 . 3 : 1270$; $(z_1 : z_2) . (z_3 : z_4) = (120 : 100) . (157 : 127)$.

B. Veokruvi mm-keermega.

I juhtum: Vaja lõigata mm keeret: z_1/z_2 või $z_1/z_2 . z_3/z_4 = k : K$. Näide: 1) $K = 4$ mm, $k = 0{,}8$ mm $z_1/z_2 = 0{,}8/4 = 8/40 = 20/100$ või $25/125$; 2) $K = 6$, $k = 0{,}8$. $z_1/z_2 = 0{,}8/6 = 8/60 = 2/15$; $z_1/z_2 . z_3/z_4 = 1/3 . 2/5 = 20/60 . 40/100$. II juhtum: Vaja lõigata tollkeeret. α) Kogus on 127 h. ratas $z_1/z_2 = 127k : 5K$; Näide: $k = 0{,}08''$, $K = 10$ mm; $z_1/z_2 = 127 . 0{,}08/5 . 10 = 127 . 0{,}04/5 . 5 = 127 . 20/100 . 125$; $z_1/z_2 . z_3/z_4 = 127/125 . 20/100$. β) 127 hambaga ratas puudub $z_1/z_2 = 33k/1{,}3K$; Näide: $K = 6$ mm, $k = 1/16''$ $z_1/z_2 = 33 . 1/16/1{,}3 . 6 = 10 . 3 . 11 = 13 . 16 . 6 = 5 . 11/13 . 16$; $z_1/z_2 . z_3/z_4 = 25/65 . 55/80$. III juhtum: Vaja lõigata moodulkeeret. Kogus on 157 hambaga ratas: $z_1/z_2 = 157\,m : 50K$. $m = 4$, $K = 8$ mm; $z_1 : z_2 = 157 . 4 : 50 . 8$; $z_1/z_2 : z_3/z_4 = 157/50 . 40/80$.

Märkus: 1) Murru horisontaaljoone asemel on võetud kohati kaldjoon. 2) Murdude lugejad näitavad vedav- ja nimetajad veetavrataste hammaste arve. 3) Hammasrataste moodulid mm-tes: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 33; 36; 39; 42; 45; 50.

V. Rihm- ja köisajam.

a) Masinarihmadena tarvitatakse nahk-, kummi- ja kootud rihmu, millest nahkrihmad on kõige paremad ja kallimad. Kootud rihmad on: 1) kaamelikarvast (2/3 kaamelikarva ja 1/3 puuvillalõnga), 2) puuvillast, 3) kanepist (või puuvillast), mis kokku kleebitud balaatamassiga 3- — 8-kordseks, nn. balaatarihmad. Peale nende tarvitatakse veel karastatud terasest linte laiusega 12—150 mm, b) masina köis-ajamiks tarvit. traat-, kanep- ja puuvillköisi.

1) **Rihma arvestamine.** Tähistagu p rihma koormist 1 laiuse cm-le (kg), b — rihma laiust (cm). $P = pb$ — rihmaga ülekantavat jõudu (tõmbejõud, tangensjõud) (kg), $D = 2R$ — rihmaseibi läbimõõtu (m), N — hj arvu, n — pöörete arvu minutis, v = rihma kiirust (m/sek) ja δ — rihma paksust (cm).

1) Rihma kiirus $v = \pi nD : 60$ valitakse 5—30 m/sek. Turbiinidel ja elektromootoritel tihti tuleb kiirus 40 m/sek. 2) Ühekordseid rihmu tarvitatakse laiusega kuni 50 cm ja mitte rohkem kui 60 cm, peale selle tarvitatakse topeltrihmu. 3) Ühekordsetele rihmadele $N = Pv : 75 = pb\pi Dn : 60.75$, millest leiame: a) $bD = 1432{,}4\,N : pn$ või, võttes keskmistele tingimustele $p = 7{,}5$, saame: $N = bRn$ (b ja R meetrites), $b = N : Rn$ (meetrites), või $1000N : Rn$ (mm-tes), b) $P = 75\,N : v$ (kg) ja c) $b = 75N : pv$.

4) Võllide vahe (l): a) lahtistele kitsastele rihmadele (b kuni 10 cm) $l = 5$ m; — laiadele rihmadele $l = 10$ m; b) poolristrihmadele $l \leqq 10\sqrt{bD}$ (b ja D meetrites). Gehrckens'i järgi l peab võrduma või olema suurem 20-kordsest rihma laiusest; äärmisel juhul võib võrduda kahekordse suurema rihmaseibi läbimõõduga ($l = 2D$). 5) Siirdesuhe $\varphi = n_2 : n_1 = D_1(1-\psi) : D_2$, või Kammerer'i järgi $\varphi = n_2 : n_1 = (D_1 + \delta) : (D_2 + \delta)$, kus n_1 on vedav- ja n_2 veetav-seibi pöörete arv minutis ning D_1 vedav- ja D_2 veetavseibi läbimõõt; ψ — rihma liugetegur = 1,5—3% uutele pingutatud ja 0,75—1,5% hästi sissetöötatud rihmadele. Seibide läbimõõtude suhet ei võeta suuremat kui 5 : 1. 6) Rihma arvestamisel võetakse rõhk võllile = $3P$. 7) Kahe- või rohkem-kordne rihmsiire (-ülekanne). Kui D_1, D_2 ja D_3 on vedav- ja d_1, d_2, d_3 veetavseibide läbimõõdud ning n_1 esimese vedav-seibi ja n_2 viimase veetav-seibi pöörete arv minutis, siis $\varphi = n_2 : n_1 = D_1 \cdot D_2 \cdot D_3 : d_1 \cdot d_2 \cdot d_3$ ja ümberpöördult, kus igale paarile arvata kaotust 3–4%.

8) Lubatav koormis p (kg/cm) Gehrckens'i (loe: görkensi) järgi (rasvased arvud käivad topeltrihmadele).

v m/sek	3	5	10	15	20	25	30	40	50
D mm									
100	2	2,5	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	2
200	3	4	5	5,5	6	6,5	6,5	6,5	6,5
300	4 5	5 6	6 7	7 8	7,5 9	8 10	8,5 10	9 10	9 10
400	5 6,5	6 8	7 9	8 10	9 11	9,5 11,5	10 12	10,5 12,5	11 12,5
500	6 8	7 9,5	8 11	9 12	10 13	10,5 13	11 13,5	11,5 14	12 14
600	7 9,5	8 11	9 12	10 13	11 15	12 15	12,5 16	13 16,5	13,5 17
750	8 11	9 12,5	10 14	11 15,5	12 17,5	12,5 17,5	13 18,5	13,5 19,5	14 20
1000	9 13	10 15	11 17	12 19	13 20	13,5 21	14 22	14,5 23	15 24
1500	10 15	11 17	12 19	13 21	13,5 23	14 25	14,5 26	15 27	15,5 28
2000	11 17	12 19	13 21	13,5 23	14 25	14,5 27	15 28	15,5 29	16 30

Järsul ülekandel ja väikesel võllide-vahelisel kaugusel tabelis antud arve vähendatakse 20%. Väikestel kiirustel (3 kuni 5 m/sek) ja ülekandel tasasele käigule võetakse p väärtused väiksemad: elektromootoritele kuni 0,5 p ja isegi kuni 0,33 p. Ristrihmadel Bach'i järgi p väärtused 10—30% väiksemad. Rihmaga ülekantav hj arv antud ringkiirusel vt. tab. lk. 108.

2) Köie arvestamine. Tähised (vt. ka „rihmajam"): d — köie läbimõõt (cm), i — traatide arv. δ — traadi läbim. a) traatköisajam; 1) v võetakse 6—10 m/sek väikestel ja 25 m/sek suurtel pingetel.

$N =$	10—15	15—30	30—100	>100
$v =$	10—12	12—18	18—20	20—25

2) $N = Pv : 75$; 3) Ristilõike pind $S = {}^1/_4\pi i\delta^2 = P : k_t \approx 75N : vk_t$, kus $k_t =$ = 250—350 kg/cm² raud- ja $k_t =$ = 625—725 kg/cm² terasköitele, mida suurem on $R : \delta$, seda suurem valitakse k_t. Normaalsetele tingimustele ($v = \sim 25$ m/sek, $n \approx 100$—120 või $D \approx 150d$—$200d$) d saame valemist: $d = \sqrt{0{,}01P}$ ja $d = \sqrt{{}^3/_4N : v}$; 4) $n = 30v : \pi R$ ja harilikult võetakse see 100–130. 5) köieseibi läbim. $D = 2R$ harilikult = $150d$—$175d$; hoiduda seibidest alla 1 m; soone sügavus = $2d$; 6) Võllide vahe mitte vähem kui 15—20 m ja rohkem kui 80–125 m. b) kanepköisajam: 1) v võetakse 10 m/sek–30 m/sek. 2) Ühe köie tõmbetung $P' = 4d^2 - 8d^2$, olenedes köie ristilõikest. 3) N hj ülekandmiseks vajalik köite arv $z = 75N : P'v$ või $z = P : P'$. 4) Köieseibi D peab olema mitte vähem kui $30\,d$ ümmar- ja $20\,d$ ruutköitele. 5) Võllide vahe 10—20 m ja mitte rohkem kui 25 m; minim. kaugus = läbimõõtude summaga. 6) Teljerõhk võetakse $8P$—$10P$.

7) Transmissioon-traatköied.

Köie d mm . .	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20
Traatide arv . .	36	42	36	42	36	42	48	42	48	48
1 traadid mm .	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8
1 m kaal kg . .	0,26	0,28	0,31	0,45	0,51	0,61	0,70	0,79	0,91	1,10

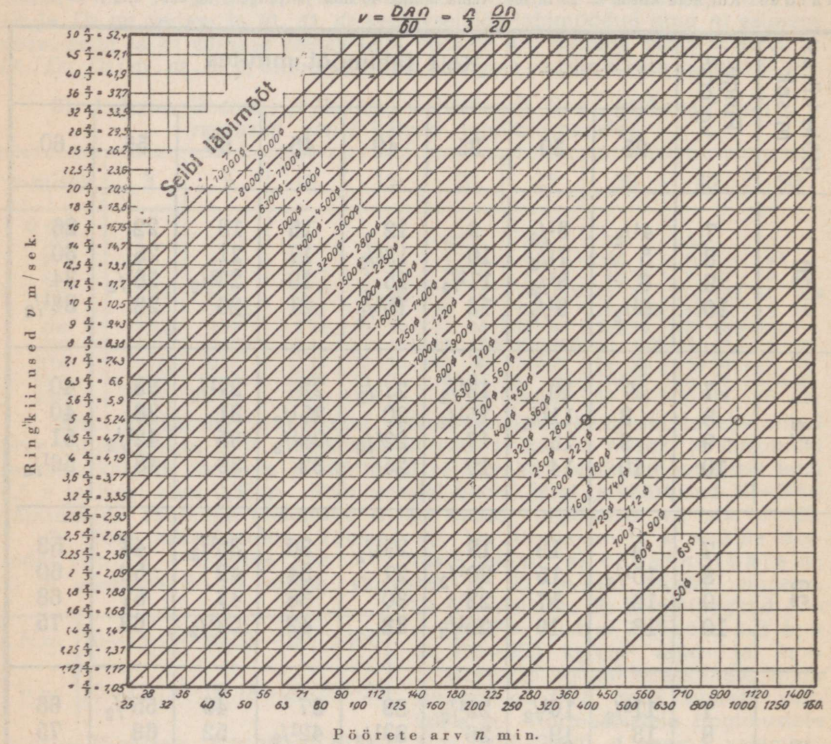
8) Kanepköitega ülekantav hobujõudude arv N.

Näide: Kui köie kiirus = 15 m/sek, tema läbim. 40 mm ja pinge 9 kg/cm², siis $N = 22^1/_2$.

Köie kiirus m/sek	Pinge kg/cm²	Köie läbimõõt mm-tes							
		25	30	35	40	45	50	55	60
10	7	$4^1/_2$	$6^1/_2$	9	12	15	18	22	26
	8	5	$7^1/_2$	10	$13^1/_2$	17	21	25	30
	9	6	$8^1/_2$	$11^1/_2$	15	19	$23^1/_2$	$28^1/_2$	34
	10	$6^1/_2$	$9^1/_2$	13	$16^1/_2$	21	26	32	$38^1/_2$
15	7	7	10	$13^1/_2$	$27^1/_2$	22	$27^1/_2$	33	40
	8	8	$11^1/_2$	$15^1/_2$	20	$25^1/_2$	31	38	40
	9	9	13	17	$22^1/_2$	$28^1/_2$	35	$42^1/_2$	51
	10	10	14	19	25	32	39	48	$56^1/_2$
20	7	9	13	18	$23^1/_2$	30	$36^1/_2$	44	53
	8	$10^1/_2$	15	$20^1/_2$	27	34	42	50	60
	9	12	17	23	30	38	47	57	68
	10	13	19	$25^1/_2$	33	42	$52^1/_2$	63	75
25	7	$11^1/_2$	$16^1/_2$	$22^1/_2$	29	37	46	$55^1/_2$	66
	8	13	19	26	$33^1/_2$	$42^1/_2$	52	63	75
	9	15	21	29	38	$47^1/_2$	59	71	85
	10	$16^1/_2$	$23^1/_2$	32	42	53	65	79	94
30	7	14	20	27	35	$44^1/_2$	55	$66^1/_2$	79
	8	$15^1/_2$	$22^1/_2$	$30^1/_2$	40	51	63	76	90
	9	$17^1/_2$	$25^1/_2$	$34^1/_2$	45	57	71	$85^1/_2$	102
	10	$19^1/_2$	28	38	50	$63^1/_2$	79	95	113

3) **Seibid**. 1) Materjal — malm, teras või puit, harvemini raud. $D = 2R$, võimalikult võtta $\geqq 100$ ∂; 2) lahtisele rihmale seibipõia laius $b_1 = 1{,}1\,b + 1$ cm, ristrihmale $b_1 =$ kuni $2\,b$; 3) põia ääre paksus $e = 0{,}01\,R + 0{,}3$ cm; 4) kodarate arv $i = {}^1/_7\sqrt{D}$ (D — mm-tes). Kodara ristilõige väheneb rummult põiale vahekorras 5 : 4. Enamasti kodara ristilõige on ellips; 5) rummu paksus on väiksem kui hammasratastel ja tema pikkus $= b_1$, kui $b_1 \geqq 1{,}2$ kuni $1{,}5\,d$ (d — võlli läbimõõt). Kui $b > 30$, siis seib varustatakse kahe kodarareaga.

6) Normaalseibide diagramm (**DIN 109**).



Märkus: Diagrammil on märgitud: abstsisside-teljel seibi ringkiirused v m/sek ja ordinaatide teljel pöörete arvud n min, kaldjoontel seibide läbimõõdud d mm. Selle diagrammi abil võime leida: 1) ringkiiruse v m/sek, kui on antud seibi läbim. d ja ja pöörete arv min. n. 2) seibi d, kui on antud selle pöörete arv min. n_1 ja vastasseibi läbimõõt d_2 selle pöörete arvuga n_2. Näiteid: 1) Leida v, kui $d = 250$ mm ja $n = 400$ p./min. Abstsisside-teljel otsime arvu 400 ja läheme selle kohal seisvat vertikaaljoont (ordinaati) mööda kaldjooneni, millel on märgitud 250; selle lõiketäpist liigume horisontaaljoont (abstsissi) mööda vasakule ordinaatide teljeni, millel leiame arvu $5\pi : 3 = 5{,}24$ m/sek,

mis ongi otsitav kiirus. 2) Vedav-seibi läbim. $d_1 = 100$ mm, $n_1 = 1000$ p./min. Leida vedav-seibi läbim. d_2, kui selle $n_2 = 400$ p./min. Abstsisside-teljel otsime arvu 1000 ja liigume ordinaati mööda kaldjooneni 100 (vt. täpp diagrammil), sealt liigume abstsissi mööda vasakule ordinaadini, mille all seisab 400. Leitud lõiketäpist läbival kaldjoonel leiame arvu 250, mis on otsitav d_2. Samuti võime leida ka d_1, kui on antud n_2, d_2 ja n_1.

VI. Tapid.

a) Otstapp. 1) Massiivsele silindrilisele tapile: $0{,}5\,Pl = W k_p = \sim 0{,}1 d^3 k_p$, kus P — rõhk tapile (kg), l — tapi pikkus (cm), d — tapi läbimõõt (cm), $d = \sqrt[3]{5Pl : k_p}$ (1); $P = k_s ld$ (2); $l : d = \sqrt{0{,}2 k_p : k_s}$ (3) (k_s — lubatav rõhk (kg/cm²). 2) Õõnessilindrilise tapile: $0{,}5\,Pl = Wk_p = \sim 0{,}1\,k_p(d_2^4 - d_1^4) : d_2$ ja $P = k_s ld_2$ (d_2 — välis-, d_1 — siseläbimõõt). 3) Tapisiirme kõrgus = $= {}^1/_{16} d + 0{,}5$ cm kuni ${}^1/_{10} d + 0{,}5$ cm. 4) $k_p = 400$—600 kg/cm² valatud terasele, 300—500 kg/cm² — valatud rauale, 150—250 kg/cm² — malmile ja 250—400 kg/cm² — terase valule. 5) k_s oleneb tapi ja laagri materjalist, pöörete arvust, määrimisest, jahutamisest jne.

Kui tapp on valmistatud	Laager valmistatud	siis k_s (kg/cm²) =
Karastatud tiigelterasest . . .	Samast materjalist	kuni 150
„ „ . . .	Pronksist või babiidist . . .	„ 90
Karastamata tiigelterasest . .	„ „ . . .	„ 60
Valatud rauast	„ „ . . .	„ 40
Rauast või malmist	Pronksist	„ 30
Rauast	Malmist	„ 25

6) Kuumenemise vältimiseks on vaja, et $l \geqq Pn : w$ või $n \leqq wl : P$ (4), kus n tapi pöörete arv min, P keskm. rõhk tapile (kg) ja w katsetel leitud tegur, mis on seda suurem, mida vähem hõõre ja jahutamine; väntade tappidel $w < 90\,000$; hooratta võllitappidele $w =$ kuni 40 000 ja rohkem. b) Kandtapp. 1. Tasasale tapile $P = {}^1/_4 \pi d^2 k_s$, kus k_s valitakse samuti kui otstapi puhul; kuumenemise vältimiseks peab $d \geqq Pn : w$, või $n \leqq wd : P$, kus $w =$ kuni 40 000; turbiinidele w võetakse kuni 125 000; 2) Rõngastapile $P = {}^1/_4 \pi (d_2^2 - d_1^2) k_s$ ja $d_2 - d_1 \geqq Pn : w$.

VII. Teljed ja võllid.

a) Teljed arvestatakse paindele: paindemoment $M_p = Wk_p = \sim 0{,}1\,d^3 k_p$; massiivsetele telgedele ja $M_p = Wk_p = \sim 0{,}1\,k_p(d_2^4 - d_1^4) : d_2$ — õõnsatele telgedele, d — telje läbimõõt, k_p võetakse III-st koormamisviisist (vt. tab. lk. 83). Malmile $k_p = 130$—250 kg/cm², rauale $k_p = 300$ kg/cm², puidule (tamm) $k_p =$ ca 60 kg/cm². Kui tungi siht on muutmatu, siis k_p võetakse II-st ja isegi I-st koormamisviisist.

b) Võllid arvestatakse ainult väändele: väändemoment $M_v = Wk_v = {}^1/_{16} \pi d^3 k_v = \sim {}^1/_5 d^3 k_v$; k_v võetakse tabelist lk. 83 vastavalt koormise iseloomule. Malmile lubatav väändepinge I koormisviisil $k_v = 240$ kuni 300 kg/cm² ja II viisil $k_v = 160$ kuni 200 kg/cm², III viisil — $k_v = 80$—100 kg/cm². Kui on antud arv N, siis $M_v = 71620\,N : n$ cmkg.

Arvestades kõiki asetsevaid koormaid, võetakse $k_v = 120$ kg/cm², sel puhul $M_v = 24\,d^3$. Toodud valemeist arvutame d. 2) Laagrite vahed $l \leqq 100\sqrt{d}$; läbijooksvate võllide $l \leqq 125\sqrt{d}$. 3) Peavõllid arvestatakse liittugevusele (paindele ja väändele) valemi järgi: $0{,}35\,M_p + 0{,}65\sqrt{M_p^2 + M_v^2} = 0{,}1\,d^3 k_p$. Lubatav väändenurk $\vartheta \leqq 1/4^0$ võlli meetrile; võlli suurim paindekõrgus meetrile on 1/3 mm. 4) Pöörete arv minutis n valitakse: 100—150 peavõllile, 200—300 vahevõllidele, 250—400 kiirelt tiirlevatele võllidele, 300—400 ketramismasinatele.

5) **Laagrite normaalvahed võllidel.**

$d =$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	135	150 mm
$l =$	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9 mm

Kui tulevikus kavatsetakse seibe juurde lisada, siis

$d =$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	135	150 mm
$l =$	1,6	1,75	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7 mm

6) **Võllide d mm antud hj-dele N ja pööretele n min.**

Näide: 1) Kui $n = 140$, $N = 100$, siis võlli d peab olema 115 mm,
2) Kui $n = 250$, $N = 5$, siis $d = 50$ mm jne.

Pöörete arv min. n	Ülekantav võimsus hobujõududes N																	
	1	2	3	4	5	8	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
60	45	55	60	65	65	75	80	85	95	105	110	115	120	130	140	145	150	155	160	170
80	„	50	55	60	60	70	75	80	85	95	105	110	115	120	130	135	140	145	150	155
100	40	„	50	55	„	65	70	75	„	90	100	105	110	115	120	130	135	135	140	145
120	„	45	„	„	55	„	65	„	80	85	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
140	35	„	„	50	„	60	„	70	75	„	90	95	100	105	„	„	120	125	130	135
160	„	40	45	„	„	„	60	„	„	80	85	90	95	„	110	115	„	120	125	130
180	„	„	„	„	50	55	„	65	70	„	„	„	„	100	105	110	115	„	120	125
200	„	„	„	„	„	„	„	„	„	75	„	85	90	„	„	„	110	115	„	120
250	„	„	40	45	„	50	55	60	65	70	80	„	85	95	100	100	105	110	115	115
300	30	35	„	„	45	„	„	„	„	„	75	80	„	90	95	„	100	105	110	110
400	„	„	„	40	„	„	50	55	60	65	70	75	75	85	85	90	95	100	100	105

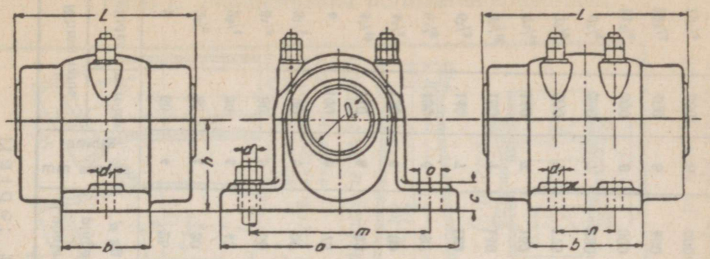
VIII. Laagrid.

a) Libisev laager: 1) Üksikute laagriosade suurused määratakse vastavalt tapi survele $P = k_s\,ld$, kus laagri pikkus l ja siseläbimõõt d valitakse selle järgi, millise tapi tarvis ta valmistatakse; andmeid k_s kohta vt. „Tapid", lk. 105. Harilikkudele transmissioonilaagritele võetakse $l = 1{,}5\,d$ ja $k_s = 20$ kuni 25 kg/cm². 3) Vundamendiplaadi suurus arvestatakse nii, et surve vundamendile ei ületaks ehitustehnikas lubatavaid pingeid, vt. lk. 83, p. 2. 4) Laagrikaane poldi läbimõõt $\delta = \sqrt{2P : \pi k_t}$, kus $k_t = 480$ kg/cm². 5) Vundamendi poldi läbimõõt $\delta_1 = 9/8\,\delta$. 6) Laagrikausid suurematele kiirustele on pronksist või malmist ja laagrimetalliga kaetud, väiksematele kiirustele — valgevasest või malmist. Kõige väiksem pronkskausi paksus $s_1 = 1/16\,d + 0{,}5$ cm, malmkausi paksus $s = 0{,}1\,d + (1$ kuni 2) cm; terasevalule — 3/4 sellest suurusest; laagrivoodri paksus $s_2 = 0{,}03\,d + 0{,}5$ cm. 7) Laagrihõõre vt. lk. 46.

b) Kuul-laager. 1) Lubatav koormis ühele kuulile $P_0 = cd^2$ (kg), kus d — kuuli läbimõõt cm; karastatud teras kuulidele $c =$ kuni 100, kui töö ei kesta pidevalt, ja $c = 50$, kuid mitte üle 75 pidevale tööle. 2) Rõn-

Transmissioonilaagrite tabel (DIN 118).

Võllidele läbim. 25—140 mm



Võllidele läbim. 160—500 mm

A — pikk libisev sellers-laager, *B* lühike libisev valgemetall-laager, *C* kuullaager.

Võlli läbimõõt	Laagri				Alusplaadi			Kruvimulkude				Kruvide	
	kõrgus	Suurim pikkus			pikkus	laius	paksus	kaugus		suurim pikkus	laius	läbimõõt	arv
		A	*B*	*C*									
D	h	Vorm A	Vorm B	Vorm C	a	b	c	m	n	o	d_1	d	
25													
30	65	140	120	100	200	55	25	150	—	20	17	1/2"	
35													
40	75	180	150	110	220	65		170					
45													
50	90	220	180	120	260	75	30	200	—	25	20	5/8"	
55													
60	100	260	210	130	290	85		230					2
70	110	300	240	140	330	95		260					
80	125	340	270	150	370	110	35	290	—	30	23	3/4"	
90	140	380	300	170	410	125	40	320	—	34	26	7/8"	
100													
110	165	460	360	190	470	150	50	370	—	39	30	1"	
125													
140	200	550	450	—	560	195	60	450	—	48	36	1 1/4"	
160													
180	250	670	550	—	660	250	70	540	130	44	33	1 1/8"	
200													
220	300	790	650	—	760	310	80	630	170	52	40	1 3/8"	
240													
260	350	910	750	—	860	370	95	720	210	58	44	1 1/2"	
280													
300	400	1030	850	—	960	440	110	810	250	66	50	1 3/4"	
320													
340	450	—	950	—	1070	510	125	900	300	75	58	2"	4
360													
380	500	—	1050	—	1190	580	140	990	350	82	64	W 56×1/4"	
400													
420	550	—	1150	—	1310	650	155	1080	400	92	72	W 64×1/4"	
440													
460	600	—	1250	—	1430	720	170	1170	450	105	80	W 72×1/4"	
480													
500	650	—	1350	—	1550	800	185	1260	500	115	90	W 80×1/4"	

Märkus: Tabelis W 56, W 64 jne. tähistab vitvortkeerekruvi läbimõõtu mm-tes, 1/4" kruvitõusu.

gad valmistatakse kroom -või kroomnikkel-terasest, kuulid karastatud tiigelterasest läbimõõduga 1/6 kuni 6 ingl. tolli. 3) Hõõre vt. lk. 47.

c) Rull-laager. 1) Lubatav koormis ühele rullile $P_0 = cbd$ (kg), kus d — rulli läbimõõt (cm), b — rulli pikkus (cm), c = kuni 150 karastatud terasrullile. Laagrile lubatav koormis $P = 1/5 P_0 i$ (kg), kus i — rullide arv. 2) Hõõre vt. lk. 46.

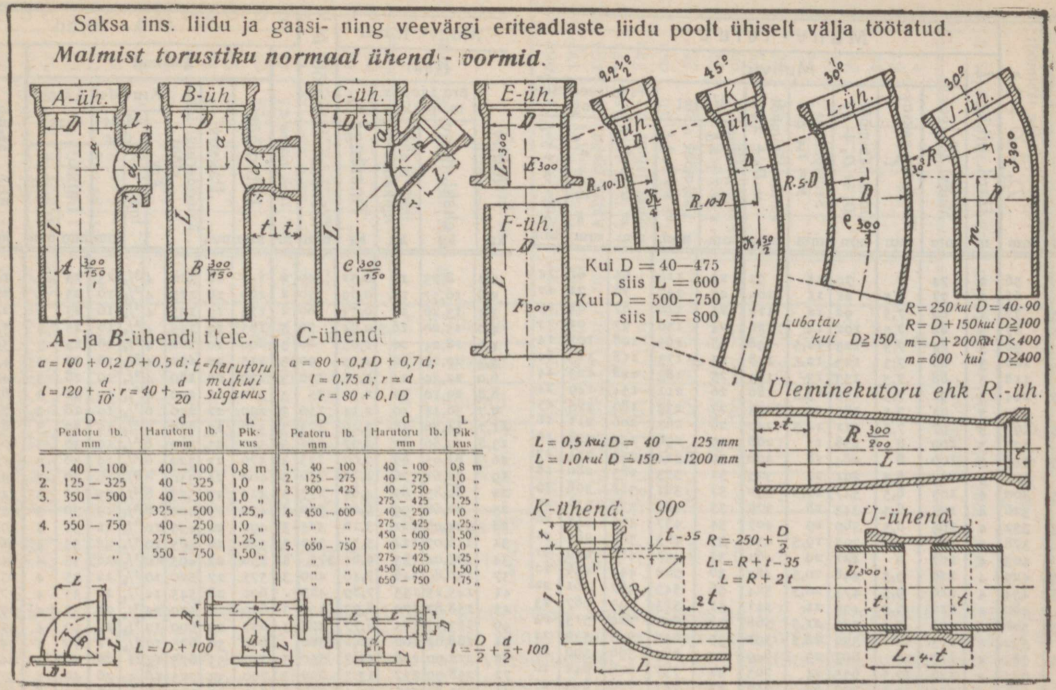
Rihmaga ülekantav hobujõudude arv N antud ringkiirusel v m/sek.

Näide: Kui rihma laius = $2^{3}/_{8}''$ = 60 mm ja v = 20 m/sek, siis N = 8 hj.

Rihma laius		Rihma paksus mm	Lubatav pinge p kg	Ringkiirus v m/sek												
tollides	mm-tes			7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
				Ülekantav võimsus hobujõududes												
2	50	4	25	2,3	2,7	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,7	7,3	8,0	8,7	9,3	10,0
$2^{3}/_{8}$	60	4	30	2,8	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4	11,2	12,0
$2^{3}/_{4}$	70	5	43	4,0	4,6	5,7	6,9	8,0	9,2	10,3	11,5	12,6	13,8	14,9	16,0	17,2
$3^{1}/_{8}$	80	5	50	4,7	5,3	6,7	8,0	9,3	10,7	12,0	13,3	14,7	16,0	17,6	18,7	20,0
$3^{1}/_{2}$	90	5	56	5,2	6,0	7,5	9,0	10,4	11,9	13,4	14,9	16,2	17,9	19,4	20,9	22,4
4	100	6	75	7,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0
$4^{5}/_{16}$	110	6	82	7,6	8,7	10,9	13,1	15,3	17,5	19,7	21,9	24,0	26,2	28,4	30,6	32,8
$4^{3}/_{4}$	120	6	90	8,4	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2	21,6	24,0	26,4	28,8	31,2	33,6	36,0
$5^{1}/_{8}$	130	6	97	9,0	10,3	12,9	15,5	18,1	20,7	23,3	25,9	28,4	31,0	33,6	36,2	38,8
$5^{1}/_{2}$	140	7	122	11,4	13,0	16,3	19,5	22,8	26,0	29,3	32,5	35,8	39,0	42,3	45,5	48,8
$6^{5}/_{16}$	160	7	140	13,1	14,9	18,7	22,4	26,1	29,9	33,6	37,3	41,1	44,8	48,5	52,0	56,0
$7^{1}/_{16}$	180	7	157	14,6	16,7	20,9	25,1	29,3	33,5	37,7	41,9	46,0	50,2	54,4	59,0	63,8
$7^{7}/_{8}$	200	7	175	16,3	18,7	23,3	28,0	32,7	37,3	42,0	46,7	51,0	56,0	61,0	65,3	70,0
$9^{7}/_{8}$	250	7	220	20,5	23,5	29,3	35,2	41,1	46,9	53,0	59,0	64,0	70,0	76,0	82,0	88,0
$11^{7}/_{8}$	300	8	300	28,0	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0	72,0	80,0	88,0	96,0	104,0	112,0	120,0
$15^{3}/_{4}$	400	8	400	37,3	42,7	53,0	64,0	75,0	85,0	96,0	107,0	117,0	128,0	139,0	149,0	160,0
$19^{5}/_{8}$	500	8	500	46,7	53,0	67,0	80,0	93,0	107,0	120,0	133,0	147,0	160,0	173,0	187,0	200,0
$23^{5}/_{8}$	600	8	600	56,0	64,0	80,0	96,0	112,0	128,0	144,0	160,0	176,0	192,0	208,0	224,0	240,0

1. Torud ja nende osad.

Tabel I. Malmtorustiku normaal-ühendvormid.



	D Peatoru lb. mm	d Harutoru mm	lb	L Pikkus
1.	40 — 100	40 — 100		0,8 m
2.	125 — 325	40 — 325		1,0 „
3.	350 — 500	40 — 300		1,0 „
„	„ — „	325 — 500		1,25 „
4.	550 — 750	40 — 250		1,0 „
„	„ — „	275 — 500		1,25 „
„	„ — „	550 — 750		1,50 „

	D Peatoru lb. mm	d Harutoru mm	lb	L Pikkus
1.	40 — 100	40 — 100		0,8 m
2.	125 — 275	40 — 275		1,0 „
3.	300 — 425	40 — 250		1,0 „
„	„ — „	275 — 425		1,25 „
4.	450 — 600	40 — 250		1,0 „
„	„ — „	275 — 425		1,25 „
„	„ — „	450 — 600		1,50 „
5.	650 — 750	40 — 250		1,0 „
„	„ — „	275 — 425		1,25 „
„	„ — „	450 — 600		1,50 „
„	„ — „	650 — 750		1,75 „

Märkmeid: 1. Neil haruühenditel, mille haru läbimõõt on 400 mm ja enam, tuleb 2 at rõhust peale suurendada seina paksust ja võimaluse korral ümbritseda neid ribidega. 2. Kruvimulkude tegemisel äärikusse tuleb tähele panna reeglit, et vertikaaltasapinnas, mis läbistab toru telge, ei tohi leiduda ühtegi kruvimulku.

Algus vt. lk. 97. ühereal. kakslappjätkneedistisel $c = 0{,}5$ cm, kahereal. 0,6 cm ja kolmereal. $c = 0{,}7$ cm, t ja e väärtused on antud tab. lk. 98.

4. Tihe-neetühendid: $d = \sqrt{5s} - 0{,}4$ cm; $t = 3d + 0{,}5$ cm; $e = 0{,}5\,t$.

Tabel II. Malmmuhv- ja -ääriktorude ja nende ühendite mõõdud ja kaal.

Seletusi malmmuhv- ja -ääriktorude kohta vt. lk. 100.

Õõns. läbimõõt D	Norm. seinapaks. δ	Toru välimine läbimõõt $D_1 = D + 2\delta$	Muhv-torud: Häril. pikkus L	Muhvid: Muhvi sügavus	Muhvid: Tinafuugi paksus f	Muhvid: Õõns. läbimõõt $D_2 = D_1 + 2f$	Muhvid: Seinapaksus $y = 1{,}4\,\delta$	Muhvid: Välim. läbimõõt $= D_2 + 2y$	Vulst: Paks. ja jalus $x = 7 + 2\delta$	Vulst: Läbimõõt $r = D_2 + 2x$	Tsentreerimisring: Suur läbim. $= D_1 + \frac{6}{8} f$	Tsentreerimisring: Väike läbim. $= D_1 + \frac{2}{8} f$	Tsentreerimisring: Sügavus $= 1{,}5\,\delta$
mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
40	8	56	2	74	7	70	11	92	23	116	65	61	12
50	8	66	2	77	7,5	81	11	103	23	127	76	71	12
60	8,5	77	2	80	7,5	92	12	116	24	140	87	82	13
70	8,5	87	3	82	7,5	102	12	126	24	150	97	92	13
80	9	98	3	84	7,5	113	12,5	138	25	163	108	103	14
90	9	108	3	86	7,5	123	12,5	148	25	173	118	113	14
100	9	118	3	88	7,5	133	13	159	25	183	128	123	14
125	9,5	144	3	91	7,5	159	13,5	186	26	211	154	149	14
150	10	170	3	94	7,5	185	14	213	27	239	180	175	15
175	10,5	196	3	97	7,5	211	14,5	240	28	267	206	211	16
200	11	222	3	100	8	238	15	268	29	296	233	228	16
225	11,5	248	3	100	8	264	16	296	30	324	259	254	17
250	12	274	4	103	8,5	291	17	325	31	353	285	280	18
275	12,5	300	4	103	8,5	317	17,5	352	32	381	311	306	19
300	13	326	4	105	8,5	343	18	379	33	409	337	332	20
325	13,5	352	4	105	8,5	369	19	407	34	437	363	358	20
350	14	378	4	107	8,5	395	19,5	434	35	465	389	384	21
375	14	403	4	107	9	421	20	461	35	491	415	409	21
400	14,5	429	4	110	9,5	448	20,5	489	36	520	442	436	22
425	14,5	454	4	110	9,5	473	20,5	514	36	545	467	461	22
450	15	480	4	112	9,5	499	21	541	37	573	493	487	23
475	15,5	506	4	112	9,5	525	21,5	568	38	601	519	513	23
500	16	532	4	115	10	552	22,5	597	39	630	545	539	24
550	16,5	583	4	117	10	603	23	649	40	683	596	590	25
600	17	634	4	120	10,5	655	24	703	41	737	648	641	26
650	18	686	4	122	10,5	707	25	757	43	793	700	693	27
700	19	738	4	125	11	760	26,5	813	45	850	753	746	28
750	20	790	4	127	11	812	28	868	47	906	805	798	30
800	21	842	4	130	12	866	29,5	925	49	964	858	850	31
900	22,5	945	4	135	12,5	970	31,5	1033	52	1074	962	954	33
1000	24	1048	4	140	13	1074	33,5	1141	55	1184	1065	1057	36
1100	26	1052	4	145	13	1178	36,5	1251	59	1296	1169	1161	39
1200	28	1256	4	150	13	1282	39	1360	63	1408	1273	1265	42

Muhvi	Muhvtorud: Kaal pro 1 jooks. m. pikkus: ekskl. muhvid	Muhvtorud: Kaal pro 1 jooks. m. pikkus: inkl. muhvid	Muhvtorud: Kaal pro 1 jooks. m. pikkus: Tinarõnga *)	Õõnsuse läbimõõt D	Ääriktorud: Häril. pikkus L	Ääriktorud: Ääriku Läbimõõt	Ääriktorud: Ääriku Paksus	Ääriktorud: Kruvide Kruvideringi läbimõõt	Ääriktorud: Kruvide Arv	Ääriktorud: Kruvide Jämedus ingl. toll	Ääriktorud: Kruvide Jämedus mm	Ääriktorud: Ääresteu. Laius	Ääriktorud: Ääresteu. Kõrgus	Kaal: ühe ääriku	Kaal: 1 jooks. m pikkuse toru
kg	kg	kg	kg	mm	m	mm	mm				mm	mm	mm	kg	kg
2,2	8,75	10	0,51	40	2	140	18	110	4	1/2	13	25	3	1,89	10,64
2,8	10,57	12	0,69	50	2	160	18	125	4	5/8	16	25	3	2,46	16,98
3,4	13,26	15	0,73	60	2	175	19	135	4	5/8	16	25	3	2,91	12,22
4,0	15,20	16,5	0,94	70	3	185	19	145	4	5/8	16	25	3	3,21	17,34
4,6	18,24	20	1,05	80	3	200	20	160	4	5/8	16	25	3	3,84	20,80
5,3	20,29	22	1,15	90	3	215	20	170	4	5/8	16	25	3	4,37	23,20
6,0	22,34	24	1,35	100	3	230	20	180	4	3/4	19	28	3	4,96	25,65
8,8	29,10	32	1,70	125	3	260	21	210	4	3/4	19	28	3	6,26	33,07
9,7	36,44	40	2,14	150	3	290	22	240	6	3/4	19	28	3	7,69	41,57
11,7	44,36	48	2,46	175	3	320	22	270	6	3/4	19	30	3	8,96	50,33
13,8	52,86	57	2,97	200	3	350	23	300	6	3/4	19	30	3	10,71	60,00
16	61,95	67	3,67	225	3	370	23	320	6	3/4	19	30	3	11,02	69,30
19	71,61	76	4,30	250	3	400	24	350	8	3/4	19	30	3	12,98	80,26
22	81,85	87	4,69	275	3	425	25	375	8	3/4	19	30	3	14,41	91,46
25	92,68	99	5,09	300	3	450	25	400	8	3/4	19	30	3	15,32	102,89
28	104,08	111	5,16	325	3	490	26	435	10	7/8	22	35	4	19,48	117,07
31	116,07	124	5,53	350	3	520	26	465	10	7/8	22	35	4	21,29	130,26
34	124,04	133	6,64	375	3	550	27	495	10	7/8	22	35	4	24,29	140,23
37	136,89	146	7,46	400	3	575	27	520	10	7/8	22	35	4	25,44	153,85
41	145,15	155	7,89	425	.	600	28	545	12	7/8	22	35	4	27,64	163,58
45	158,87	170	8,33	450	3	630	28	570	12	7/8	22	35	4	29,89	178,80
49	173,17	185	8,77	475	3	655	29	600	12	7/8	22	40	4	32,41	194,78
54	188,04	202	10,1	500	.	680	30	625	12	7/8	22	40	4	34,69	211,17
62	212,90	228	11,7	550	3	740	33	675	14	1	26	40	5	44,28	242,42
72	238,90	257	13,3	600	3	790	33	725	16	1	26	40	5	47,41	270,51
84	273,86	295	14,4	650	3	840	33	775	18	1	26	40	5	50,13	307,28
97	311,15	335	15,5	700	3	900	33	830	18	1	26	40	5	56,50	348,82
112	350,76	379	17,4	750	3	950	33	880	20	1	26	40	5	59,81	390,63
128	392,69	425	20,2	800	3										
162	472,76	513	24,7	900	3										
197	559,76	609	29,2	1000	3										
240	666,81	727	34	1100	3										
295	783,15	857	39	1200	3										

Ääriku kumeruse ja T-ühendite küljepikkus haruga D on $L = D + 100$ mm.

*) Tõrvanöörikaal on ca 0,1 pliirõnga kaalust.

Tabel III. ***A, B, C, E, F*** **ja** ***Ü*** **ühe ühendi kaal kg-des.** (vt. joonised lk. 98).

mm D	A-ühend d mm-tes d=D	80	100	150	200	300	B-ühend d mm-tes d=D	80	100	150	200	300
	Kaal kg-des						Kaal kg-des					
40	14	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—
50	19	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—
60	22	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—
70	27	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—
80	30	30	—	—	—	—	31	31	—	—	—	—
90	33	32	—	—	—	—	34	33	—	—	—	—
100	37	35	37	—	—	—	38	36	38	—	—	—
125	54	49	51	—	—	—	55	50	52	—	—	—
150	68	59	63	68	—	—	70	60	64	70	—	—
175	88	79	81	84	—	—	90	80	82	86	—	—
200	97	88	90	91	97	—	100	89	91	94	100	—
225	106	95	97	100	104	—	110	96	98	102	107	—
250	125	111	113	116	121	—	130	112	114	118	124	—
275	144	126	128	131	136	—	150	127	129	133	139	—
300	162	146	148	152	155	162	170	147	149	154	158	170
350	241	174	178	182	187	199	250	175	179	184	190	207
400	299	210	212	216	222	234	310	211	213	218	225	242

D mm	C-ühend id d mm-tes d=D	80	100	150	200	300	E-ühend. kg	F-ühend. kg	Ü-ühend. kg	K-ühendid R = 10 D kraad	kg	Kumerus 90° $R = 300 + \frac{D}{2}$
	Kaal kg-des											
40	16	—	—	—	—	—	8	9	7	45	9	10
50	21	—	—	—	—	—	10	10	8	45	10	11
60	25	—	—	—	—	—	12	11	10	45	14	14
70	31	—	—	—	—	—	15	14	12	45	18	18
80	37	37	—	—	—	—	17	16	14	45	23	21
90	40	39	—	—	—	—	19	18	15	45	28	23
100	45	42	45	—	—	—	21	20	17	45	34	28
125	65	57	60	—	—	—	26	25	22	45	44	33
150	82	69	72	82	—	—	33	32	26	45	53	45
175	106	88	91	101	—	—	40	39	34	45	68	50
200	119	95	98	108	119	—	47	46	41	30	87	66
225	132	102	105	115	126	—	55	54	46	30	108	75
250	152	115	118	128	139	—	62	61	55	30	136	100
275	178	133	136	146	157	—	71	70	63	30	168	115
300	229	149	152	162	173	229	82	80	75	22,5	178	130
350	282	179	182	192	203	261	102	100	98	22,5	215	165
400	354	218	221	231	242	309	123	120	120	22,5	262	210

Märkmeid: (tab. II kohta). 1) Muhvi laius nippelotsale muhviistmes on 0,5 δ. Koonusliku ülemineku pikkus muhvi-istmest päristoruni on $t' = t - 35$ mm. Normaalse seinapaksusega torud kannatavad proovirõhul 20 at ja neid tarvitatakse seal, kus on tegemist kuni 10 at rõhuga, nagu veejuhtimisel. Veevärgi hariliku rõhu juures (4—7 at) on lubatav vähendada torude, samuti väikese rõhuga juhtmete seinapaksust (gaasi-, tuule-, kanalisatsioonijuhtmed jne.). Sellevastu on aga soovitav suurendada aurujuhtmete seina paksust, mis on seotud suurte temperatuurivahedega ja sellega tekkinud pingega. Sama tuleb tähele panna juhtmete juures, mis erilistel tingimistel on seotud kahjulikkude välismõjudega. 2) Toru välisläbimõõt on kindel, ja muudatusi seina paksuses võib teha ainult siseläbimõõdu suhtes. Sisemuhvi vorm ja toru külge kinnitamise viis, samuti ka tinafuugi paksus on muutmatu normaal. Tingitud valmistamisest on lubatud õigete normaaltorude juures vahe teoreetiliselt leitud kaaluga maks. ± 3%.

Näiteid: 1) Kui D=125 mm, d=80 mm, siis *A* üh. kaalub 49 kg, *B* üh. — 50 kg, *P* üh. — 57 kg, 2) Kui D=125 mm, siis *E* üh. kaalub 26 kg, *F* üh. — 25 kg, *Ü* üh. — 22 kg, 45° *K* ühend 44 kg jne.

Tabel IV. *R*-ühendid.

Üleminekutorud, (vt. lk. 109) ühe ühendi kaal kg-des.

D mm	d mm-tes 50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350
60	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	19	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	21	23	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	23	25	28	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	24	26	30	33	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125	27	29	38	35	38	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	34	35	32	40	43	46	51	—	—	—	—	—	—	—	—
175	41	43	45	47	49	51	56	62	—	—	—	—	—	—	—
200	—	49	52	54	56	58	63	69	75	—	—	—	—	—	—
225	—	—	58	61	62	64	69	75	81	88	—	—	—	—	—
250	—	—	66	68	70	72	77	82	88	95	103	—	—	—	—
275	—	—	—	76	77	79	84	90	96	102	111	118	—	—	—
300	—	—	—	82	84	86	91	97	103	110	118	126	135	—	—
325	—	—	—	—	94	96	100	106	112	119	126	134	142	150	—
350	—	—	—	—	—	103	108	114	120	127	134	141	149	157	—
375	—	—	—	—	—	—	118	124	130	136	142	148	154	162	185
400	—	—	—	—	—	—	—	130	136	142	148	157	163	172	192

Tabel V. Ääriku ühendvormid.

Õõnsuse läbimõõt mm	Ääriku läbimõõt mm	Ääriku kaas kg	Ääriku kumerus kg	Ääriku T-ühend kg	Ääriku + ühend kg	Õõnsuse läbimõõt mm	Ääriku läbimõõt mm	Ääriku kaas kg	Ääriku kumerus kg	Ääriku T-ühend kg	Ääriku + ühend kg
40	140	2	7	10	13	200	350	16	55	76	102
50	160	2,5	8,5	13	17	225	370	18	65	88	117
60	175	3	10	15	20	250	400	21	80	110	147
70	185	4	13	19	25	275	425	26	95	135	180
80	200	5	15	21	28	300	450	30	110	165	205
90	215	6	18	25	33	325	490	36	130	190	255
100	230	7	20	29	39	350	520	40	150	220	295
125	260	8	26	40	53	375	550	48	175	255	340
150	290	10	35	52	69	400	575	52	200	290	390
175	320	14	45	64	85	450	630	66	255	370	490

Tabel VI. Kokkukeevitamata Mannesmann'i gaasitorud keermetega ja muhvidega.

Siseläbimõõt ingl. toll	Siseläbimõõt mm	Tegelik väliseläbim. mm	Normaalse paksusega torude kaal pr. m ca kg	Aurutorude: Seina paksus mm ca	Aurutorude: Kaal pr. m ca kg	5 mm seinapaksusega torude kaal pro m ca kg
1/8	3	10	0,4	2,4	0,5	
1/4	6,5	13,25	0,6	2,65	0,7	
3/8	10	16,5	0,8	2,85	1	
1/2	13	20,5	1,2	3,25	1,37	1,9
5/8	16	23	1,5	3,5	1,7	2,2
3/4	19	26,5	1,7	3,5	1,96	2,63
1	25	33	2,5	4	2,83	3,42
1 1/4	32	42	3,4	4,25	3,92	4,56
1 1/2	38	48	4,2	4,5	4,79	5,26
1 3/4	44,5	51,75	5	4,5	5,20	5,75
2	51	59	6	4,75	6,29	6,60
2 1/4	57	70	7	4,6	7,4	
2 1/2	63,5	76	8	4,8	8,3	
2 3/4	70	82,5	9	5	9,5	
3	76	89	10	5,15	10,3	
3 1/2	89	102	12	5,6	13	
4	102	104	14,5	5,85	14,6	

Tabel VII. Tinatorud.

Siseläbim. mm-tes	Seinapaksus mm-tes	1 meetri kaal kg-des	Suurim pikkus m	Lubatav rõhk a'm.
4	2,0	0,30	55	60
5	1,5	0,25	66	36
5	2,0	0,35	47	48
6	1,5	0,30	55	30
6	2,0	0,35	47	40
7	1,5	0,30	55	25
7	2,0	0,40	41	34
8	1,5	0,35	47	22
8	2,0	0,45	36	30
8	2,5	0,60	27	37
9	1,0	0,35	47	20
9	2,5	0,50	33	26
9	3,0	0,65	25	33
10	1,5	0,40	41	18
10	2,0	0,55	30	24
10	2,5	0,70	23,5	30
10	3,0	0,90	18	36
11	1,5	0,45	36,5	16
11	2,0	0,60	27,5	21
11	2,5	0,80	20,5	27
11	3,0	0,95	17,0	32
12	1,5	0,45	36,5	15
12	2,0	0,65	25,0	20
12	2,5	0,85	19,0	25
12	3,0	1,05	15,0	30
13	1,5	0,50	33,0	13
13	2,0	0,70	23,0	18
13	2,5	0,90	18,0	23
13	3,0	1,10	14,5	27
15	1,5	0,55	29,0	12
15	2,0	0,80	20,0	16
15	3,0	1,25	12,5	24
16	1,5	0,60	26,5	11
16	2,0	0,85	18,5	15
16	3,0	1,30	12,0	22
17	1,5	0,65	24,5	10
17	2,0	0,90	17,5	14
17	3,0	1,40	11,0	21
18	1,5	0,70	22,5	10
18	2,0	0,90	17,5	13
18	3,0	1,45	27,5	20
19	1,5	0,70	22,5	9
19	2,0	1,00	16,0	12
19	3,0	1,50	26,5	19
20	2,0	1,00	40,0	12
20	3,0	1,60	25,0	18
21	2,0	1,05	38,0	11
21	3,0	1,65	24,0	17
22	2,0	1,10	36,0	10
22	3,0	1,70	23,5	17
23	2,0	1,15	34,5	10
23	3,0	1,80	22,0	15
24	2,0	1,20	33,0	10
24	3,0	1,85	21,0	15

Märkus: Valmistatakse kuni 50 mm siseläbimõõduga.

Tabel VIII. Separaudtoru-ühendite ligikaudne kaal grammides.

	1/8" 5 mm	1/4" 8 mm	3/8" 12 mm	1/2" 14,5 mm	3/4" 21 mm	1" 27 mm	1 1/4" 35 mm	1 1/2" 41 mm	1 3/4" 44 mm	2" 50 mm	2 1/4" 60 mm	2 1/2" 67 mm	2 3/4" 73 mm	3" 75 mm
Õiged muhvid	20	31	38	75	130	193	294	371	524	581	824	1106	1304	1318
Reduktsioon	—	44	44	75	140	193	294	390	485	500	1000	1300	1500	1720
Põlvühendid	43	64	98	117	194	305	554	604	792	1141	1500	2080	2300	3300
T-ühendid	67	78	108	154	247	352	569	792	935	1351	1940	2100	2690	3350
Ristühendid	73	111	114	165	263	371	649	882	1100	1436	1800	2500	3400	4000
Kaarühendid	100	200	250	350	700	1000	1300	1800	2400	3000	4700	6000	7500	9000
Pikk-kruvi	—	130	183	260	440	640	1000	1300	1700	2000	2500	3000	3200	4000
Katted	—	31	52	71	145	190	300	400	553	582	800	1120	1310	1350
Punnid	—	18	29	60	102	190	280	374	562	720	1000	1300	1600	2000
Sisemuhvid	—	8	12	22	43	71	91	160	193	227	300	400	500	600
Äärikud	—	87	160	225	316	420	626	784	835	994	1224	1544	2055	2267

Tabel IX. Separaud keermetega ja muhvidega, gaasi- ja veevärgi-torud.

	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2
Siseläbimõõt ingl. tollides	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2
mm-tes ca	6 1/4	8 7/8	11 3/4	15 1/10	17 1/4	40 1/4	43 3/4	50	59 1/2	66
Välisläbimõõt „ „	10	13 1/8	16 1/2	20 1/2	23	47 3/4	51 3/4	59	69	76
Seinapaksus-läbimõõt mm-tes ca	1 7/8	2 1/8	2 3/8	2 7/10	2 7/8	3 3/4	4	4 1/2	4 3/4	5
Kaal pro m kg-des ca	0,37	0,55	0,80	1,20	1,50	4,40	4,70	5,30	6,80	7,70

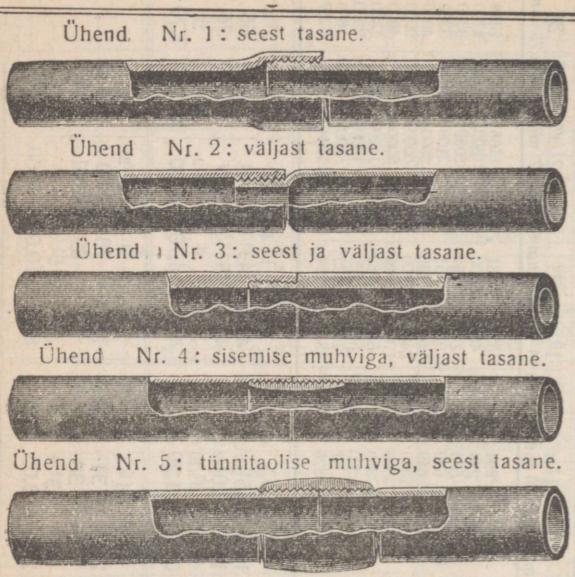
Tõmp-keevitatud.

	3/4	1	1 1/8	1 1/4	2 3/4	3	3 1/2	4
Siseläbimõõt ingl. tollides	3/4	1	1 1/8	1 1/4	2 3/4	3	3 1/2	4
mm-tes ca	20 1/2	26 1/4	31	34 3/4	71 1/2	78	89	101 1/2
Välisläbimõõt „ „	26 1/2	29	33	41 3/4	82	89	101	114
Seinapaksus-läbimõõt mm-tes ca	3	3 1/4	3 3/8	3 1/2	5 1/4	5 1/2	6	6 1/4
Kaal pro m kg-des ca	1,80	2,10	2,45	3,05	3,60	8,50	10,00	12,00	14,50

Patent-keevitatud.

Vasktorude kohta vt. tab. IV lk. 63., pliitorude kohta vt. tab. VIII lk. 65.

Tabel X. Mannesmann'i kokkukeevitamata puurtorud terav- ja lamekeermega.



Müügipikkus mitte alla 4,5 m.

Toru välimine läbimõõt		Seina norm. paksus	Toru välimine läbimõõt		Seina norm. paksus
ingl. tolli	mm	mm ca.	ingl. tolli.	mm	mm ca.
3	76	3	6½	165	4½
3¼	83	3¼	6¾	171	4½
3½	89	3¼	7	178	4½
3¾	95	3¼	7½	191	5½
4	102	3¾	8	203	5½
4¼	108	3¾	8½	216	6½
4½	114	3¾	9	229	6½
4¾	121	4	9½	241	6½
5	127	4	10	254	6½
5¼	133	4	10½	267	7
5½	140	4½	11	279	7½
5¾	146	4½	11½	292	7½
6	152	4½	12	305	7½
6¼	159	4½			

Mannesmann - Perkin'i torud. Siseläbimõõt 7/8″ (33½ × 22½ mm) üheltpoolt freesitud teravaks, teiselt poolt lamedaks, proovitud 25⁰ at rõhule; tarvitatakse kuumveeküttele.

Tabel XI. Mannesmann'i presstorud

kahekordselt keevitatud (tarvitatakse hüdraulsetes pressides, buksides, võretorudeks jne.).

Välis-läbi-mõõt	Sise-läbi-mõõt	Kaal pro m
mm	mm	ca kg
17	8	1,4
20	10	1,85
22	10	2,35
23	13	2,2
26	13	3,1
27	16	2,9
29	16	3,6
30	20	3
33	20	4,2
34	23	3,9
35	25	3,7
36	22	4,95
38	25,5	4,85
45	32	6,1
54	38	9
102	89	15,15

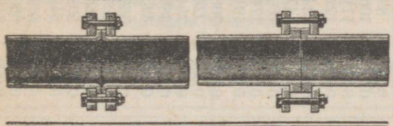
Tabel XII. Kaevutorud pikkade kruvidega ja tünnitaoliste muhvidega.

Läbimõõt												
sise-	ingl. toll	1	1¼	1½	1¾	2	2¼	2½	2¾	3		
väliss-	mm	33	42	48	51,75	59	70	76	82,5	89		

Tabel XIII. Mannesmann'i kokkukeevitamata ääriktorud

läbistikku vähemalt 4 meetrit pikad.

Märkus: „Flanšid" asemel lugeda „äärikud", „augu" asemel „mulk".



Välimine läbimõõt	ingl. toll	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/8	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2
	mm	38	41,5	44,5	47,5	51	54	57	63,5	70	76	83	89
Seinapaksus	mm	2,25	2,25	2,25	2,25	2,50	2,50	2,75	3	3	3	3,25	3,25
Ääriku läbimõõt	„	96	99	103	106	116	121	124	129	133	140	146	163	169
„ paksus	„	8	8	8	8	10	10	10	12	12	12	12	12	14
„ kruvi-aukude ring	„	68	71	75	78	84	89	92	97	101	108	114	126	132
Kruvi augulläbimõõt	„	11,5	11,5	11,5	11,5	14	14	14	14	14	14	14	17	17
Kruviaukude arv		3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Meeterkaal inkl. flanšid ca. kg	„	2,40	2,40	2,52	2,74	3,22	3,50	4	4,60	4,90	5,40	5,90	7,05	7,66
Välimine läbimõõt	ingl. toll	3 3/4	4	4 1/4	4 1/2	4 2/4	5	5 1/4	5 1/2	5 3/4	6	6 1/4	6 1/2	6 3/4
	mm	95	102	108	114	121	127	133	140	146	152	159	165	171
Seinapaksus	mm	3,25	3,75	3,75	3,75	4	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Ääriku läbimõõt	„	175	185	191	197	204	226	231	239	245	254	261	269	275
„ paksus	„	14	14	14	14	14	16	16	16	16	16	16	16	16
„ kruvi-aukude ring	„	138	148	154	160	167	179	184	192	198	207	214	222	228
Kruvi augulläbimõõt	„	17	17	17	17	17	21	21	21	21	21	21	21	21
Kruviaukude arv		4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
Meeterkaal inkl. flanšid ca. kg	„	8,17	10	10,60	11,20	12,63	13,68	14,35	16,70	17,40	18,10	19,10	19,70	20,60
Välimine läbimõõt	ingl. toll	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	10	10 1/2	11	11 3/2	12	12 1/2	
	mm	178	191	203	216	229	241	254	267	279	292	305	318	
Seinapaksus	mm	4,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	7	7,5	7,5	7,5	7,5	
Ääriku läbimõõt	„	286	300	313	327	341	354	372	385	404	417	430	442	
„ paksus	„	18	18	20	20	20	22	22	22	25	25	25	25	
„ kruvi-aukude ring	„	240	253	266	280	294	306	323	336	353	365	379	392	
Kruvi augulläbimõõt	„	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
Kruviaukude arv		6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	
Meeterkaal inkl. flanšid ca. kg	„	21,70	27,70	29,91	36,67	38,92	41,44	44,26	49,52	55,90	58,71	61,48	66	

Tabel XIV.

Mannesmann'i normaalse teras-muhv-toru mõõdud ja kaal.

(Torumuhv on valmistatud suurendatud seinapaksusega toru otsast).



| | | | | | | | | | | | | |

Tabel XV. Patent-keevitatud ja õmbluseta separaud- ja terastorud.

Välisläbimõõt		Sisseläbimõõt mm	1 meetri külgpindala m^2	Siseristil. pindala cm^2	1 m kaal kg
ingl. toll	mm				
1½	38	33,5	0,119	8,8	1,97
1⅝	41,5	37	0,130	10,8	2,17
1¾	44,5	40	0,140	12,6	2,32
1⅞	47,5	43	0,149	14,5	2,49
2	51	46,5	0,160	17,0	2,97
2⅛	54	49,5	0,170	19,2	3,15
2¼	57	51,5	0,179	20,8	3,65
2⅜	60	54	0,189	22,9	4,20
2½	63,5	57,5	0,200	26,0	4,45
2¾	70	64	0,220	32,2	4,90
3	76	70	0,239	38,5	5,35
3¼	83	76,5	0,261	46,0	6,35
3½	89	82,5	0,280	53,5	6,78
3¾	95	88,5	0,299	61,5	7,30
4	102	94,5	0,320	70,1	9,01
4¼	108	100,5	0,339	79,3	9,56
4½	114	106,5	0,358	89,1	10,10
4¾	121	113	0,380	100,3	11,46
5	127	119	0,399	111,2	12,03
5¼	133	125	0,418	122,7	12,65
5½	140	131	0,440	134,8	14,90
5¾	146	137	0,459	147,4	15,56
6	152	143	0,478	160,6	16,22
6¼	159	150	0,500	176,7	17,00
6½	165	156	0,518	191,1	17,65
6¾	171	162	0,537	206,1	18,31
7	178	169	0,559	224,3	19,08
7½	191	180	0,600	254,5	24,93
8	203	192	0,638	289,5	26,60
8½	216	203	0,679	323,7	33,20
9	229	216	0,719	366,4	35,30
9½	241	228	0,757	408,3	37,20
10	254	241	0,798	456,2	39,50
10½	267	253	0,839	502,7	44,50
11	279	264	0,877	547,4	49,60
11½	292	277	0,917	602,6	52,10
12	305	290	0,958	660,5	54,70
12½	318	302	0,999	716,3	60,50

Märkus: Toru siseruumala leidmiseks tuleb 0,1 toru pikkust m-tes korrutada siseristilõikepinnaga. Näide: 8 m 5″ toru siseruumala = = 0,8 . 111,2 = 88,96 dm^3 ≈ 89 dm^3 (*l*).

Tabel XVI. Auruküttetorud, needitud ja kokku joodetud, treitud ja puuritud äärikud, katsutud 10 atm. Normaalne ehituspikkus 4 m.

(Gustav Kuntze' järgi, Göppingenist).

Sise-läbimõõt mm	Seina paksus mm	Ääriku läbimõõt mm	Kruvide ringi läbimõõt mm	Kruvi-mulkude arv	Toru pikkus 1 m^2 soen-duspinna kohta m	4 m pikkuse toru kaal kg
60	2,3	153	121	4	4,93	20
80	2,3	174	140	4	3,76	24
100	2,4	194	161	4	3,07	29
120	2,4	210	177	5	2,55	34
150	2,5	242	213	6	2,05	42
180	2,5	271	239	6	1,70	49
200	2,6	295	261	7	1,55	56
250	2,7	357	321	9	1,25	76
300	2,8	416	376	10	1,06	101
400	3,0	520	480	12	0,79	166

1 m. toru pikenemine mm-tes.

Alg-temp.	Raudtoru temp.			Malmtoru temp.			A'g-temp.	Raudtoru temp.			Malmtoru temp.		
	50°	100°	150°	50°	100°	150°		50°	100°	150°	50°	100°	150°
0°	0,75	1,5	2,25	0,6	1,1	1,6	20°	0,45	1,20	1,95	0,4	0,9	1,4
10°	0,60	1,35	2,10	0,5	1,0	1,5	30°	0,30	1,05	1,80	0,3	0,8	1,3

Soojustehnika.

I. Soojus.

Celsius'e Réamur'i ja Fahrenheit'i soojamõõtjate kraadide võrdlustabel.

C.	R.	F.	C.	R.	F.
— 40	— 32	— 40	35	28	95
— 35	— 28	— 31	40	32	104
— 30	— 24	— 22	45	36	113
— 25	— 20	— 13	50	40	122
— 20	— 16	— 4	55	44	131
— 15	— 12	5	60	48	140
— 10	— 8	14	65	52	149
— 5	— 4	23	70	56	158
0	0	32	75	60	167
5	4	41	80	64	176
10	8	50	85	68	185
15	12	59	90	72	194
20	16	68	95	76	203
25	20	77	100	80	212
30	24	86			

$C = \frac{5}{4} R = \frac{5}{9} (F - 32)$. $R = \frac{4}{5} C = \frac{4}{9} (F - 32)$.

$F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + \frac{9}{4} R$.

1. Temperatuur.

Temperatuuri mõõtmiseks — 39 kuni +300^0 C tarvitatakse elavhõbesoojamõõtjaid. Alla —39^0 C tarvitatakse alkohol- või tuluool-soojamõõtjat. Elektrilist plaatinast soojamõõtjat tarvitatakse kuni 1000^0 C; kõrgemate temperat. jaoks tarvitatakse mitmes. püromeetreid, segerkoonuseid ja gaas-soojamõõtjaid. Praegusel ajal on tarvitusel 3 liiki soojamõõtjaid: Réaumur'i (R), Celsius'e (C) ja Fahrenheit'i (F); laialdasemat tarvitamist on leidnud Celsius'e kraadid. Ka käesolevas käsiraamatus ettetulevad kraadid on Celsius'e omad. Kõrvaloleva võrdlustabeli all on valemid, mille abil võib kergesti temperatuuri ühe soojamõõtja skaalast ümber arvata teise. Näide: 15^0 C = (15.4:5)^0 R = 12^0 R ja 16^0 R = ([16.9:4] +32)^0 = 68^0 F.

Segerkoonuste sulamistemp.

№	Temp.	№	Temp.	№	Temp.	№	Temp.
022	600	1a	1100	20	1530	35	1770
016	750	10	1300	26	1580	39	1880
01a	1080	15	1435	30	1670	42	~200

2. Terase ja raua hõõgutusvärvid ja -temperatuurid.

Värvid	Teras C^0	Raud C^0	Värvid	Teras C^0	Raud C^0
Tumepunanehõõg . . .	460	500	Oranž	900	1100
Tumepunane	530	700	Kollane	1000	1200
Tumekirsspunane . . .	640	800	Valge	1200	1300
Kirsspunane	750	900	Keevitamistemp. . .	—	1400—
Helekirsspunane . . .	840	1000			1500

3. Kehade paisumine soendamisel.

Tähised: β — joon- ja γ ruumalapaisumistegurid, l_t keha pikkus ja V_t — ruumala t^0 ja l_0, V_0 — pikkus, pindala ja ruumala 0^0 juures.

1) $\beta = (l_t - l_0) : l_0 t$ ja $l_t = l_0(1 + \beta t)$; 2) $\gamma = (V_t - V_0) : V_0 t$ ja $V_t = V_0(1 + \gamma t)$; paisumistegur näitab, millise osa omast pikkusest või ruumalast paisuvad kehad, kui neid soendada 1^0 C võrra. Kehade paisum.-teg. vt. lk. 56, lahter 5, lk. 57, laht. 5 ja 6.

Märkus: 1) Kõik gaasid paisuvad jääval rõhul ligikaudu ühtlaselt ja nende $\gamma = 0{,}00366$ (Gay-Lussac), nii et gaaside juures $V_t = V_0(1+0{,}00366\,t)$ ja $V_0 = V_t : (1 + 0{,}0036\,t)$; 2) $\gamma = 3\beta$.

4. Terase noolutus- (tagasilaske-) värvid ja temperatuurid.

Värvid	Temp. C⁰	Missugustele terariistadele
Õlgkollane . .	220	Väga kõvade metallide ümbertöötamisterariistadele.
Tumekollane .	240	Metallisaagidele ja -freesidele, treimis- ja höövel-
Pruunkollane .	255	damislõiketeradele jne.
Pruunpunane .	265	Kääridele, puuridele, vasaratele, vormidele jm.
Purpurpunane .	275	Raua- ja valatud terase meislid.
Violett	285	Kivimeislitele ja -puuridele.
Tumesinine . .	295	Puidutöö terariistadele.
Helesinine . .	310	Lihanugadele ja t.
Hall	325	Noolutamiseks ei kõlba.

5. Valandite kahandustegurid. Mudelimõõdud.

Materjal	Kahandtegur		Materjal	Kahandtegur		Materjal	Kahandtegur	
	osades	% des		osades	% des		osades	% des
Alumiinium . .	1:59	1,70	Vask . . .	1:56	1,79	Plaatina . . .	1:59	1,70
Pronks (keskm.)	1:63	1,59	Nikkel . . .	1:53	1,89	Terasevalu 0,1⁰C	1:50	2,00
Raud, teras . .	1:54	1,85	Tina . . .	1:128	0,78	Tsink	1:63	1,60
Messing . . .	1:63	1,59	Plii	1:92	1,09	Malm	1:96	1,04

Terasevaltsimisvabrikutes võetakse keskmiselt kahanemist 12 mm 1 meetrile.

Tabel $1 + 0{,}00366\,t$

t^0 C	$1+\gamma t$ arvtähend.	t^0 C	$1+\gamma t$ arvtähend.	t^0C	$1+\gamma t$ arvtähend.
—10	0,9634	9	1,0330	22	1,0806
—5	0,9817	10	1,0367	23	1,0843
—2	0,9927	11	1,0403	24	1,0880
—1	0,9963	12	1,0440	25	1,0916
0	1,0000	13	1,0477	26	1,0953
1	1,0037	14	1,0513	27	1,0990
2	1,0073	15	1,0550	28	1,1026
3	1,0110	16	1,0587	29	1,1063
4	1,0147	17	1,0623	30	1,1100
5	1,0183	18	1,0660	35	1,1283
6	1,0220	19	1,0696	40	1,1466
7	1,0257	20	1,0733	45	1,1649
8	1,0293	21	1,0770	50	1,1833

Vee temperatuur, tihedus ja ruumala.

Temp. ⁰C	Tihedus	Ruumala	Temp. ⁰C	Tihedus	Ruumala
0	0,99988	1,00012	100	0,9587	1,0431
4	1,00000	1,00000	110	0,9513	1,0512
10	0,99974	1,00027	120	0,9435	1,0600
20	0,99826	1,00174	130	0,9351	1,0694
30	0,99572	1,0043	140	0,9264	1,0795
40	0,9924	1,0077	150	0,9172	1,0903
50	0,9882	1,0120	160	0,9076	1,1018
60	0,9834	1,0169	170	0,8977	1,1140
70	0,9779	1,0226	180	0,8875	1,1268
80	0,9719	1,0289	190	0,8770	1,1403
90	0,9655	1,0357	200	0,8663	1,1544

6. Erisoojus.

Soojushulga ühikuks (suureks kaloriks või kilokaloriks, lühend. kca l) on see soojushulk, mis 1 kg vett 1^0 võrra soendab, või soojushulk, mill e kaotab 1 kg vett jahtudes 1^0 võrra. 1 kcal = 1000 gramm-kalorit, lühend. ca l

Erisoojuseks nimetatakse soojushulka, mis 1 kg (või 1 g) antud ainet soendab 1^0 võrra. Erisoojus on igal kehal isesugune. 1) Erisoojus on seda vähem, mida tihedam keha; 2) kõrgematel temperatuuridel on see suurem kui madalamatel; 3) tahkeaine erisoojuse korrutis tema aatomikaaluga on ligikaudu jäävsuurus (konstant); 4) liitkehade erisoojus võrdub tema osade erisoojuste summaga. Et tõsta G kg temperat. (erisoojus = c) t_1 kuni t_2, on vaja kulutada soojushulka $Q = Gc(t_2 - t_1)$ kcal.

Mõnede ainete erisoojusi ja joonpaisumistegureid

(vt. ka tab. lk. 56, lht. 6 ja lk. 57, lht. 6 ja 7).

Aine	Erisoojus $0—100^0$ vahel	Paisum.-teg. $10^4\beta$	Aine	Erisoojus $0—100^0$ vahel	Paisum.-teg. $10^4\beta$
Betoon (tsem.) .	0,270	0,144	Šamott	0,186	0,049
Graniit	0,192	0,080	Telliskivi	0,177	0,053
Paas	0,200	0,080	Teraskard . . .	0,167	0,110
Marmor	0,206	0,117	Puidusüsi . . .	0,193	—
Raudkard . . .	0,111	0,120	Tuhk	0,200	—
Savi	0,224	—	Väävelhape . .	0,345	0,55*)

7. Soojuse mõju keha ehitusele.

a) Sulamine ja kõvastumine. Keha üleminekut kõvast olekust vedelasse nimetatakse sulamiseks ja üleminekut vedelast kõvva — kõvastumiseks. Seda temperatuuri, millel sünnib sulamine (või kõvastumine), nimet. sulamis- (või kõvastumis-) temperatuuriks; need temperatuurid on võrdsed; kogu sulamise (kõvastumise) kestes on keha temp. jääv. Mitmesuguste ainete sulamis- ja kõvast.-temp. vt. lk. 56, lht. 8 ja lk. 57 lht. 7.

b) Sulamissoojuseks nimetame soojushulka, mis kulub 1 kg aine muutmiseks sulamistemperatuuril kõvast olekust vedelasse; sama hulk soojust vabaneb aine kõvastumisel. (Mitmesuguste ainete sulamissoojused vt. lk. 56, lht. 9 ja lk. 57, lht. 8).

c) Külmumistemperatuurid.

1. Alkoholi ja vee segu

Alkohol. %	Külm.-temp.	Alkohol. %	Külm.-temp.	Alkohol. %	Külm.-temp.	Alkohol. %	Külm.-temp.
2,58	—1	11,50	—5	21,7	—12	30,0	—20
5,22	—2	13,27	—6	23,8	—14	33,5	—24
7,36	—3	16,53	—8	26,0	—16	37,3	—28
9,58	—4	19,09	—10	28,0	—18	41,2	—32

*) $10^3\gamma$

2. Glütseriini ja vee segu.

Glüts. %	Erikaal	Külm.-temp.	Glüts. %	Erikaal	Külm.-temp.	Glüts. %	Erikaal	Külm.-temp.
10	1,024	—1	30	1,073	—6,0	50	1,125	—31,3
15	1,036	—1,7	35	1,086	—11,0	55	1,139	—40
20	1,048	—2,5	40	1,099	—17,5	60	1,152	alla
25	1,060	—4,3	45	1,112	—24,5			—40

3. Keedusoola veelahu.

Soola-sisalda-vus %	Külmu-mis-temp. t^0	Soola-sisalda-vus %	Külmu-mis-temp. t^0	Soola-sisalda-vus %	Külmu-mis-temp. t^0	Soola-sisalda-vus %	Külmu-mis-temp. t^0
0,5	—0,38	2	—1,52	7	—5,26	15	—10,99
0,7	—0,54	3	—2,28	8	—5,99	20	—14,44
0,8	—0,61	4	—3,08	9	—6,72	24	—17,11
0,9	—0,69	5	—3,78	10	—7,44	26	—18,42
1	—0,76	6	—4,52	12	—8,88	29	—20,37

d) Jahutissegud põhjenevad soolade sulamissoojusele vees, jää sulamissoojusele hapetes, jää ja soola sulamissoojusele tekkivas soolasulatises või soolade ja hapete lahumisele, kristallvee veeldumisele ja produktide sulamissoojusele. Segatavad ained olgu hästi peeneks hõõrutud ja nõu soojuse vastu kaitstud.

Jahutissegu koostis	Temp. langeb kuni °C	Jahutissegu koostis	Temp. langeb kuni °C
a) 100 g jääd ja		c) 100 g vett (15°) ja	
1. 33 g NaCl	—21,2	1. 29g NH_4Cl+18g KNO_3	—10,6
2. 25 g NH^4Cl	—15,8	2. 72g $NH_4NO^4)_3$+60g $NaNO_3$	—17
3. 143 g $CaCl^1)_2 . 6H_2O$	—55	3. 75g NH_4CNS+48g NH_4NO_3	—22,7
b) 100 g jääd või lund ja		d) Tahke CO_2 ja	
1. 13g NH_4Cl+37,5g $NaNO_3$	—30,7	1. C_2H_5OH	—72
2. 2g KNO_3 + 112 g $KCNS^2)$	—34,1	2. $(C_2H_5)_2O$	—77
3. 39,5g $NH_4CNS^3)$+54,5g $NaNO_3$	—37,4	Vedelõhk	—190°

[1]) Kloorkaltsium, [2]) Rodaankaalium, [3]) Rodaanammoonium, [4]) Ammooniumitraat; teiste valemite tähendusi vt. lk. 71.

e) Keemine (aurumine) ja veeldumine. Keha üleminekut vedelast olekust auruks nimet. keemiseks, kui üleminek toimub igas vedeliku osas, ja aurumiseks, kui üleminek toimub vedeliku pinnal; auru üleminekut vedelasse olekusse nimetatakse veeldumiseks. Seda temp., millel sünnib keemine (veeldumine), nimetatakse keemis- (veeldumis-) temperatuuriks, need temp. on võrdsed; kogu keemise (veeldumise) kestes on temperatuur jääv. Keemistemperat. oleneb rõhust. Mõne aine keemis- (veeldumis-) temp. vt. tab. 56 lht. 10 ja 57 lht. 9 ja 11.

Vee aurumine kuiva õhku Dalton'i järgi.

Veehulk kg, mis aurub 1 cm² veepinnast 1 tunnis.

Vee temp.	Parajal õhu vahetusel	Kiirel õhu vahetusel
20°	0,749	0,919
25°	1,014	1,245
30°	1,359	1,667
35°	1,801	2,211
40°	2,365	2,903
45°	3,075	3,774
50°	3,962	4,862
55°	5,060	6,210
60°	6.409	7,866

Mõne küllastatud soolasulatise keemistemperatuur.

Aine	°C	Aine	°C
Broomkaalium	112	Alakloorhapu (naatron)	132
Broomnaatrium . . .	121	Joodkaalium	119
Alabroomhapu kaalium	104	Joodnaatrium	141
Alabroomhapu naatron	109	Alajoodhapu kaalium .	102
Kloorkaalium	110	Alajoodhapu naatron .	102
Kloornaatrium (keedusool)	109	Salpeeterhapu kaalium	118

Vee keemistemp. t mitmesugusel baromeetriseisul b mm.

b mm	t^0	b mm	t^0	b mm	t^0	b mm	t^0
680	96,92	715	98,30	745	99,44	775	100,55
685	97,12	720	98,49	750	99,63	780	100,73
690	97,32	720	98,40	755	99,82	785	100,91
695	97,52	725	98,69	760	100,00	790	101,09
700	97,71	730	98,88	765	100,18	795	101,21
705	97,91	735	99,07	770	100,37	800	101,44
710	98,11	740	99,26				

Küllastatud veeauru tabel.

Märkmeid: 1) 1 tehn. atmosfäär (at) vastab 735,5 mm Hg samba rõhule. 2) Aurukatla töörõhu saame, kui absoluutsest rõhust lahutame 1 at; seda rõhku näitabki manomeeter. 3) Nagu tabelist näha, rõhu suurenemisega suureneb ka vee keemistemp.; 224,2 at rõhul (kriitiline rõhk) on vee keemistemp. 374⁰ (kriitiline temp.); üle selle temp. vesi võib olla ainult auruna. 4) 1 kg auru kuumendamiseks 1⁰ võrra vaja 0,5 kcal soojust. 5) 1 kg veest saab ca 4,543 $T : 1000p$ m³ auru, kus T — absol. temp., p — rõhk kg/cm².

Absol. rõhk kg/cm²	Auru temp. C⁰	1 kg auru		1 m³ auru kaalub kg
		sisaldab soojust kcal	täidab m³	
0,02	17,2	604,1	68,3	0,0146
0,04	28,6	609,5	35,5	0,0282
0,06	35,8	612,9	24,2	0,0413
0,08	41,2	615,3	18,5	0,0542
0,10	45,4	617,2	15,0	0,0669
0,15	53,6	620,7	10,2	0,0979
0,20	59,7	623,3	7,80	0,1282
0,25	64,6	625,4	6,33	0,1581
0,5	80,9	632,2	3,30	0,3027
1,0	99,1	639,4	1,73	0,5793
1,2	104,2	641,4	1,46	0,6871
1,4	108,7	643,1	1,26	0,7937
1,6	112,7	644,5	1,11	0,8994
1,8	116,3	645,8	0,996	1,004
2,0	119,6	646,9	0,902	1,108
2,5	126,8	649,3	0,732	1,366
3	132,9	651,2	0,617	1,621
4	142,9	654,2	0,470	2,124
5	151,1	656,4	0,382	2,619
6	158,1	658,2	0,321	3,112
7	164,2	659,5	0,278	3,600
8	169,6	660,7	0,245	4,086
9	174,5	661,6	0,219	4,569
10	179,0	662,5	0,198	5,051
11	183,2	663,2	0,180	5,532
12	187,1	663,7	0,166	6,011
13	190,7	664,2	0,154	6,491
14	194,1	664,6	0,143	6,972
15	197,4	664,9	0,134	7,451
16	200,4	665,3	0,126	7,932
18	206,2	665,8	0,112	8,892
20	211,4	666,2	0,102	9,852
22	216,2	666,4	0,092	10,82
24	220,8	666,6	0,085	11,79
26	225,0	666,7	0,078	12,77
28	229,0	666,8	0,073	13,74
30	232,8	666,8	0,068	14,73
34	239,8	666,7	0,060	16,72
38	246,2	666,5	0,053	18,74
42	252,1	666,3	0,048	20,79
46	257,6	666,0	0,043	22,87
50	262,7	665,7	0,040	24,99
55	268,7	665,5	0,036	27,69
60	274,3	665,2	0,033	30,44

8. Soojuse levi.

1) Soojuse **juhtetegur** λ (kcal/m. tund ^{0}C) on soojuse hulk kcal-des, mis tunnis läbib 1 m^2 seina, mille paksus 1 m, kui seina mõlemate pindade temp. vahe = 1^0 C.

Mõnede ainete soojuse juhtegureid.

Aine	λ	Aine	λ	Aine	λ
Alkohol	0,18	Kriit	0,80	Puit	0,18-0,3
Alumiinium . .	175	Kuld	250	Puuvill	0,012-0,016
Betoon (1:4) .	0,65	Kummi	0,17-0,3	Raud	50—60
Elavhõbe . . .	6,5	Liivakivi . . .	1,44	Savi	0,70
Glütseriin . . .	0,25	Malm	40	Tahm	0,02—0,05
Hõbe	360	Marmor	0,43—0,65	Telliskivi . . .	0,35
Isoleerained . .	<0,15	Masinaõli . . .	0,1	„ õõnes .	0,28
Jää	1,5	Messing . . .	72—108	Teras	22—45
Jõeliiv	0,28	Mänd . . .	0,032-0,108	Tsement . . .	0,78
Kartong	0,16	Nikkel	50	Tina	54
Katlakivi kipsist	0,7—2,0	Oliiviõli	0,15	Tsink	95
Katlakivi lubjast	0,2—1,0	Paas	0,8	Tuhk	0,06-0,1
Kivisüsi . . .	0,12	Petrool	0,13	Vask	320
Klaas	0,35—0,80	Plaatina	60	Vesi	0,5
Konstantaan . .	200	Plii	30	Vesinik	0,14
Kork	0,26	Portselan . . .	0,9	Vilt	0,03

Õhu $\lambda = 0{,}01894\,(1+0{,}00228t) \approx 0{,}2$; veeauru $\lambda = 0{,}01405\,(1+0{,}00369)$

Isoleerainete λ.

Materjal	Erikaal kg/m^3	Temperatuuridel 0	50	100	150	200	250
Kork (peenendatud) .	161	0,031	0,041	0,048	0,052	0,055	—
Vill (lamba)	136	0,033	0,042	0,050	—	—	—
Siid	101	0,038	0,045	0,051	—	—	—
Puuvill	81	0,047	0,054	0,059	—	—	—
Puidusüsi	190	0,050	0,056	0,063	—	—	—
Kiselguur (poorne) . .	350	0,052	0,060	0,066	0,070	0,074	0,078
Asbest	576	0,130	0,153	0,167	0,175	0,180	0,186
Õhk	—	0,0189	0,0211	0,0233	0,0254	0,0276	0,0297
Veeaur	—	0,0141	0,0166	0,0192	0,0218	0,0244	0,0270

Materjal	m^3 kaal kg	Temp. piirid	λ
Pimsskivi (pensa)	292	20—65	0,20
Turbapuru . . .	195	23—36	0,070
Saagmed . . .	215	20-136	0,055
Korgikivi (asfalditud) .	200	10—57	0,061

Tulekindlate telliskivide λ

Telliskivi liik	Temperatuur 200	600	1000
Silikaat	0,56	0,88	1,19
Dinas	0,74	0,93	1,13
Šamott	0,51	0,66	0,82
Magnesiit . . .	—	1,29	1,43

2) Soojuse **siirdetegur** α on soojuse hulk kcal, mida saab vedelik (või gaas) tunnis seina 1 m² pinnalt, kui vedeliku (või gaasi) ja seina temp. vahe $\Delta t = 1^0$ C. Seinast pindalaga S m² ja temperatuuril t_1 siirdub z tunnis tema külge puutuvale t_2-kraadilisele vedelikule soojushulk $Q = \alpha S z (t_1 - t_2)$ kcal.

Keskmised α väärtused on järgmised:

I. Soojuse siirdel vedelikult metallainele ja ümberpöördult.

Vedelik	α kcal/m² tund ^{0}C
Keev	4000—6000
Mittekeev ja seisev . .	100—2000
Mittekeev ja liikuv . .	2000 - 4000
Torudes liikuv vedelik ($v = 0{,}2$—2 m/sek .	1000—10000
Tihendatud veeaur . .	10000

II. Soojuse siirdel gaasidelt ja ülekuum. aurudelt seinale ja ümberpöördult.

a) metallsein: 1) seisev gaas $\alpha = 4$—8, 2) liikuv gaas $\alpha = 2 + 10\sqrt[3]{v}$ ($v = 1$—100 m/sek); b) ahjude ja katelde müüritus: 1) seisvale õhule $\alpha = 2{,}7\sqrt[3]{\Delta t}$, 2) horisontaaltorult seisvale õhule $\alpha = 1{,}02\sqrt[4]{\Delta t : d}$, ($d$ toru läbimõõt cm-tes); 3) ehitise välisseinale $\alpha = 25$, ja 4) siseseinale $\alpha = 7$ kcal/m² tund.

Soendajate 1 m² soojuse üleandmine kcal tunnis 20^0 õhusoojuse juures.

Soendaja	Sooja vee küte		Kuuma vee küte		Auruküte		
	madalrõhk	keskrõhk	keskrõhk	kõrgerõhk	madalrõhk	kõrgerõhk 1 at	kõrgerõhk 2 at
Ribiahjud ja -torud	300	350	—	—	550	650	700
Taorauast silinderahjud katmata .	450	600	—	—	800	950	400
„ „ „ kaetud .	400	550	—	—	750	850	1000
Taorauast toruahjud katmata . . .	400	520	—	—	720	900	1000
„ „ „ kaetud . . .	320	420	—	—	620	750	900
Perkini torud	—	—	1000	1200	—	—	—
1 m pikkune toru	—	—	90—100	100—120	—	—	—
Soenduspinna soojus	75	85	125	140	100	129	135^{0}C

Soenduspindade soojuse vastuvõte tunnis pro m².

1 m² malmist ribitoru 1500—2000 kcal, 1 m² madalrõhu-veekatla pinda 8000 kcal, 1 m² aurukatla pinda 8000—10000 kcal, 1 meeter spiraal-leektoru, välisläbimõõt 34 mm, 600—800 kcal, 1 m² katla soenduspinda tekitab tunnis keskmiselt 20 kg auru. Näiteid: 1) Kui palju soojust siirdub 1 tunnis suitsugaasidelt 3 m² katla seinale, kui gaasi temp. $t_1 = 600$, seina temp. $t_2 = 200^0$ ja gaaside $v = 9$ m/sek? a) määrame α; $\alpha = 2 + 10\sqrt[3]{9} = 2 + 10 . 3 = 32$ kcal/m² tund; b) $Q = 32.(600—200) . 3 = 38400$ kcal/tund. 2) Palju soojust kaotab 20 m² katlamüüritist tunnis, kui müüritise temp. $t_1 = 50^0$, õhu temp. $t_2 = 23^0$? a) $\alpha = 2{,}7\sqrt[3]{\Delta t} = 2{,}7\sqrt[3]{50—23} = 2{,}7\sqrt[3]{27} = 8{,}1$ kcal/m²t ja b) $Q = 8{,}1.(50—23).20 = 4374$ kcal/tund. 3) Soojuse **läbilasketegur** k on soojushulk kcal, mis annab tunnis vedelik, gaas, õhk või aur teisele läbi 1 m² seina, kui soojust andva ja soojust saava vedeliku temp. vahe = 1^0 C. Läbi S m² sileda seina läheb z tunnis soojushulk $Q = kSz(t_1 - t_2)$ kcal, kus t_1 kuumema ja t_2 jahedama vedeliku temp.; $k = 1 : (1 : \alpha_1 + 1 : \alpha_2 + \delta : \lambda)$, kus δ seina paksus m-tes.

Ligikaudseid k väärtusi.

I. Soojuse ülekanne veelt või aurult õhule.

Küttepinna liik	Veelt õhule temp. vahe = 40°	60°	80°	Aurult õhule
1. Raud:				
Harilikud torud väliskiht läbim. kuni 60 mm	9,5	10,5	11,5	12,5
Samad torud d = 150 mm	9	9,5	9,5	11,5
Usstorud, d kuni 33 mm	10	11	11,5	12,5
Usstorud, d üle 33 mm	8	9	9	11
Patarei 1 torureaga	8	9	9,5	11,5
„ 2 torureaga	6	7	7	9
Siledad küttekehad	8	9	9,5	12
II. Malm:				
Radiaatorid . . .	6,5	7	7,5	9
Ribidega kütteelemendid	3,5	4	4	4,5

Kui torud katta isoleerainega, siis saavutame järgmist soojuse kokkuhoidu:

Isoleeriv aine	%	Isoleeriv aine	%
Õlgnöör saviga	40	Kork	70
Asbest	45	Siid	80
Kiselguur . . .	65	Vilt	85

Järgmised isoleerimisviisid praktikas osutusid vastupidavaimaks: Temp. jaoks kuni 100° vilt või siid, kuni 120° sama ühes 10 mm paksusega kiselguurkihiga, kuni 150° sama ja 20 mm kiselguurkiht, 200° sama ühenduses kahekordse õhukihiga.

Näiteid: 1) Määrata aurukatla 1 m² seina soojuse läbilaske k 1 tunnis, kui seina paksus $\delta = 100$ mm, gaasidetemp. $t_1 = 600°$, vee temp. $t_2 = 194°$? $\alpha_1 \approx 32$ kcal/m²t (vt. 1 näide, lk. 123) $\alpha_2 = 4000$ (vt. tab. I, lk. 123) $\lambda = 50$ (vt. tab., lk. 122); a) määrame k; $k = 1 : (1 : \alpha_1 + \delta : \lambda + 1 : \alpha_2) = 1 : (1/32 + 0{,}01/50 + 1/4000) \approx \approx 31{,}4$ kcal/m²t; $Q = 31{,}4.(600 - 194) \approx 12750$ kcal/m² tund.

Märkus: Kui sein on mitmekihine (s. o. koosneb mitmest isesugusest materjalist) siis $k = 1 : (1 : \alpha_1 + \delta_1 : \lambda_1 + \delta_2 : \lambda_2 + \delta_3 : \lambda_3 + 1 : \alpha_2)$.

Näide: Määrata ülaltoodud aurukatla 1 m² seina k, kui sein on kaetud ühelt poolt tuha- ja tahmakihiga $\delta_1 = 2$ mm, teiselt poolt katlakiviga $\delta_3 = 3$ mm; $k = 1 : (1/32 + 0{,}002/0{,}1 + 0{,}01/50 + 0{,}003/0{,}3 + 1/4000) \approx 16{,}2$ kcal/m²t; Siit selgub, et isegi väikene katla seina katmine tahma ja katlakivi kihiga vähendab soojuse läbilasketegurit ligi 2 korda.

II. Soojuse läbilase ehitusmaterjalidel ja -konstruktsioonidel.

Telliskivimüür:	Paksus cm-tes δ 12	25	38	51	64
Krohvimata .	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9
Krohvitud (mõlem. poolt)	2,2	1,5	1,2	1,0	0,8
Õhu vahega	—	1,4	1,1	1,9	0,8
3 cm korkplaadiga seestpoolt . . .	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9
5 cm korkplaadiga . .	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8

Telliskivimüür:		Paksus cm-tes δ 12	25	38	51	64
3 cm torfoleumplaadiga		1,2	1,0	0,9	0,8	—
Tampbetoon	δ =	5	10	15	20	30
	k =	4,2	3,4	2,9	2,6	2,2
	δ =	40	60	80	—	—
	k =	1,9	1,6	1,4	—	—
Paemüür	δ =	50	60	70	80	—
	k =	1,9	1,8	1,6	1,5	—

Näide: Kui õhuvahega telliskivimüüri $\delta = 51$ cm, siis $k = 1{,}9$.

Soojuse läbilasketegur *k* ehituskonstruktsioonidele (järg).

Pinnaliik	*k*	Pinnaliik	*k*
Palksein pappkihiga a) 15 cm	0,5	Seesmine uks	2
Palksein pappkihiga b) 20 cm	0,4	Palkoniuksed klaasiga	5
Sõrestiksein 12 cm 3 cm torfoleumplaadiga	1,1	„ kahekordsed	2,3
Palklagi, laudpõrandaga	1,6	Lihtaknad	5
Võlv 25 cm paks põrand.	1,0	Kahekordsed aknad (vahe 12 cm)	2,3
Massiivne põrand maapinnal	1,4	Kahekordsed aknad (vahe 5 cm)	3,5
Laudpõrand maapinnal	0,8	Vaateaknad	4
„ asfaldil	1,0	Kardkatus	2,2
Raudbetoonlagi 10 cm	2,2	Pappkatus	2,1
„ 15 cm	2	Telliskivikatus	4,9
Välisuks puidust	3	Raudbet.-katus	2,8

Kindlustuslisandid: a) Välispindadele: N, NO, NW ja O lisaks 15%, W, SO, SW — 10%; b) Nurga tiibadele, kui kõik seinad on pooleldi välisseinad, siis 10%, kui kolmandik, siis 5%; c) Kui seinad on disponeeritud tuultele, siis 15% d) Üle 4 m kõrgele ruumile lisaks igale meetrile 2,5%.

4) Pindala S m² kiirgab z tunnis $Q = CSz\,(0{,}01T)^4$ kcal, kus C — soojuse kiirgetegur, mis oleneb aine keemilisest koostisest ja pinna olekust.

Mõningaid kiirgegureid C.

Aine	C	Aine	C	Aine	C
Absoluut-mustaine	4,96	Lubi	4,46	Siidriie	3,87
Graniit	2,23	Malm	4,66	Stukatuur	4,61
Hõbe	0,15	Marmor	2,88	Tahm	4,71
Jää	3,72	Paber	3,97	Telliskivi	4,61
Kips	3,87	Puit	3,87	Tina	0,64
Klaas	4,61	Puuvilla-riie	3,82	Tsink	1,04
Liiv	3,76	Raud (matt)	4,76	Vask	0,64
Liivakivi	4,61	Raud (poleerit.)	1,44	Vesi	3,32
		Savi	1,93	Õlivärv	3,87

Näide: 1) Määrata 3 m² katlamüüritise kiirgesoojus 2 tunnis, kui seina $t = 50^0$ $Q = 4{,}61.[0{,}01.(50+273)]^4 . 3 . 2 \approx 3000$ kcal/m². Soojuse kiire toimub kahes suunas: soemalt kehalt külmemale ja ümberpöördult; soojema keha soojuse kadu arvatakse valemi järgi: $Q = C_v[(0{,}01T_1)^4 - (0{,}01T_2)^4]$, kus $C_v = 1{:}C_1 + 1{:}C_2 - 1{:}4{,}96$; C_1 on soojema ja C_2 külmema keha kiirgetegurid. 2) Kui palju kaotab 1 tunnis kiirgega 1 m² müüritud katla seina? Telliskivist katlaruumi temp. = 20°, katlaseina temp. 50°: a) $C = 1 : 4{,}61 + 1 : 4{,}61 - 1 : 4{,}96 \approx 4{,}3$; b) $Q = 4{,}3 . [0{,}01T_1)^4 - (0{,}01T_2)^4] \approx 152$ kcal/m² tund.

Mõne ruumi tarvilik soojus °C-des.

Eluruumid	18—20	Kuuldesaal	18—20	Vabrikuruumid	10—12
Magamistuba	15—16	Koridor	12—15	Külmetamismaja	1—6
Töötuba	18—20	Trepimaja	12—15	Leigestamismaja	6—12
Koosolekusaalid	16—18	Haigemaja	20—22	Soendamismaja	16—18
Teater	16—18	Karistusasutis	16—18		

Terase parendamine soojusega.

Terast parendatakse soojusega neljaldi: 1) hõõgutamisega, 2) karastamisega, 3) tsementiitimisega ja 4) nitreerimisega.

1) *Hõõgutamisel* kuumendatakse terast ja pärast aegamööda jahutatakse. 2) *Karastamisel* teras pärast kuumutamist teatud temperatuurini kiiresti jahutatakse vees või õlis; teiskordist endisest madalamal temp. kuumutamist nimetatakse noolutamiseks, kusjuures ilmuvad mitmesugused n. n. noolutusvärvid (vt. lk. 118). 3) *Tsementiitimisel* rikastatakse kuumendamisega pehme raua või terase väliskiht süsinikuga, mille tõttu see omandab väga suure kõvuse ja vastupidavuse, kuna sisekihid jäävad muutmata. Kõvakihi paksus oleneb kuumutamisajast ja temperatuurist, nagu näha kõrvalolevast tabelist, kuhu on paigutatud peale 12 t. kuumutamist katsetel saavutatud järgmised tulemused.

Temp. C	Kõvakihi paksus mm
700°	0,7
700°—800°	1,1
850°—900°	1,8
950°—1000°	2,2
üle 1000°	2,5

Tsementiitimisel söehapend CO laguneb järgmiselt: $2CO = C + CO_2$, kus C ühinebki rauaga; siit selgub, et tsementiitimiseks vajaline materjal peab olema süsinikurikas. Sageli esinevad järgmised tsementiitimismaterjalid (kaaluühikutes): 1) kasesüsi 60%, söehapubaarium ($BaCO_3$) 40%; 2) tammesüsi 80% sooda (Na_2CO_3) 10% ja potas (K_2CO_3) 10%; 3) tammesüsi 50%, sõestunud nahk 20%, tahm 30% ja 4) puidusüsi 44%, kondisüsi 28% ja sõestunud sarv 28%; 4) *Nitreerimisel* terase väliskiht rikastatakse lämmastikuga; teras kuumendatakse erilistes ahjudes ammoniaagi-joas 500—550 C° 10—90 tunni vältel. Lämmastiku aatomid, ühinedes rauaga, moodustavad terase väliskihis n. n. nitriite, mis evivad väga suurt kõvust.

Terase karastamisviise.

Terase liik			Koostis %			Esimene karastus kuni °C	Esim. jahutamine	Teine karastus kuni °C	Teine jahutamine	Noolutus kuni °C
Nimetis			Süsinik	Nikkel	Cr					
Süsinik-	Pehme		0,1—0,2	—	—	825—810	Vees	—	—	250—500
	Keskm. kõvus		0,25—0,35	—	—	820—800	Vees või õlis	—	—	300—650
	Kõva		0,4—0,6	—	—	825—800 850—820	Õlis aeglane	820—760	Õlis või vees	425—500 300—650
Nikkel-	Kõrge protsendil.		0,15—0,5	3,5	Kroom	850—800	Õlis või vees	—	—	300—650
Kroomnikkel-	Madala-	protsendiline	0,15—0,5	1,27	0,5	860—825	Õlis või vees, või aeglane	820—700	Õlis või vees	300—650
	Kesk-		0,15—0,45	1,75	1					
	Kõrge-		0,15—0,4	3,5	1,5	820—790	Õlis või vees	775—750	Õlis või vees	260—700
			0,4—0,5	3,5	1,5	850—800	Aeglane	820—785	Õlis või vees	150—500

II. Põlemine ja põletised.

(Põletusained.)

1) Põletise madalamaks kalorsuseks K (end. kütteväärtuseks) nimetame soojushulka kcal, mida tegelikult saavutatakse 1 kg (1 g) tahke- või vedel- või 1 m³ gaaskütteaine põletamisel. 2) Kõrgem kalorsus K_k on soojushulk, mis põletises olemas. $K = K_k - 600\,W$, kus W põletises sisalduv vesi kg, mille aurutamiseks lähebki osa kaloritest kaduma. 3) Põletise aurustamisvõime Q on veehulk kg, mida 1 kg põletist muudab auruks; $Q = K : 639$ (kg). 4) Põletise püromeetriline efekt on temp., mida saadakse ahjus tema abil.

Tähtsamaid andmeid tahkepõletistele.

Nimetis	Elementaarne koostis % C	H	O+H	S	Vett %	Tuhka %	Teoreetiline kalorsus	1 kg põlet.*) vajab teoreet. õhku m³
Antratsiit . .	84—92	3,5—4,8	2—5	0,5—1,5	0,8-3,5	3—7	7500-8000	10,4—11,1
Kivisüsi saari-	65—80	4,0—5,2	7—11	0,5—2,0	1—6	3—7	6300-7600	8,7—10,6
„ inglis-	69—81	4,0—5,0	5—11	0,5—2,5	1—10	2,5-10	6400-7600	8,9—10,6
Koks (õhukuiv) . . .	80—90	0,5—1,5	1,5-5,0	0,5—1,5	1—5	5—12	6600-7400	9,2—10,3
Pruunsüsi (saksa) . .	28 –33	2,0—4,0	6—15	0,2—2,0	42—57	2—11	2100-2900	3,2—4,2
Puit (õhukuiv)	35—45	3,0—5,0	34—42	—	7--22	0,3-3,0	3400-4100	4,8—5,7
Turvas . . .	38—49	3,0—4,5	19—28	0,2—1,0	16—29	1—9	3000-4800	4,2—6,7

Puidusüsi. Sisaldab ~ 90 % C. Kalorsus ~ 7000 kcal.

Saab	Kaalu %	Mahu %
Tammest . . .	20—22	52—56
Kasest	20—21	65—68
Männist . . .	22—25	60—64
Kuusest . . .	20—26	50—75
Okstest . . .	19—22	38—48

Koks. Sisaldab 85—93% C Kalorsus 6700—7300 kcal.

Kõrgahju- ja valukoksile esitatavad nõuded.

	Koks Kõrgahju-	Valu-
Tuhka	<9%	<8%
Vett	<5%	<5%
Väävlit	<1%	<1%
Tolmu	<6%	<6%
Poorsus	50%	40%
Survetug. kg/cm²	100	100

Briketid:

a) Kivisöe. Sisaldab tuhka < 10%, vett 1—2%, kalorsus 7400—7800 kcal.

b) Pruunsöe — tuhka < 8%, vett < 15%, kalorsus ~ 4500 kcal.

Andmeid põlevkivile.

Põlevkivi sisaldab %-des	Põlevkivi sordid I-a	I-b	II	III
Vett	11—15	13—18	13—20	15 –25
Kuivaines: mineraalollust + CO_2	47—52	56—58	54—58	59—61
Kuivaines: orgaanilist ollust	53—48	44—42	46—42	41—39
Kalorsus (madalam)	3200—3500	3000—3300	3100—3300	2700

Utmisel saab põlevkivist 17—20% tooõli, mis ümbertöötamisel annab: mootorpõletisi (vt. tab. lk. 128), teedeehitus-, tööstus-, ehitus- ja puidukonserveerimisaineid jm.

*) Tahkeainete tegelik õhutarve on ~ 50% suurem.

Andmeid naftade kohta.

a) Nafta sisaldab keskmiselt 83—86% C, 11—14% H_2, 0,61—1% S ja N_2, 0,1—3,6% O_2, kalorsus 9900—11460.

Nafta liik	Erikaal	Elementaarse koostise %			Kalorsus kcal pro kg	Saab destilleerimisel		
		C	H_2	O_2		bensiini %	petrooli %	jäänuseid %
Bakuu, kerge	0,884	86,3	13,6	0,1	11460	~5	25—30	60—65
Bakuu, raske	0,938	86,6	12,3	1,1	10800			
Bakuu, väga raske	0,954	85,3	11,6	3,1	10600			
Pensilvaania	0,886	84,9	13,7	1,4	9963	10—20	55—75	10—20
P.-Kanada, kerge	0,857	84,3	13,4	2,3	9900—11400	16-20	30—40	35—50
P.-Kanada, raske	0 870	84,5	13,5	2				
P.-Virgiinia, kerge	0,857	83,2	13,2	3,6				
P.-Virgiinia, raske	0,897	83,6	12,9	3,5				

Andmeid sisepõlemootorite põletistele.

Kütteaine liik	Erikaal 15° C	Keemis-temp.	Kalorsus kcal pro gramm		1 kg aine põletamisel		
					vaja õhku m^3	saab	
						CO_2	H_2O
			Kõrgem	Madalam	15° C ja 1 at juures		
Alkohol	0,794	78,3	7,1	6,4	7,6	1,06	1,59
Piiritus 95%[1]	0,809	78,5	6,74	6	7,2	1,01	1,58
„ 90%	0,823	78,7	6,39	5,63	6,8	0,956	1,57
„ 85%	0,836	78,9	6,03	5,24	6,4	0,903	1,55
Bensool	0,885	80,4	10	9,59	11,2	1,88	0,94
Naftaliin	0,977[2]	218	9,7	9,37	10,9	1,91	0,76
Bensiin	0,65—0,74	80—110	10,5—11	9,8—10,2	12,8	1,71	1,95
Petrool	0,79—0,82	200—250	10,5—11	9.8—10,2	12,8	1,73	1,87

Andmeid Riigi põlevkivitööstuses põlevkivist valmistatavate mootorite-põletistele.

Põletise liik	Erikaal 20° C	Elementaarne koostis				1 kg vajab õhku m^3 teoreetil.	Erisoojus 15°—20°	Paisumisteg. $10^3\gamma$ 15—25° vahel	Kalorsus kcal pro g
		C	H	O	S				
Autobensiin	0,74—0,75	85	13,6	0,9	0,5—0,9	11,3	0,55	1,18	11—11,1
Raskebensiin	0,8—0,815	85	12,5	1,5	0,8—1,1	10,9	0,53	0,98—1,03	10,6—10,7
Mootoripetrool	0,83—0,86	84,9	12,3	1,7	1	10,8	0,50	0,87—0,95	10,5
Mootorinafta	0,85—0,88	84,5	11,6	2,9	1	10,5	0,53	0,82—0,89	10,2—10,4
Diislinafta	0,89—0,91	84,1	11,3	3,6	1	10,31	0,55	0,75—0,80	10,1—10,2

[1]) Kaalu järgi. [2]) 80° C juures. 15° C juures kindelkeha, erik. 1,52.

Tähtsamaid andmeid gaaspõletistele.

Gaas	Kalorsus kcal/m³		Gaasi koostis %					Erikaal õhk=1	Hapnikutarve m³	Õhutarve m³	Suitsu analüüs %/0/0			Piirtemp. °C	Brutto kasuefekt. %/0/0		Niiske suitsugaasihulk m³
	Kõrgem	Madalam	CO_2	RSV	CO	H_2	CH_4	N_2				CO_2	H_2O	N_2		1000°	100°	
Valgustus- . .	5900	5260	2	4	8	50	34	2	0,41	1,15	5,50	9	20,9	70,1	1980	57	96	6,23
Kivisõe- . . .	5500	4900	2	3,5	8,5	52,5	30,0	3,5	0,40	1,06	5,09	8,8	21,2	70	1970	57	96	5,8
Koksi- . . .	4650	4130	2,1	2,1	6,2	53,3	25,0	11,3	6,41	0,893	4,27	8,0	22,0	70	1940	58	96	4,98
Kivisõevesi- .	3100	2800	5	0,2	34,5	48,5	5,5	6,3	0,54	0,534	2,55	14,5	19,1	66,4	2100	58,5	96	3,14
Generaator- . .	1280	1215	5,9	—	28,5	12,8	0,3	52,5	0,88	0,21	1,01	19,2	7,4	73,4	1640	44,5	95	1,81
Õli-vesi- . . .	3970	3620	6	3,8	33,5	44,5	8,0	4,2	0,58	0,72	3,45	14,5	17,6	67,9	1950	58,5	96	4,08

RSV = Rask. süsivesinikud.

Toitainete kalorsus.

Toitainete liik	1 kg sisald. kcal	1000 kcal gr
1. Piim, separeeritud . . .	376	2660
2. Rukkijahu, harilik . . .	3537	283
3. Kartulid	596[1]	168[2]
4. Rukkileib, harilik . . .	2476	404
5. Odratangud	3537	283
6. Sealiha, pekk	6838	146
7. Kaeratangud (helbed) .	3854	259
8. Täispiim	674	1484
9. Herned, kuivatatud . .	3145	318
10. Sepikujahu	3537	283
11. Searasv (sulatatud) . .	9219	108
12. Sealiha (praeliha) . . .	5164	194
13. Peensuhkur	4018	249
14. Nisuleib	2718	368
15. Riisitangud	3506	285
16. Räim (värske)	885	1130
17. Taimevõi	8188	122
18. Võ, talu-	7776	129
19. Nisujahu, poolsõre . .	3537	283
20. Kilu, soolatud	1861	537
21. Mannatangud	3537	283
22. Võ, meierei	7962	126
23. Sai	2718	368
24. Tükksuhkur	4018	249
25. Veri	757	1321
26. Räim, soolatud	993	1007
27. Kaalikad	388	2577
28. Peakapsas	306	3798
29. Porgand	437	2288
30. Lambaliha, praad . . .	1866	536
31. Juust, täispiima	3957	252
32. Supiliha, loomaliha . .	1298	770
33. Praeliha	1838	544
34. Peedid	358	2793
35. Heeringas, soolatud . .	1370	730
36. Vasikaliha	913	1095
37. Munad, värsked	1322	756
38. Ahven, värske	462	2165
39. Latikas, värske	570	1754
40. Tursk, värske	388	2577
41. Sibulad	426	2347
42. Haug	449	2227
43. Segapuuvili (kompott) .	2500	400
44. Ploomid, kuivat. . . .	2160	463
45. Koha, värske	470	2128
46. Lõhe, värske	1170	855
47. Lõhe, soolatud ja suitset.	1750	571

TARTU ÜLIKOOL
füüsika Instituudi
Raamatukogu

III. Soojusmootorid.

I. **Aurmootorid.** Aurukatla resti- (R) ja küttepindala (K_p) suhe: a) Leek- ja tuletorukateldel 1 : 30, b) Vedurikateldel 1 : 40 kuni 1 : 70, c) Vesitoru kateldel: α) kaldrestiga 1 : 15 kuni 1 : 20, β) liikuvrestiga 1 : 25 kuni 1 : 30. Keskmine küttepindala koormis = 15—60 kg/m² auru, sagedamini 30 kg/m².

Põletise aurustamisvõime.

Põletise liik	1 kg aurustab vett kg	Põletise liik	1 kg aurustab vett kg
Kivisüsi .	5,6—9,3	Õli . .	10—15
Puit . . .	2—3,2	Gener. gaas	0,85-1,2
Turvas .	1,6—4,1	Saagmed	
Põlevkivi	2,5—3	(saepuru)	~2

Aurmoot. põlet. ja aurukulu hj-t.

Mootori liik	Põletise kulu		Aurukulu hj-t.
	kivisüsi	turvas	
Väljalasemoot.	~1,40	~3,2	9—11
Ühesil. kondensatsioon- . .	0,68-0,73	1,58-1,73	4,5—6
Kompaund- .	0,60-0,67	1,44-1,58	4,5-5,5
Aurvedur .	1,15-1,8	2,7-4,2	7—11
Aurturbiin . .	0,4-0,6	1-1,42	3,2-5,5

Katlasuurus, keskmine saavutatav võimsus ja põletisetarve tunnis.

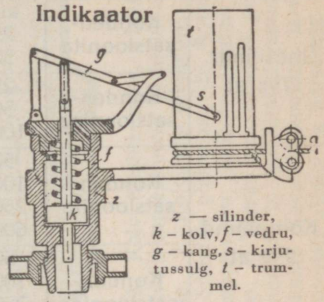
Katla liik			Vesitorukatel						Leektorukatel					
Küttepindala K_p m²			100	200	300	400	500	600	15	30	50	100	150	200
1 m² K_p saavutab 1 tunnis auru			30			35		40	20					25
Saavutatav võimsus hj	Kondensatsioonita aurmootor (küllastatud aur)		—	—	—	—	—	—	30	60	100	200	300	500
	Kondensatsiooniga (ülekuumend. aur)	ühe silindriga	550	1100	—	—	—	—	55	110	185	370	550	930
		kompaund	600	1200	1800	—	—	—	—	120	200	400	600	1000
		aurturbiin	—	1350	2200	3500	4500	6500	—	—	—	—	—	1100
1 tunnis vaja kg	turvast (3000) kcal		940	1740	2600	4000	4900	6500	94	187	315	630	940	1560
	põlevkivi (3500 kcal)		820	1520	2260	3500	4300	5750	82	164	278	556	820	1380
	kivisütt (7000 kcal)		400	740	1100	1700	2100	2800	40	80	135	270	400	670

Märkus: Tabelis on antud keskmised väärtused 15—20 at auru rõhul, 250—300° auru ülekuumendusel, 0,5—0,15 at kondensaatorirõhul ja aurmootori täiskoormisel. Vähema koormise ja suurema kondensaatorirõhu puhul on kasutatav võimsus vähem ja põletisekulu tunnis suurem.

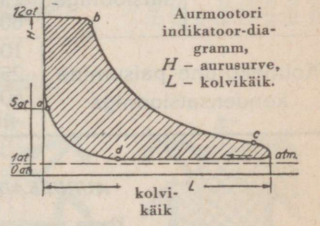
Näide: 1) 600 hj kompaundmootor vajab 100 m² küttepindalaga vesitoru-, või 150 m² — leektorukatelt ja tarvitab tunnis 400 kg kivisütt, või 950 kg turvast, või 820 kg põlevkivi. 2) 3500 hj aurturbiin vajab 400 m² küttepindala ja tarvitab tunnis 1700 kg kivisütt, või 4000 kg turvast, või 3500 kg põlevkivi.

Ühesilindrilise aurmootori indikatoorne võimsus: $N_i = 2Ssnp_i / 60.75$ hj; aurturbiini $N_i = GHJ / 75$ hj, kus $S = {}^1/_2(S_k + S_v)$ cm², s — kolvikäik (m); S_k — kolvipindala kolvi kaane ja S_v — kolvivarre poolt cm²-tes, n — pöörete arv min, p_i — inditseeritud rõhk (vt. tab. allpool); G — sissevoolav auruhulk (kg/sek), H — soojuse langus (kcal/kg), J (vt. lk. 48), / — jagamismärk.

Indikaator



Indikaator võimaldab kolbmootorite (aur-, gaas-) ja pumpade rõhku üles kirjutada pidevjoonena. **Töökäik:** Ind. silinder z on ühenduses mootorisilindriga, mistõttu mootoris valitsev töörõhk antakse edasi kolvile k ja selle kaudu kangile g, mille otsas on trumlit t puudutav kirjutussulg s. Nööri a abil on trummel ühendatud mootori liikuvate osadega nii, et trumli iga liigutus täpsalt järgneb mootorikolvi liigutusele. Trumlile asetsetud valgele paberile kirjutab sulg pidevjoone, mille abil pärast joonestatakse n. n. ideaalne (või näitlik) indikaatoridiagramm (vt. joonis), mille pindala graafiliselt kujutab auru- või gaasitööd ühel kolvipoolel. Säärane diagr. võimaldab leida auru- (või gaasi-) jagamises ja mootoritöös esinevaid vigu, määrata keskmist inditseeritud survet p_i, ja leida mootori indikaatoorse võimsuse N_i (vt. valem). Keskmised aurmootori indits. rõhud on paigutatud alltoodud tabelisse.



Aurmootori indikatoor-diagramm, H – aurusurve, L – kolvikäik.

Ind. diagrammi seletus: 1) Vahe a kuni b — **täide**; Natuke aega enne surnudtäppi avaneb sisselaskja (eelsisselase); surve tõuseb ruttu kõrgeima täpini ja jääb kolvi edasiliikumisel ligikaudu võrdseks; b juures sulgub sisselaskja (täitelõpp). 2) Vahe b—c — **paise** (= paisumine); kuna auru enam sisse ei voola, algab selle paise. Surve alaneb täpp c-ni. 3) Vahe c—d — **väljalase**; Natuke aega enne surnudtäppi avaneb väljalase (eelväljalase). Välissurve mõjul toimub äkiline surve alanemine. Kuni d-ni lükatakse äratöötanud aur välja, kusjuures aurusurve silindris peaaegu võrdub välissurvega. 4) Vahe d—a — **kompressioon**; Täpis d sulgub väljalase; kompressiooni tõttu tõuseb surve kuni a-ni.

Ühe silindri väljalase- ja kondensatsioonmootori keskm. ind. rõhud.

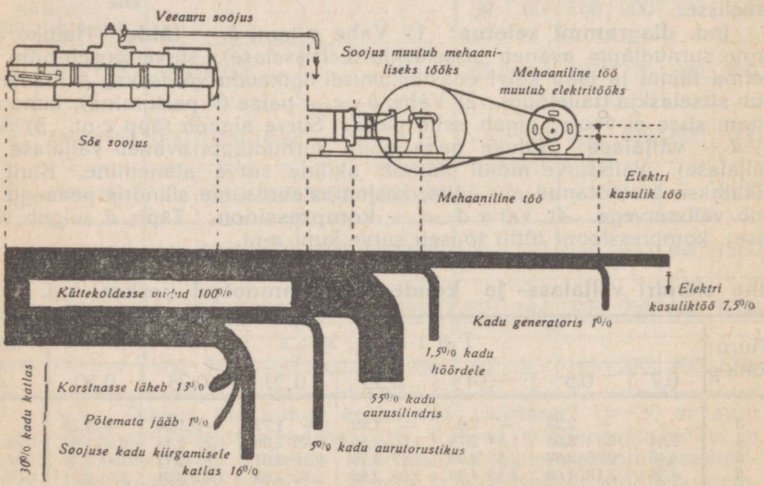
Auru rõhk p	Täide $s_1 : s$							Kompression Δ
	0,7	0,5	0,4	0,33	0,30	0,25	0,20	
3	—	— **2,23**	— **2,0**	— **1,82**	— **1,72**	— **1,54**	— **1,34**	— **0,13**
4	2,54	2,14 **3,05**	1,84 **2,75**	1,59 **2,50**	1,45 **2,36**	1,22 **2,13**	0,95 **1,87**	0,09 **0,21**
5	3,46	2,96 **3,87**	2,58 **3,49**	2,27 **3,18**	2,10 **3,01**	1,81 **2,72**	1,48 **2,39**	0,16 **0,28**
6	4,38	3,78 **4,68**	3,33 **4,23**	2,96 **3,86**	2,75 **3,65**	2,40 **3,31**	2,01 **2,91**	0,23 **0,37**
7	5,30	4,60 **5,50**	4,07 **4,97**	3,64 **4,54**	3,40 **4,30**	2,99 **3,89**	2,53 **3,43**	0,32 **0,45**
8	6,23	5,42 **6,32**	4,82 **5,71**	4,33 **5,22**	4,05 **4,94**	3,59 **4,48**	3,06 **3,95**	0,41 **0,54**
9	7,15	6,24 **7,13**	5,57 **6,46**	5,01 **5,90**	4,70 **5,59**	4,18 **5,07**	3,58 **4,48**	0,51 —
10	8,07	7,06 —	6,31 —	5,70 —	5,35 —	4,77 —	4,11 —	0,60 —

Märge: Rasvased arvud käivad kondensatsioonmootori kohta.

Aurmootori auru- ja söekulu, võimsus ja kasutegur.

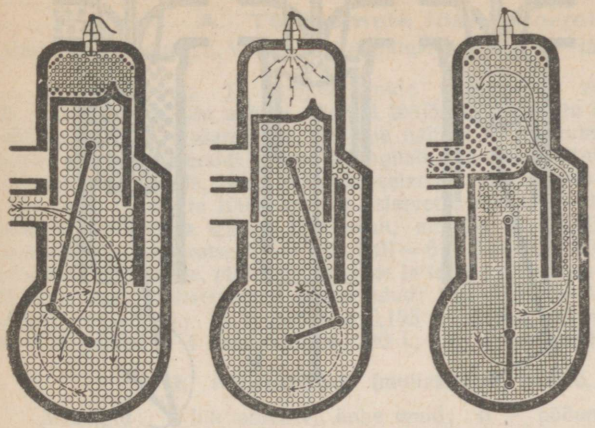
Mootori liik		Võimsus hje	Kasuteg. η_m %	Aurutarve kg/N_i	Aurutarve kg/N_e	Söetarve kg/N_e
Ühesilindr. 7½ at	Kondensatsioonita	kuni 20	70	20—15	29—21	4,0—2,8
		25—45	75—80	14—13	19—16	2,5—2,2
		50—90	82—84	13—12	16—15	2,1—2,0
	Kondensatsiooniga	25—45	72—78	12—11	16—13	2,1—1,7
		50—90	80—82	11—10	13—12	1,7—1,6
		100—200	82—85	10—9	12—11	1,6—1,5
Kompaund 9½ at	Kondensatsioonita	50—90	82—84	12—11	14—13	1,8—1,7
		100—200	84—85	11—10	13—12	1,7—1,6
		250—500	85—87	10—9	12—11	1,6—1,4
		600—1000	88—90	9—8,4	11—10	1,4—1,3
	Kondensatsiooniga	50—90	78—80	8,8—7,9	11—10	1,4—1,3
		100—200	80—82	7,8—7,5	9,8—9,1	1,3—1,2
		250—500	82—84	7,4—7,2	9,0—8,6	1,2—1,1
		600—1000	84—86	7,1—6,8	8,5—7,9	1,1—1,0
Kolmekordne paisumine kondensatsiooniga		100—200	79—80	6,7—6,4	8,5—8,0	1,1—1,0
		250—500	81—83	6,2—5,8	7,2—7,0	1,0—0,9
		600—1000	83—86	5,7—5,3	6,9—6,1	0,9—0,8
		üle 1000	87—89	5,2—4,8	6,0—5,4	0,8—0,7

AURUSEADE SOOJUSBILANSS



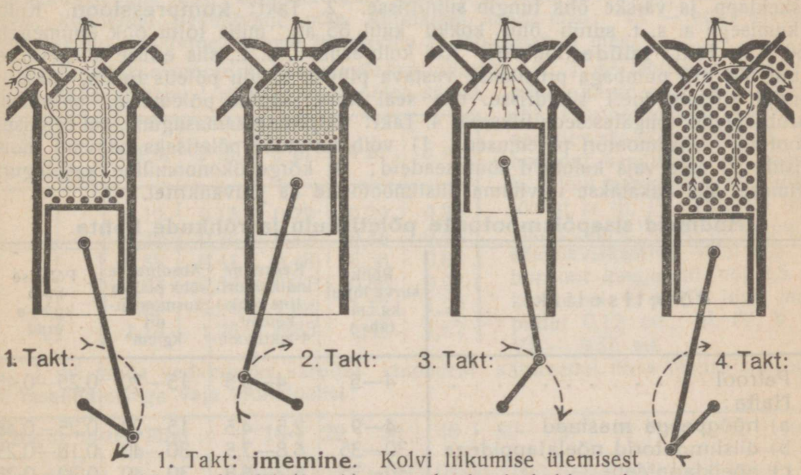
2. **Sisepõlemootorid. Võimsuse arvutamine:** Nelitaktmootori $N_i = Ssnp_i / 2.60.75$ hj ja kakstaktmootori $N_i = Ssnp_i / 60.75$ hj, kus S kolvipindala (cm²) ja i silindrite arv; teiste tähtede tähendusi vt. lk. 131.

1) 2-taktmootori töökäik.



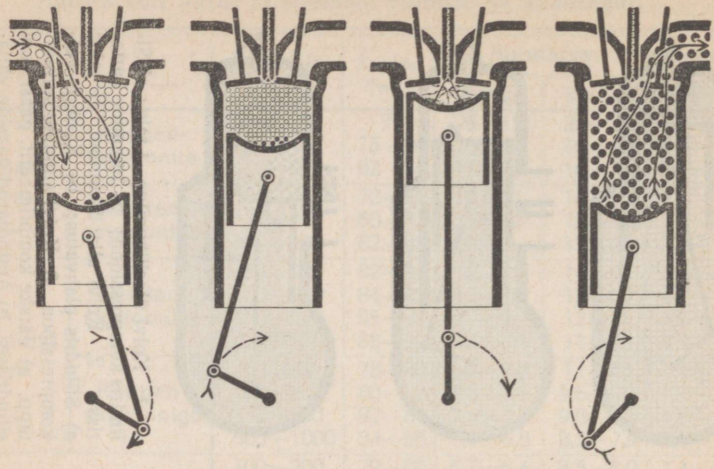
1. Kolvi üleslliikumine. I takt: a) Silindris kompressioon; b) Imemine karterisse. 2. Kolvi alla liikumine. II takt: a) Silindris plahvatus; b) Karteris eelkompressioon. 3. Kolvi alumine surnudtäpp. a) Värske komprimeerit. gaasi vool silindrisse; b) Äratöötatud gaaside väljatõukam. Kakstakt-mootorit tarvitatakse mootorjalgratastel ja harvemini autodel.

2) 4-taktmootori töökäik.



1. Takt: **imemine**. Kolvi liikumise ülemisest surnudtäpist (ü. s. t.) avaneb sisselaskeklapp ja pihustatud (peenendatud) põletise (bensiini, piirituse, petrooli j. t.) ja õhu segu täidab silindri. 2. Takt: **kompressioon**. Kolb, liikudes alumisest surnudtäpist (a.s.t.), komprimeerib sisseviidud segu. 3. Takt: **süüde** või n.n. **töötakt**. Kolvi jõudmisel ü. s. t. süütab elektrisäde segu põlema, kusjuures põlevad gaasid, paisudes, tekitavad surve 12—25 at., mille mõjul kolv surutakse allapoole ja viimane omakorda paneb liikuma väntvõlli. 4. Takt: **väljalase**. Ühel ajal kolvi liikumisega a. s. t. avaneb väljalaskeklapp ja äratöötatud gaasid paiskuvad õhku ning ülejäänud gaasid tõugatakse välja kolviga.

3) Diislimootori töökäik.



1. Takt: **värskeõhu imemine**. Kolvi liikumisel ü. s. t. avaneb sisselaskeklapp ja värske õhk tungib silindrisse. 2. Takt: **kompressioon**. Kolb liikumisega a. s. t. surub õhu kokku kuni 35 at., mille tõttu õhk kuumeneb 550°. 3. Takt: **süüde** (töötakt). Kui kolb asub ü. s. t., siis erilise kõrgesurve (kuni 300 at.) pumbaga pritsitakse vastava pihusti kaudu põletis (nafta, gaasõli, tõrvõli, söetolm jne.) silindrisse, mis seal kohe süütub põlema ja, paisudes, surub kolvile, tõugates seda liikuma. 4. Takt: **väljalase** samasugune, kui eelmisel mootoril. Diislimootori paremused: 1) võib tarvitada põletiseks odavaid toorõlisid: 2) pole vaja kuluka'd süüteseadeid; 3) kõrge ökonoomiline kasutegur. Viimasel ajal hakatakse tarvitama diislimootoreid ka jõuvankritel.

Andmeid sisepõlemootorite põletiskulu ja rõhkude kohta.

Põletiseliik	Rõhk surve lõpul kg/cm² (abs.)	Keskmine indikaatoriline rõhk kg/cm² 4-taktmoot.	Absoluutne rõhk plahvatusmomendil kg/cm²	Põletise kulu kg/hj-e tund
1. Petrool	4—5	4—5,5	15—20	0,25—0,45
2. Nafta:				
a) hõõgpeaga masinad	4—9	2,5—4,5	15—22	0,25—0,46
b) diislimootorid nõelklappidega	30—35	6,8—7,5	30—40	0,18—0,25
c) nõelklappideta	30—35	6,2—6,8	30—40	0,20—0,28
3. Bensiin:				
a) paigalseisev mootor	4,0—5,5	4—5	15—22	0,25—0,35
b) automootor	4,5—6,0	[1]	15—22	0,23—0,35
4. Bensool	6—11	4,5—5,5	15—25	0,24—0,37
5. Piiritus 85%	10—15	4,0—5,5	15—25	0,42—0,60

[1]) Keskmine rõhk automootoritel 5—7 kg/cm², lennukimootoril 6—9 kg/cm².

Automootori süütejärjekord: 1) 4-silindermootor 1—2—4—3 või 1—3—4—2; 2) 6-silindermootor: 1-5-3-6-2-4; 3) 8-silindermootor: 1-6-2-5-8-3-7-4.

Ehitustehnika.

A. Tähtsamate tööde normid.

Aluseks on võetud „E. V. Raudteede ehitustööde normid“ täiend. ja muudatistega.

Märkmeid: 1) Tööjõunormide aluseks on võetud 8-t. tööpäev. 2) Normides on ette nähtud vilunud tööjõud. 3) Kulu käsitööriistadele, nagu labidad, kirved, vasarad jm., on ette nähtud tööjõunormides. 4) Kiviehitiste juures ei arvestata eraldi kulusid tellingitele, raamidele, kärudele, hoiukuuridele ja muudele abinõudele, vaid lisatakse eelarvele juurde 6% eelarve summast, kui viimane ei tõuse üle 10000 krooni; eelarvetes kr. 10000—300000 vähendada seda protsenti 0,01 võrra iga kr. 1000 pealt, mis üle kr. 10000. Näide: kr. 240000 eelarvele on see protsent $6 - 230 . 0{,}01 = 6 - 2{,}3 = 3{,}7$; üle kr. 300000 võtta 3% eelarvest. 5) Palkide, plankude, laudade ja lattide pikkus on normides arvat. 6,4 m. 6) Ehitamisel tarvitatavamad kantmõõdud: 1 kandekast = 0,55 m . 0,50 m . 0,20 m = = 0,055 m^3 = 55 l.; 7) 1 naelakast 0,125 m . 0,45 m . 0,2 m = 0,011 m^3 = 11 l.; 8) 1 segukast = 4 kandekasti = 220 l.; 9) 1 koorem liiva = 0,45—0,60 m^3.

I. Mullatööd. (mullatööline, lühend. mt.)

Maaliigid: I liik sõreliiv, kohe muld; II — põllumaa harilik saviliivane ehk savine maa; III — tihe merglisegune kildkivisavi, tihedaks vajunud kruus, turvas, segatud juurte ja kändudega; IV — kõvenenud savine maa, kivi-prügisegune maa, külmanud kuiv maa; V — hästi kõvenenud, raske savine maa, kivinenud peenliivane maa, külmanud märg maa; VI — kõva kivine, pragunenud paekivine, pehme liivakivine ja läbijäätanud maa.

1. 1 m^3 mullakaevamine maapinnalt või kraavidest ühes mulla viskam. 1 m kaugusele nõlva äärest.

Sügavus kuni / Maaliik	1,4 m	2 m	3 m	4 m	5 m
I	0,12	0,15	0,22	0,29	0,36
II	0,22	0,26	0,32	0,38	0,46
III	0,38	0,41	0,48	0,56	0,64
IV	0,63	0,69	0,77	0,86	0,97
V	0,87	0,94	1,04	1,17	1,29
VI	1,15	1,23	1,35	1,48	1,62

2. 1 m^3 lahtise mulla panemine kärudesse, vankritesse ehk vagonettidesse või mulla eemaleviskamine kuni 3 m. horisont.-kauguseni on vaja I ja II liigi maa puhul 0,09 mullatöölist ja III, IV, V ja VI liigi maa puhul 0,12 mt.; sama mulla eemaleviskamine kuni 4,5 m horisont.-kauguseni või 2,5 m kõrguseni I ja II liigi maa puhul 0,12 mt., III, IV, V ja VI — 0,16 mt.

3. 1 m^3 mulla vedamiseks kärudes laudadest käruteedel ühes mahaajamisega ja tasandamisega vaja mullatöölisi:

Kaugus m-tes kuni . .	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Mullatöölisi	0,055	0,067	0,078	0,088	0,098	0,109	0,120	0,132	0,144	0,156

Üle 100 m tuleb lisaks iga 10 m peale 0,009 mullatöölist.

4. 1 m^3 mulla vedamiseks hobustega ühes mahaajamise ja tasandamisega vaja hobusemehi:

Kaugus	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000
Hobusega	0,072	0,080	0,088	0,1	0,111	0,125	0,139	0,149	0,160	0,173	0,185	0,247	0,310

II. Puitsepatööd. (puitsepp, lühend. ps.)

Allpooltoodud töödenormid sisaldavad tööjõude talade, müürilattide, sarikate ning toolverkide materjali ülestõstmiseks kuni 8 m ehituskõrguseni, kuna peale seda suurendatakse puitseppade arvu 1,5% võrra iga 1 m-le.

1. Puitmaterjali ümbertöötamine.

a) Palkide ja lattide ümbertöötamine ühes keeramisega ja ümberpaigutamisega.

Läbimõõt	Saagimine		Tahumine		Hööveldamine				Põigiti läbi	
	ühest küljest	neljast	ühest küljest	neljast	ühe saetud külje	nelja	ühe tahutud külje	nelja	saagimine	raiumine
	1 meetrile									
mm	Saagijaid		Puitseppi							
Latid 63—89	—	—	0,0058	—	—	—	0,0041	—	0,0025	0,0020
Palgid 102-140	—	—	0,0088	—	—	—	0,0065	—	0,0063	0,0050
178	0,021	0,085	0,014	0,056	0,0071	0,028	0,0094	0,038	0,011	0,0085
203	0,024	0,094	0,016	0,066	0,0080	0,032	0,010	0,041	0,013	0,010
229	0,026	0,10	0,018	0,075	0,0094	0,038	0,012	0,049	0,015	0,011
267	0,030	0,12	0,021	0,085	0,011	0,045	0,015	0,060	0,019	0,015
305	0,034	0,13	0,024	0,094	0,013	0,053	0,018	0,071	0,023	0,018
355	0,039	0,16	0,031	0,12	0,016	0,064	0,022	0,086	0,026	0,022

Teraskandi mahavõtmine (fassettide tegemine) ühes hööveldamisega, laiusega kuni 25 mm, 1 m-le vaja puitseppi 0,0071.

Märge: Kui palkide tahumise juures jäetakse palgil boomkandid, siis vähendada tööjõudu 25%. Kui tahumine tehakse sabluni järgi, siis suurend. tööjõudu 50%.

b) Laudade ümbertöötamine ühes -paigutamisega.

Paksus	Põigiti 203 mm laiusel		Pikuti kitsamaks saagimine	Serva tahumine nööri järgi	Serva hööveldamine	Poolpunni tegemine	Punni või nuudi tegem.
	Läbiraiumine ja otsast tasandamine	Saagimine	1 meetrile				
mm	Puitseppi						
25	0,0062	0,0038	0,0094	0,0015	0,0018	0,0094	—
38	0,0087	0,0061	0,015	0,0022	0,0026	0,012	0,020
51	0,012	0,0085	0,020	0,0029	0,0035	0,015	0,021
63	0,015	0,011	0,026	0,0037	0,0041	0,018	0,026
76	0,019	0,013	0,032	0,0044	0,0053	0,021	0,029

2. Seinte, kaevu- ja mustusaukude rakete tegemine; hoonete sõrestikkered ja tõrvamine. Märkmeid: 1) Palkehitiste seinte ja ka rakete pinda arvestada välismõõtude järgi, välja arvatud sisemised palkvaheseinad, kui palgid ei ole sisse raiutud välisseintesse. Kaba- ja hammasnurkade väljaula-

tuvad otsad arvata juurde seinapinnale. 2) Palkide arvestamisel elumajade ehitusel ei arvata maha seinte pinnast akna- ja uksemulke, kuid ei lisata ka juurde palke jatkude, mahasaetud (või raiutud) otsadele ja seinte vajumisele.

1 m² palkelumaja seina tegemisele käppühenditega ühes palkide ühe külje ja tüveotsade tahumise, palkide varamise, salapulkadega ühendamise ja takkude panemisega kõikidesse palgivahedesse ning isoleerpapi panemisega alumise palgirea ja sokli vahele akna- ja uksemulkude mahaarvamiseta vaja materjali ja puitseppi, kui palgi pikkuseks on ette nähtud 6,4 m. (vt. tab.).

Palgi jämed. mm	Puitseppi		Palke		Takku kg
	ühe külje tahumisega	kahe	tükki	tihumeetr.	
178	—	0,56	1,03	0,24806	1,15
203	0,56	0,62	0,90	0,25485	0,97
229	0 56	—	0,8	0,27184	0,90

Märkmeid: 1) 1 m alusele vaja isoleerpappi 0,45 m². 2) Mitteeluhoonete jaoks vaja 1 m² seinale puitseppi 0,53 — 178 ja 203 mm palkidele; materjale peale isoleerpapi läheb sama palju kui eluhoonetele. 3) 1 m² kaevude ja mustusaukude palkidest rakete tegemine käppühendiga ühes sisekülje tahumisega ja varamisega vajab puitseppi 0,66 ja 1,03 palki 178 mm × 6,4 m = 0,24806 tihumeetr. 4) Sama töö 229 mm poolpalkidest ühes tõrvamisega; 1 m² raketele vaja 0,65 puitseppi ja 1,1 poolpalki 229 mm × 6,4 m = 0,18684 tm; tõrva 2,62 kg. Palkidest kerede tegemine, ühes palkide tahumisega 4 küljest ja ühendite tegemisega sõrestikehitistele, samuti ka vaheseinte raamide tegemine, tarviduse korral poldimulkude puurimisega ja poltide ning klambritega kinnitamine 1 m-le:

Palgi-jämed. mm	Puitseppi		Palke	
	höövel-damisega	höövel-damiseta	tükki	tihu-meetrit
178	0,16	0,19	0,17	0,04078
229	0,19	0,21	0,17	0,05777
267	0,21	0,24	0,17	0,07929

Sama töö, kuid vanadest tahutud palkidest 1 m-le: puitseppi 0,12. Mädanenud palkide väljaraiumine seintest ja uute asemelepanemine, ühes ühe külje tahumisega ja takutamisega mõlemalt poolt, isoleerpapi panemisega alumise palgirea ja sokli vahele, ühes kõigi ettevalmistustöödega 1 m-le vaja palke tk. 0,17; takku 0,36 kg, isoleerpappi 1 m-le 0,45 m² ja puitseppi: 178 mm palkidele 0,26, 203 mm — 0,3 ja 229 mm — 0,35.

Palkseinas mulkude sisseraiumine ahjude ja hariliku suurusega uste või akende jaoks 1 m² vaja 0,43 ps., sama töö vaheseintes vajab 1 m²-le 0,38 ps. Pindade tõrvamine puittõrvaga 2 korda ühes tõrva keetmisega 1 m²-le: a) suurtel pindadel tõrvajaid 0,04, puittõrva 1,44 kg; b) väikestel osadel vastavalt 0,06 ja 1,62. Kui tõrvata üks kord, siis võtta tööjõust ja materjalist 60%.

3. Talad ja müürilatid. Talade tahumine kahelt poolt, ühes talade otsade tõrvamise, tõrva keetmise ja tõrvapapiga mähkimisega, puitseintesse kalasabaga sisseraiumisega ühes kohalepanemisega, tala 1 m-le vaja palke 0,16 tk., tõrva 1 kg, puitseppade ja palkide hulka tihumeetr. leiame kõrvalolevast tabelist. Alumisel korral valmis alusele põranda aluspalkide panemine vesiloodi järgi vaja 1 m-le 229 või 267 mm poolpalke 0,16 (0,02718 või 0,03738 tm) ja 0,077 puitseppa; 63 mm × 102 mm lattidele — puitseppi 0,052, latte 0,16 tk = 0,00651 tm. Laetalade tahumine 4-jast küljest ühes lattide

Palkide jämed. mm	Puitseppi		Palke tihu-mtr.
	kivi-hoonele	puit-hoonele	
229	0,11	0,13	0,05436
267	0,14	0,16	0,07476
305	0,17	0,19	0,09514

külgelöömisega mustpõrandatele ja töödega, mis tähendatud ülal, vaja 1 m-le 267 mm või 305 mm palke 0,16, latte 63 mm × 63 mm × 6,4 m 0,32 tk., naelu (8″) 203 mm 8,5 tükki; puitseppi 267 mm palkide puhul 0,17 ning 305 mm puhul — 0,19. Talade, pikutitalade, pealispuude, pihtade, vekslite, sidemete valmistamine, kahest või neljast küljest tahumisega ja teiste vajalikkude töödega vaja 1 m-le 0,165 palki ja puits. (vt. tab.):

Läbim. mm				178	203	229	267	305
Puitseppi	Tahutud	neljast	küljest	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19
		kahest	küljest	0,14	0,16	0,19	0,22	0,24

4. Põrandad, laed, laudkatted, laevooderdised ja äärliistud. Talade vahel mustpõrandate ja lagede tegemine poolpuhastest poolpunnitud laudadest ühes vajalikkude töödega ja kohaleasetamisega, talade väljaarvamiseta 1 m² põrandapinnale: 38 mm laudu 0,725 tk., puitseppi 0,13, naelu 3″ (76 m) 7 tk., 51 mm poolpuhtaid laudu 0,725 tk., puitseppi 0,14, naelu 4″ (102 m) 6 tk. Mustade põrandate ja lagede tegemine 51 mm — 63 mm vaheldi asetatud pindadest ühes vajalikkude töödega, talade väljaarvamiseta, 1 m² põrandapindalale vaja: pinde 10—12 m, 0,13 ps. ja naelu 5″ (127 mm) 11 tk.

Puhaste põrandate tegemine punnitud laudadest ühes vajalikkude töödega, põranda 1 m²-le vaja: 38 mm või 51 mm × 203 mm laudu 0,956 tk., naelu (4″) 102 mm või (5″) 127 mm 9 tk. ja 0,20 ps.; sama töö, kuid raamiga vajab 0,21 ps Talade peal puhaste lagede tegemine punnitud, hööveldatud ja profiilitud laudadest ühes ligiajamisega ja, kus tarvis, ülehööveldamisega, 1 m²-le vaja 38 mm või 51 mm × 203 mm laudu 0,956 tk., naelu (4″) 102 mm või (5″) 127 mm 6 tk., 0,16 ps. Lae vooderdamine 25 mm poolpuhaste laudadega krohvi alla ühes laudade lõhestamisega, kiilumisega ja tellingite tegemisega, 1 m²-le vaja laudu poolpuhtaid 25 mm × 203 mm 0,879 tk., naelu 127 mm 12 tk. ja 0,07 ps. Lae siledalt vooderdamine 25 mm puhaste laudadega ühes servade- ja küljehööveldamisega, 1 m²-le vaja laudu 25 mm × 203 mm — 0,96 tk., naelu (3″) 12 tk. ja 0,27 ps.

5. Vaheseinad ja vooderdised. Krohvi alla vaheseinte tegemine sideraamist ja postidest, mõlemalt poolt vooderdisega 25 mm poolpuhastest laudadest teiste vajalikkude töödega, 1 m², maha arvates mulgud, vaja: palke 178 mm 0,235 tk., laudu 25 mm × 203 mm 1,615 tk., naelu (3″) 76 mm 21 tk., raudkinnitisosi 178 mm pikad 1 tk. ehk 0,09 kg, ja 0,26 ps. Palkseinte vooderdamine 25 mm püsti-asetatud laudadega ühes lattide seinte külge löömisega, laudade vahedele liistude panemisega, laudade ja liistude hööveldamisega ning viimaste profiilimisega, 1 m²-le vaja: laudu 25 mm × 203 mm — 0,96 tk., liiste 25 mm × 63 mm — 1,05 tk., latte 63 mm × 63 mm 0,18 tk., naelu (2″) 51 mm 20 tk., (3″) 76 mm 10,5 tk., (6″) 152 mm 1,1 tk. ja 0,33 puitseppa. Palkseinte vesiloodis vooderdamine 25 mm hööveldatud rustiklaudadega ühes poolpunnitegemise, hööveldamise ja profiilimisega, palkide tahumisega lattide kohalt ja viimaste seinte külge löömisega, 1 m²-le: laudu 0,96 tk., latte 63 mm × 63 mm 0,18 tk., naelu: 76 mm 10,5 ja 152 mm 1,1 tk. ja 0,43 ps. Valmis laudade puhul väheneb tööjõud 0,22 võrra.

6. Ukse- või aknapiidad ja uksed. Puitseintes ukse- või aknapiitade tegemine ühes palkide saagim., tahum., hööveldam. ja nurkühendite-, seinapalkides tappide tegemisega, piitades tagumisel küljel nuudi ja esimesel — veerandite välja võtmisega ja piitade koheleseadmine loodi järele ühes takkude või vildi vahelepanemisega piida valgeava 1 m-le: a) palkidest 229 mm või

267 mm palke 0,192 tk. ja 0,42 ps. või 0,48 ps.; b) laudadest: 63 mm või 76 mm × 203 mm laudu 0,187 tk. ja 0,32 ps.; vilti 0,24 m² või takku 0,4 kg (mõlematel juhtudel).

Sama töö külmhoonetele: 1 m-le vaja 178 mm või 229 mm või 267 mm palkę 0,192 tk., ja puitseppi vastavalt 0,29, 0,37 või 0,42. Lihtsate uste tegem., suluste külgepanemisega ja ukse kohaleseadmisega, ukse 1 m²-le 38 mm või 51 mm laudu 0,9 tk., ja vastavalt 0,61 või 0,7 ps. Sama töö otslaudadel nuudi ja ukselaudadel punni tegemisega jm. vaja vastavalt 0,75 või 0,95 ps. Uste kohaleseadmine ühes kõigi suluste külgepanemisega 1 uksele 0,66 ps.

7. Sarikad ja katused. Lihtsate ehk lamav-sarikate (toetatud) valmistamine ja ülesseadmine kuni 12 m avaustel ühes raudosa külgepanemisega ja tarbekorral otsade väljatöötamisega ja höövelda misega palgi või prussi 1 m-le vaja palke, prusse või laudu 0,164 tk., puitseppi 178 mm palkidele ühe külje tahumisega 0,094, 203 mm palkidele 0.1; 102 mm × 152 mm prussidele — 0.08; 127 mm × 178 mm prussidele 0,09; 63 mm × 203 mm ja 76 mm × 203 mm laudadele 0,08 puitseppa. Katuste roovimine 51 mm × 51 mm lattidega, vaja 1 m² puitseppi iga liigi katuse jaoks 0,038, naelu 127 mm 3 tk. ja latte a) sindelkatusele 0,6, kardkatusele 0,45 ja kivikatusele 0,65. Kardkatusele laudu 51 mm × 203 mm — 0,15 tk. Kardkatuse räästa, harja ja šottrennide roovimine 51 mm laudadega; laua 1 m-le vaja: puitseppi 0,02, laudu poolpuhtaid 0 17, naelu 127 mm 1,1 tk.

8. Trepid. Trepiastme kõrguse (h) ja laiuse (b) määrab valem $2h+b=60$ kuni 64 cm; äärmised piirid h jaoks 15—20 cm ja b jaoks 20—40 cm; keerdtrepi astme kitsama otsa piirid > 10 cm; trepikoja laiuse mõõdud 1,50 m ühemarsilise trepi, 2,45 — kahe marsi juures. Harilikkude treppide tegemine 51 mm laudadest ühes kõikide vajalikkude töödega ja kohaleseadmisega, arvates astme 1 m-le: puitseppi 0,47; laudu a) 76 mm × 203 mm 0,094; b) 51 mm × 203 mm 0,34 ja c) 25 mm × 203 mm 0,41 tk.; palke 178 mm 0.8 tk., latte 51 mm × 76 mm 0,234 tk., kokku puitmassi 0,07015 tm; naelu 178 mm 1 ja 102 mm 5 tükki. Pööningutrepi tegemine astmete, servlaudadeta ja vooderdiseta, laiusega kuni 0,7 m, trepi 1 m-le: puitseppi 0,8, laudu 63 m × 203 — 0,32 tk., laudu 51 m × 203 m 0,52 ja naelu 127 mm 10 tk.

III. Laudsepatööd. (laudsepp, lühend. ls.)

1. **Akna- ja uksepiidad.** Kiviehitiste jaoks sissemüüritavate akna- ja uksepiitade tegemine kõikide vajalikkude töödega, piida valgemulgu 1 m-le, vaja: 102 mm × 152 mm prusse 0,19, laudseppi 0,25; või 152 mm × 203 mm prusse 0,192 tk. ja 0,28 ls.

2. **Aknaraamid.** Lahtikäivate harilikkude aknaraamide tegemine ühes kõikide vajalikkude töödega, raami 1 m²-le — vaja: 1,25 laudseppa, laudu 51 mm × 229 mm 0,3 tk. ja 63 mm × 229 mm 0,073 tk., liimi 0.02 kg; samuti kinniste talve aknaraamide 1 m²-le — 0,9 ls., laudu 51 mm × 229 mm 0,35 tk. ja liimi 0,02 kg; suluseid tegeliku tarviduse järgi.

3. **Uksed.** Ühe- või kahepoolsete siledate uste tegemine ühe või kahe ristpuuga ja otslaudadega ühes vajalikkude töödega 1 m²-le — vaja: 1,25 ls., laudu 51—63 mm × 229 mm — 0,9, liimi 0,07 kg. Harilikkude 2—3 ristpuuga tahvlitega uksed 1 m²-le — vaja: 2,25 ls., laudu 51—63 mm × 254 mm — 0,66 tk. ja liimi 0,07 kg.

4. Aknaluugid. Tahvlitega aknaluukide tegemine ühes kohaleseadmisega ja suluste külgepanemisega, 1 m²-le vaja 1,5 ls., laudu 51 mm × 229 mm 0,66 tk., laudu 38 mm × 229 mm 0,44 tk. ja liimi 0,08 kg.

5. Raamistised ja liistlaud. Akende ja uste sirgete raamististe tegemine, laiusega kuni 15 cm, ühes kohalepanemisega, 1 m-le vaja: laudseppi 0,12, laudu 25—38 mm × 152 mm 0,16 tk., naelu 102 mm 2 tk., samuti kõverjooneliste raamististe 1 m-le: 0,18 ls., laudu 25—38 mm × 152 mm 0,24 tk., naelu 102 mm 3 tk. Põranda liistlaudade kohalepanemine ühes kiviseintes valmisraamististe ja valmismulkudesse pulkade panemisega 1 m-le vaja 0,05 ls., naelu (4″) 102 mm — 2 tk., liistlaudu või raamistusi 1,05 m, naelu 102 mm — 2 tk.

6. Käsipuud. Tamme-, kase- või saarepuidust sirgete käsipuude tegemine ühes laudade lõhkisaagimisega, kohalepanemisega ja lakkimisega 1 m-le vaja 0,62 ls., laudu 63 mm × 229 mm 0,06 tk., piirituslakki 0,023 kg, polituuri 0,008 kg, puidukruve 38 mm 3 tk. Samuti kõverjooneliste käsipuude 1 m-le 1,86 ls., laudu 63 mm × 229 mm 0,1 tk., piirituslakki 0,023 kg. polituuri 0,008 kg, puidukruve 38 mm 5 tk.

Märkus: Puitseinte puhul vähendada antud tööjõunormi 40%.

IV. Müürsepatööd. (müürsepp, lühend. ms., lihttööline, — lt.)

1. Segude valmistamine. 1 m³ segu valmistamiseks võtta üksikuid aineid tabelites I, II ja III näidatud vahekorras.

Tabel I. Segasegu.

Segasegude mahtude proportsioon			1 m³ segu jaoks vaja:						Lihttöölisi ühes lubja kustutamisega
			portland-tsementi		kustutamata lupja		lubja tainast	liiva	vett	
Tsement	Lubja tainas	Liiv	m³	kg	m³	kg	m³	m³	liitrit	
1	1	6	0,176	211	0,148	126	0,176	1,06	560	1,08
1	2	9	0,115	138	0,193	164	0,230	1,04	660	1,11
1	3	9	0,104	125	0,262	223	0,312	0,936	975	1,18
1	3	12	0,086	103	0,216	183	0,258	1,032	710	1,12

Märkmeid: 1) Segu valmist. on tabelis portland-tsemendi kaoks arvatud 2% ning lubja ja liiva kaoks 1%. 2) Segu käsitsi valmistamine: a) tainaks kustutatud lubjast, 1 m³-le 0,75 lt.; b) tsemendist, kuivalt liivaga segamisega ühes vee juurevalamisega ja segamisega tarvitamise juures, 1 m³-le vaja: müürseppi 0,2 ja lihttöölisi vt. tab. II, viimane lahter; c) segasegu valmist. lubjatainast, tsemendist ja liivast, 1 m³-le vaja: 0,1 ms. ja 1 lt.; d) 1 m³ puhta kipsisegu valmistamiseks vaja 1,75 lt., põletatud kipsijahu 1220 kg ja vett 2100 l. 3) Lubjasegu valmistamine proports. lubjataina 1 mahule 2 mahtu liiva, ühes põletatud lubja kustutamisega, käsitsi liiva ja lubjataina segamisega 1 m³ segule: a) liiva sõelumata 0,95 lt., kustutamata lupja 309 kg, liiva 0,86 m³, vett 1000 l.: b) liiva sõelumisega 1,08 lt., liiva 0,86 m³ + 5% = 0,9 m³, vett ja lupja sama palju kui p. a).

Materjalide arvestamisel segasegu valmistamisel arvata segasegu ruumala $v_s = v_t + {}^2/_3(v_l + v_{ts})$, kus v_t = lubjataina- v_l — liiva- ja v_{ts} — tsemendi ruumalad; siit leiame, et $v_t = v_s - {}^2/_3(v_l + v_{ts})$; Kui näiteks 1 m³ segasegu valmistamiseks võetakse 0,7 m³ liiva ja 0,35 m³ tsementi, siis $v_t = 1 - {}^2/_3 . (0{,}7 + 0.35) = 0{,}3$ m³. Vett arvestada II tab. märkus 3 järgi.

Tabel II. Tsemendisegu.

Ühe tsemendi mahu peale liiva	Portland-tsementi		Liiva	Vett	Lihttöölisi	Ühe tsemendi mahu peale liiva	Portland-tsementi		Liiva	Vett	Lihttöölisi
	m³	kg	m³	liitrit			m³	kg	m³	liitrit	
Liivata . .	1,28	1535	—	430	0,58	3½ mahtu .	0,29	350	1,02	180	0,72
½ mahtu .	0,88	1060	0,44	330	0,60	4 „	0,26	315	1,05	175	0,74
1 „ .	0,65	780	0,65	270	0,62	4½ „ .	0,24	290	1,07	170	0,76
1½ „ .	0,52	625	0,78	240	0,64	5 „ .	0,22	265	1,09	165	0,78
2 „ .	0,43	515	0,87	220	0,66	6 „ .	0,19	230	1,12	155	0,80
2½ „ .	0,37	445	0,93	200	0,68	7 „ .	0,16	195	1,15	150	0,80
3 „ .	0,33	395	0,99	195	0,70						

Märkmeid: 1) 1 m³ tünnidest välja puistatud portland-tsementi kaalub 1200 kg. 2) 1 tünn sisaldab 0,1 m³ ja kaalub 170 kg. 3) Vee maht on võrdne 1/3 tsemendi mahule + 1/12 liiva mahule. Näiteks, kui segu tehtakse 1 m³ tsemendist ja 2 m³ liivast, siis peab vett võtma $Q = 1/3 . 1 + 1/12 . 2 = 1/2$ m³ ehk 500 l. 4) Tsemendi kao peale segu valmistamisel on tabelis juure arvatud 2%. 5) Eelarvetes peab tingimata tsemendi hulka näitama kaalus (kg). Tsemendi teissuguse erikaalu juures, kui tabelis kokkuseadmisel arvesse võetud, teha tsemendi kaal kindlaks katsetega. 6) Vaadata tabel III märkus 5.

Tabel III. Lubjasegu. (Vastavalt lubjaomadusele.)

1 lubjataina mahule liiva	Kustutamata lupja	Lubjapulbrit	Lubjatainast	Liiva	1 lubjataina mahule liiva	Kustutamata lupja	Lubjapulbrit	Lubjatainast	Liiva
	m³	m³	m³	m³		m³	m³	m³	m³
a) liivata	1,250	1,312	1,000	—	f) 2,5 mahtu	0,255	0,597	0,375	0,937
b) 0,5 mahtu	0,914	1,015	0,750	0,375	g) 3 „	0,215	0,537	0,333	1
c) 1 „	0,723	0,831	0,600	0,600	h) 3,5 „	0,170	0,467	0,286	1
d) 1,5 „	0,476	0,714	0,500	0,750	i) 4 „	0,139	0,417	0,25	1
e) 2 „	0,360	0,630	0,430	0,860					

Märkmeid: 1) 1 m³ põletatud lubja kustutamiseks: a) pulbriks vaja 750 l vett ja 0,25 lihttöölist, b) paksuks tainaks 2750 l vett ja 0,56 lt. 2) 1 m³ kustutamata lupja kaalub 850 kg. 3) Lubja pulbrist taina valmistamisel on kadu kuni 2%. 4) Segu valmist. kadu on 1%. 5) Kui liiv sõelutakse enne tarvitamist, siis suurendada tabeli norme 5% võrra.

2. Telliskividest müüritis. 1) Ühe m³ müüritisele läheb 320 telliskivi mõõduga 26,8 cm × 13,4 cm × 6,7 cm, maha arvata tuleb igasuguste mulkude ja aukude maht; katkenemiseks arvata juurde a) seintele 5%, b) võlvidele 8% ja c) suure arvu postidele ja kaartele, kus tarvitatakse 3/4 telliskive, — 15%; kui telliskivid on seisnud lahtise taeva all üle 2 aasta, siis arvata veel juurde 5% ülal-antud arvudele. Ühe m³ müüritisele arvata 0,31 m³ segu; 2) 100 telliskivi segu ja vee (kantava materjali kogu kaal keskm. = 6500 kg) üleskandmiseks ühes ehitise juurde toomisega 75 m kauguselt, arvata lihttöölisi järgmiselt:

Kandm. kõrgus m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lihttöölisi	1,77	2,04	2,31	2,58	2,85	3,12	3,39	3,66	3,93	4,2	4,47	4,74	5,01	5,28	5,55

3) Sama materjali kandmiseks horisontaalsihis vaja 1,5 lihttöölist. Kui kandmist toimetatakse müürseppadega, siis määrata 1 lt. asemel 0,7 ms. 4) Telliskividest lihtsa müüri tegemine sihtnööri, vesi- ja püstloodi järgi, vahede killutamisega ja iga rea ülevalamisega vedela lubjaseguga ühes lubja kustutamisega ja segu valmistamisega, kõigi müürimiseks vajanduva materjalide juurde kandmisega kuni 75 m kauguselt ja kuni 5 m kõrguseni 1 m^3-le vaja 236 telliskivi; tööliste ja materjal. hulka näitab järgm. tab.

Segu nimetis		Seina paksus kivides					Lihttöölisi			Kustutamata lupja kg	Liiva m^3	Vett liitrit	Tsementi kg
		1/2	1	1 1/2	2	2 1/2 ja pakseim	Tellisk. ja vee kandm.	Segu valmist.	Kokku				
Lubjasegu	Müürseppi	2,75	2,00	1,45	1,13	0,95	0,72	0,34	1,06	96	0,28	360	—
Tsemendisegu 1:3		2,82	2,07	1,52	1,20	1,02	0,72	0,26	0,98	—	0,33	260	123
Segasegu 1:2:9		2,78	2,03	1,48	1,16	0,98	0,72	0,39	1,11	51	0,34	210	43

Märkmeid: 1) Tsemendisegul on segu valmistamiseks arvatud 0,07 ja segasegul 0,03 müürseppa. 2) Kui müürituses on palju mulke, siis suurendada müürseppi 10% võrra. 3) Teises proportsioonis, kui tabelis näidatud segu tarvitamisel muuta vastavalt liiva, tsemendi ja lihttööliste arvu. 4) Võlvide, postide, kaarte mittekrohvitavate korrrapäraste seinte müürimisel suurendada müürseppi 25% võrra ja lihttöölisi 0,02 võrra m^3 kohta. 5) Telliskividest sammaste ja väikeste osade (mitte üle 100 kivi) müürimisel vaja 1 m^3-le: a) lubjasegul 4 ms. ja 1,1 lt.; b) tsemendisegul (1:3) 4,08 ms. ja 1,14 lt.; telliskive 368; muid aineid tabelis antud normide järgi.

3. Pae- või raudkivimüüritis. Märkmeid: 1) Pae- või raudkivimüüritiseks on võetud lubjasegu: 2 mahtu liiva 1 mahu lubjatainale. 2) Tsemendihulk arvestada I ja II tab. järgi. 3) Lubi on võetud kustutamata; lubja kustutamiseks vajalik tööjõud on sisse võetud tööjõunormi desse. 4) 1 m^3 vundamendi müürimiseks on võetud 0,37 m^3 ja 1 m^3 seina müürimiseks 0,38 m^3 lubja- või tsemendisegu. 5) Segude valmistamiseks vajalik tööjõud on sisse võetud tööjõu normidesse.

1. Vundamendi müürimine suurtest raudkividest seguta ühes kivide puhastamisega ja tihedalt asetamisega, täites vahed kivikildudega, 1 m^3-le: müürseppi (ms) 0,48, lihttööl. 0,38 ja kive 1,28 m^3.

2. 1 m^3 vundamendi, sokli ja seina müürimine.

1 m^3-ri müüritiseks vaja:	Vundamendi müürimine						Sokli ja seina müürimine				
	Raudkivist			Paekivist			Raudkivist			Paekivist	
	Lubja segul	Tsem.-segul		Lubja segul	Tsem.-segul		Lubja segul	Tsem.-segul		Lubja segul	Tsem.-segul
		1:4	1:3		1:4	1:3		1:4	1:3		1:4
Müürseppi	0,61	0,65	0,65	0,52	0,55	0,55	1,2	1,3	1,3	1	1,1
Lihttöölisi	0,92	0,95	0,95	0,86	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Kive m^3	1,25	1,25	1,25	1,16	1,16	1,16	1,25	1,25	1,25	1,24	1,24
Kustumata lupja kg	114	—	—	114	—	—	117	—	—	117	—
Tsementi kg . . .	—	118	146	—	118	146	—	120	150	—	120
Liiva m^3	0,32	0,39	0,37	0,32	0,39	0,37	0,33	0,4	0,4	0,33	0,4

Märkmeid: 1) Võlvide tegemisel paekividest lisada juurde antud tööjõule 50% ja paekividele 10%. 2) Tabelis antud tööjõud on arvestatud ühes välisseinte konaruste mahalöömisega, vahede täiskiilumisega ja kivikildude valmistamisega kuni 2 m kõrguseni. 3) Seina seestpoolt tasaseks löömiseks vaja lisada müürseppi juurde iga m^3-le 0,56. 4) Üle 2 m kõrge seina müürimisel lisada juurde igale järgnevale 2 m 1 m^3-le 0,12 lt.

V. Betoonitööd. (betoonitööline — bt., lihttööline — lt.)

I. Üldjuhiseid: 1) Töönormides on ette nähtud nii puhas kivikillustik, et teda võib töö jaoks tarvitada pesemata; kui killustik nõuab pesemist, siis selleks arvata tööjõud eraldi. 2) Betoon valmistatakse tsemendist, liivast ja lõhutud või loomulikust kivikillustikust, mille üksikute kivikeste suurus ei või olla üle 60—80 cm^3 ega alla 7 mm läbimõõduga. 3) Hunnikutes seisnud kivikillustik peab sõelutama ja tarviduse korral pestama. 4) 1 m^3 sõelumiseks arvata 0,22 lt. ja pesemiseks ühes vee kandmisega kuni 20 m kauguselt — 0,2 lt. 5) Betoonkonstr. maht arvestada tegelikkude mõõtude järgi. 6) Vajanduv puitmaterjal arvestada 0,4 hinnaga ühekordsel ja 0,6 hinna kahekordsel tarvitamisel. 7) Ühe 1 m^3 kiviprügi valmistamine (ühes tööriistade-kuluga) kuni 0,04 m^3 suurustest kividest vajab kive 0,95 m^3, kivilõhkujaid:

raudkivi.	kõvapaas	paas	telliskivi
1,72	1,38	1,15	0,85

II. Betoonsegu käsitsi valmistamine ühes vajanduvate materjalide juurdekandmisega kuni 100 m kauguselt, liiva sõelumisega ja segamisega, 1 m^3 kohaleaset. ja kinnitambit. bet. võtta aineid tab. I, II ja III näidatud vahek.

Tabel I. Betooni koostis: tsem., liiv ja lõhutud kivikillustik.

Tsemendi, liiva ja kivikillustiku vahekord	Materjale: Tsementi	Liiva ühes 5% lisaga sõelmete peale	Lõhutud kivikillust.	Raudkivist	Kõvast paekivist	Haril. paekivist	Telliskivist	Betoonsegu valmistamiseks: Betoonitöölisi	Lihttöölisi liiva sõelumisega
	kg	m^3	m^3	Killustiku valmistamiseks: Kivilõhkujaid		Lihttöölisi			
1:2:2	390	0,68	0,65	1,12	0,90	0,75	0,55	0,22	1,14
1:2:3	330	0,58	0,82	1,41	1,13	0,94	0,70	0,20	1,12
1:2:4	280	0,50	0,95	1,63	1,30	1,09	0,81	0,18	1,09
1:2:5	252	0,44	1,04	1,79	1,43	1,20	0,88	0,17	1,05
1:2:6	222	0,39	1,11	1,91	1,53	1,28	0,94	0,16	1,04
1:2½:3	305	0,67	0,76	1,31	1,05	0,8	0,65	0,21	1,13
1:2½:4	266	0,58	0,89	1,53	1,22	1,02	0,76	0,19	1,12
1:2½:5	236	0,51	0,98	1,69	1,35	1,13	0,83	0,18	1,09
1:2½:6	215	0,46	1,06	1,82	1,46	1,22	0,90	0,17	1,08
1:3:3	285	0,74	0,71	1,22	0,98	0,81	0,60	0,22	1,13
1:3:4	250	0,66	0,84	1,45	1,16	0,97	0,71	0,20	1,12
1:3:5	224	0,59	0,93	1,60	1,28	1,07	0,79	0,19	1,12
1:3:6	203	0,53	1,01	1,74	1,39	1,16	0,86	0,18	1,10
1:4:4	225	0,79	0,75	1,29	1,03	0,86	0,64	0,22	1,18
1:4:5	202	0,71	0,85	1,46	1,17	0,98	0,72	0,20	1,16
1:4:6	185	0,62	0,92	1,58	1,27	1,06	0,78	0,19	1,14
1:4:8	157	0,52	1,05	1,80	1,45	1,21	0,89	0,18	1,12
1:5:6	170	0,71	0,85	1,46	1,17	0,98	0,72	0,20	1,18
1:5:9	138	0,57	1,03	1,77	1,42	1,18	0,88	0,18	1,12
1:6:7	146	0,73	0,86	1,48	1,19	0,99	0,73	0,20	1,18
1:6:11	115	0,57	1,05	1,80	1,45	1,21	0,89	0,18	1,12
1:7:8	130	0,75	0,86	1,48	1,19	0,99	0,73	0,20	1,18
1:7:12	105	0,61	1,04	1,79	1,43	1,20	0,88	0,18	1,12

Tabel II. Betooni koostis: tsem., liiv ja loomulik kivikillustik.

Tsemendi, liiva ja kiviprügi vahekordi	Materjale			Betoonitöölisi liivasõelum.	Lihttöölisi
	Tsementi	Liiva ühes 5% lisaga sõelmete peale	Kivikillustikku		
	kg	m³	m³		
1 : 2 : 2	380	0,66	0,63	0,21	1,12
1 : 2 : 3	315	0,56	0,79	0,19	1,08
1 : 2 : 4	271	0,47	0,90	0,18	1,07
1 : 2 : 5	240	0,40	1,00	0,16	1,05
1 : 3 : 3	271	0,71	0,68	0,21	1,13
1 : 3 : 4	236	0,62	0,79	0,19	1,09
1 : 3 : 5	211	0,56	0,88	0,18	1,08
1 : 3 : 6	190	0,49	0,95	0,17	1,06
1 : 4 : 4	211	0,73	0,70	0,20	1,14
1 : 4 : 5	190	0,66	0,79	0,19	1,11
1 : 4 : 6	173	0,61	0,85	0,18	1,10
1 : 4 : 8	147	0,50	1,02	0,17	1,10
1 : 5 : 6	158	0,69	0,82	0,17	1,13
1 : 5 : 9	125	0,55	1,00	0,17	1,11
1 : 6 : 7	135	0,71	0,83	0,17	1,13
1 : 6 : 11	108	0,55	1,00	0,17	1,11
1 : 7 : 8	118	0,73	0,80	0,17	1,14
1 : 7 : 12	100	0,59	0,99	0,17	1,12

Tabel III. Tsement ja kruus.

Tsemendi ja kruusa vahekord	Materjale		Lihttöölisi liivasõelum.	Betoontöölisi vaja 0,2
	Tsementi	Kruusa		
	kg	m³		
1 : 4	375	1,25	0,98	
1 : 5	300	1,27	1,01	
1 : 6	253	1,27	1,03	
1 : 8	192	1,27	1,05	
1 : 10	153	1,27	1,07	
1 : 12	127	1,27	1,09	
1 : 14	110	1,27	1,11	

Märkmeid: 1) Betooni tarvis tsemendisegu valmistamisel võtta vett 1/3 tsemendi mahust. 2) Betoonsegu kadu betoonimisel on tabeli kokkuseadmisel arvatud 5%. 3) Sõelumata liiva tarvitamisel vähendada lihttööliste arvu.

III. Betoonimine: 1) Kuivas kohas vundamentide, seinte, võlvide, katete, postide jne. betoonimine igasugusel kõrgusel, ühes valmis betoonsegu kuni 30 m kauguselt töökohale kandmisega ja hoolsa kinnitamisega, vormide tegemiseta, 1 m³ kohale asetatud ja kinnitambitud betoonile: 0,1 bt., 0,6 lt. 2) Igasuguste ehitisosade betoonimine kuni 2 m sügav. vee sees, ühes valmis bet.-segu kuni 60 m kauguselt töökohale kandmisega 1 m³ — 0,1 bt., 0,9 lt. ja 1,07 m³ betoonsegu. 3) Üle 2 m sügavuse lisada iga m³ mahu ja 1 m sügavusele juurde 0,07 ms. ja 0,14 lt. 4) Põrandate tegemine vesiloodi järgi ehk tarviliste kallakutega valmisalusel kiviprügi betoonsegust 1 : 4 : 5 ühes segu valmistamisega, materjalide juurdekandmisega kuni 100 m kauguselt, segu kohalepanemisega ja hoolsa kinnitampimisega, tsemendisegust (1 : 2) 1 cm paksuse krohvkihiga katmisega ja viimase siledakshõõrumisega ja lihvimisega 1 m² põranda pinnale: 5 cm paksuse betoonkihile 0,21 betoonitööl., 0,1 lihttööl., tsementi 15 kg, kiviprügi 0,04 m³, liiva 0,042 m³; 7 cm kihi juures vastavalt 0,22 bt., 0,14 lt., 18,5 kg, 0,055 m³ ja 0,056 m³. Igasuguste tsement-, krohv- ja betoonpindade siledakshõõrumine (lihvimine) hõõrrauaga — 1 m²-le vaja 0,1 bt. ja 2 kg tsementi.

Valmis betoonsegu üleskandmine kanderaamidel, korvides jne. 1 m³ kohale asetatud ja kinnitambitud betoonile:

Betoonsegu			Kandmise keskm. kõrgusel maapinnast m-tes									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Raudkivi-	killustik ist	lihttöölisi	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Paekivi-			0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,9
Telliskivi-			0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,8

Märkmeid: 1) Antud normid on maksvad ainult üleskandmise kohta. 2) Kui horisontaalset kandmist ei ole, siis arvata betoonsegu panemiseks kanderaamidele, korvidesse jne. 1 m³ tambitud betoonile 0,12 lt. 3) Kui kandmist toimetatakse müürseppadega, siis määrata ühe lihttöölise asemele 0,7 müürseppa.

VI. Krohvitööd. (krohvija, lühend. krh.)

I. Üldjuhiseid: 1) Materjalide kandmine kuni 10 m kõrguseni on arvatud juurde töönormidele. 2) Kiviehitistel ei arvata maha seintes olevaid akende, uste ja muude väikeste mulkude pindalasid. 3) Puitehitistes arvatakse need maha. 4) Paekiviseinte krohvimisel võtta telliskiviseinte krohvimisnormid 25% võrra suuremad. 5) Kips on antud põletatud; põletamata kipsi puhul suurendada norme 25% võrra. II. Töö d:

1. Telliskivipindade krohvimine.

Krohvimisliik	Lubjasegul 1 m² vaja				Tsemendisegul 1:3 1 m² vaja			Korstnakrohvimine pealpool katust 1 m vaja			
	Krohvijaid	Lupja kg	Liiva m³	Kipsi kg	Krohvijaid	Tsem. kg	Liiva m³	Lõõride arv	Krohvijaid	Lupja kg	Liiva m³
Sile, juhtlati järgi .	0,18	6	0,017	—	0,22	7,8	0,02				
Üksikud sambad ja pilastrid . . .	0,27	6,9	0,02	3,1	0,31	8,9	0,021				
Akende ja uste mulgud ja kaared .	0,27	8,4	0,023	2,5	0,31	10,8	0,028	1	0,65	24	0,06
Võlvid	0,28	8,4	0,023	3,1	0,32	10,8	0,028	2	1	30	0,08
Keldrid ja kõrvalruumid (hõõrumata)	0,13	6,25	0,018	—	0,16	8,2	0,021	3	1,28	36	0,1

2. **Puitseinte** ja lagede krohvimine juhtlati järgi siledalt ühes krohvimattide löömisega:

Krohvimisliik	1 m²-le vaja					
	Krohvijaid	Lupja kg	Kipsi kg	Krohvimatt. m²	Naelu tk.	Liiva m³
Seinad . .	0,22	5,5	8	1,15	100	0,017
Laed . . .	0,25	7,5	10	1,1	110	0,024

3. **Karniisid**. Lagede ja seinte kokkupuutumise kohtades lihtsate kumeruste tegemine raadiusega 10—15 cm 1 m-le: krohvijaid 0,13, lupja 3 kg, kipsi 4 kg, naelu (5″) 127 mm 3 tk., liiva 0,01 m³. 4. **Väliskarniiside**, vööde, raamististe jne. tegemine laialilaotatud profiili iga 5 cm ja 1 m-ri pikkusele vaja: 0,038 krh., 0,47 kg lupja, 0,23 kg tsem., 2 naela (6″) 152 mm, 0,0014 m³ liiva; sisekarniisideks 0,042 krh., 0,94 kg lupja, 1 kg kipsi, 2 naela (6″) 0,0028 m³ liiva. **Väliskrohvimisel** kipsi asemel võtta tsementi 15—20% lubja kaalust ja lupja samapalju kui tab. 1.

VII. Pottsepatööd. (pottsepp, lühend. pt.)

I. Üldjuhiseid: 1) Pottsepa tööjõu normidele on juurde arvatud tööjõud ahjusavi valmistamiseks savist ja liivast ning kõigi materjalide kandmisega kuni 20 m kauguselt. 2) Korstnalõõri seest saviga määrimine, 1 m-le vaja 0,12 pt., 0,008 m³ savi ja 0,008 m³ liiva. 3) Ahjude juures serviti või lapiti telliskividest tulekaitse-seinte tegemine, 1 m³-le: 2,7 pt., 348 tk. telliskive ja savi ning liiva à 0,27 m³.

II. Korstnad ja tulekaitseseinad. (Korstnate lõõride mõõt 13 cm × 27 cm.)

Korstna 1 m-le vaja	Korstnad ½ kivi paksuse välis- ja vaheseintega lubjasegul					Korstna 1 m-le vaja	Korstnate saviltegemine									
							Välis- ja vahesein ½ kivi paks.					Välis- 1 kivi, vahesein ½ kivi paks.				
	Korstna lõõride arv						Korstna lõõride arv									
	1	2	3	4	6		1	2	3	4	6	1	2	3	4	6
Müürseppi	0,7	1,12	1,54	1,96	2,6	Pottseppi	0,5	0,8	1,1	1,40	2	1,41	1,91	2,42	2,9	3,92
Telliskive	73	117	161	205	271	Telliskive	73	117	161	205	293	206	279	353	426	572
Lupja kg	21	34	47	60	80	Savi m³	0,059	0,096	0,132	0,168	0,24	0,168	0,228	0,288	0,347	0,468
Liiva m³	0,066	0,11	0,15	0,19	0,25	Liiva m³	0,059	0,096								

III. Ahjude ja pliitide tegemine telliskividest valmis alusel ühes raudosade kohalepanemisega 1 m³-le.

1. **Pliidid.**

	Ehitusviis	Pottseppi	Telliskive	Ahjukive	Tulekindlaid telliskive	Savi m³	Liiva m	Ahjutraati	Naelu (3″) 76mm
Pottidega	vooderdamata	5,37	225	100	50	0,37	0,37	0,30	20
	vooderdatult	4,41	67	300	50	0,41	0,41	0,30	20

Märge: 1) 1 m³ ahjusavi valmistamiseks vaja 1 pottsepp ja savi ning liiva à 1 m³. 2) Ahjukivide suurus 5 cm × 10 cm × 20 cm; pottide suurus 185 mm × 280 mm. 3) Ahjutraadi jämedus 7,5 mm.

2. **Leivaküpsetamisahi** (kindral Vasmund'i süsteem) **1 m³-le.**

Ahjude liik	Pottseppi	Telliskive	Šamott kive	Šamott savi kg	Savi m³	Liiva m³	Naelu (6″) 152 mm	Ahjutraati 152 mm kg	Nurk- ja lattrauda kg	Raudkarda kg
Ühekordne .	1,75	173	58	42	0,29	0,29	0,78	0,35	7	0,68
Kahekordne	1,66	147	91	66	0,26	0,26	0,76	0,35	8,6	1,36

3. **Hollandi ahi.** a) neljanurgeline, b) murdahi.

	Ehitusviis	Pottseppi		Telliskive		Ahjukive	Tulekindlaid telliskive	Savi m³	Liiva m³	Ahjutraati kg	Naelu (3″) 76 mm
		a	b	a	b						
Pottidega	vooderdamata	2,90	3,37	220	220	110	40	0,37	0,37	0,40	25
	vooderdatult	3,37	2,81	70	70	310	40	0,41	0,41	0,40	25

Ümmarguste ahjude tegemine valmis alusel ühes karrast kesta ja tarvete kohale panemisega 1 m³-le vaja pottseppi 3,35; telliskive jalaks ja laeks 40 tk., ahjukive 340 tk., tulekindlaid telliskive 40 tk.; savi ja liiva à 0,35 m³.

IV. **Ahjude ja pliitide vooderdamine pottidega.** Pliitide vooderdamine ühes tarvilise juurdelihvimisega ja kinnitamisega raudklambritega, naeltega ja traadiga 1 m²-le vaja: pottseppi 0,85, ahjupotte, punaseid 23 tk., ahjutraati 0,15 kg,

naelu (4″) 102 mm 23 tk., vitsrauda 1,85 kg. Samapalju materjali läheb ka igasuguste ahjude ja soojaseinte vooderdamiseks, kuid pottseppi arvestada 0,55 tk. Pliitide vooderdamine värviliste ning suurte või väikeste valgete klaasitud pottidega, vooderduse 1 m³-le pottseppi 2,60 tk.; valgeid klaasitud potte 200 mm × 275 mm 24 tk. või valgeid potte 250 × 465 mm 11 tk., või värvilisi klaasitud 180 × 275 mm 25 tk., ahjutraati 0,15 kg, naelu 25 või 11 tk., vitsrauda 1,85 kg. Sama palju materjali läheb igasuguste ahjude ja soojaseinte vooderdamiseks, kuid pottseppi arvestada 1,80.

V. **Mitmesugused tööd.** 1) Suitsulõõride tegemine telliskivist: 1 m³-le pottseppi 4 tk., telliskive 290 tk., savi ja liiva à 0,25 m³. 2) Mustade põrandate ja lagede määrimine 8 cm paksuse savikorraga ühes pealt liivakorraga katmisega 1 m²-le: 0,12 lt., savi 0,06 m³, liiva 0,12 m³.

VIII. Katusetööd. (kardsepp, lühend. ks.)

Märkmeid: 1) Katusekatmisel tsingitud karraga ei tule arvestada värnitsat ja rauamulda. 2) Keeruliste murretega ja kallakul üle 1:2 katuste puhul suurendada tööjõudu kuni 40% ja materjale norme kuni 8%. 3) Normides on võetud kard, mille 1 m² kaalub 4,5 kg. 4) Tinamenniku kiti valmistamine, 1 kg-le kardseppi 0,03, mennikut, hõõrutud 0,3 kg, kriiti 0,5 kg, värnitsat 0,22 kg.

I. **Katuse katmine:** a) **karraga** puitroovitisel kahest küljest kruntimisega ja räästarennide tegemisega, 1 m²-le.

Valtsid	Kard-seppi	Karda m²	Värnit-sat kg	Raua-mulda kg	Naelu 3″	Naelu 4″	Räästa-haake kg	Konkse kg
Ühekordsed	0,13	1,2	0,045	0,015	7	0,8	0,23	0,22
Kahekordsed	0,17	1,3	0,048	0,016	7	0,8	0,23	0,22

b) **papiga** ühes kolmekandiliste liistude löömisega roovitustele, katuse m²-le: lintide lõikamisega: puitseppi 0,04, katusepappi 1,20 m², papinaelu 64 tk., liiste, kolmenurgelisi 51 mm × 71 mm 0,22, naelu 3″ 4 tk. Lagede löömine altpoolt papiga, 1 m²-le vaja 0,07 ps. ja seinte löömiseks 0,033 ps., materjali vaja mõlematel juhtudel 1 m²-le: katusepappi 1,1 m², papinaelu 32 tk. c) **tsement-** või savikividega ühes kivide kinnimäärimisega lubjaseguga, iga kolmanda kivi kinnitamisega roovitiste külge traadiga, harjakivide panemisega ja materjali kohalekandmisega, 1 m²-le: 0,17 ms., 0,08 lt., katusekive 17 tk., lupja 4 kg, liiva 0,01 m³, traati 0,04 kg, naelu (2″) 6 tk., harjakive tarviduse järgi. Sama töö kivivahesid kinni määrimata 1 m²-le: 0,13 ms., 0,06 lt., ära jätta lubi ja liiv. d) **ruberoidiga** ja kinnilöömisega tsingitud naeltega, 1 m²-le: 0,05 ps., ruberoidi 1,1 m², ruberiini 0,1 kg, tsingit. papinaelu 20 tk. Sama töö ruberoidi liimimisega, 1 m²-le: 0,065 ps., ruberoidi 1,1 m², ruberiini 0,05 kg, ruberoidiliimi 1,25 kg. 1 rull kat.-pappi sisaldab 10 m².

e) **sindlitega** 5 cm × 11 cm

1 m²-le vaja	Kahe reana		Kolme reana punnitud
	siledad	punnitud	
Puitseppi . .	0,14	0,17	0,2
Sindleid . . .	34	38	55
Sindlinaelu .	41	43	60

f) **laastudega** või pilbastega 1 m²-le 0,16 ps., laaste või pilpaid 55 cm × 8 cm 110 tk., sindlinaelu 80 tk.

II. **Katuse kalle**, s. o. nurk, mille moodustab katuse pind horisondiga, oleneb sellest, missugusest materjalist katus tehtud: raskematel katustel on kalle suurem kui kergematel. Keskmine kalle on 45°, s. o. katuse kõrguse suhe hoone laiusesse = 1 : 2, kuid tihti tuleb ka ette suhteid 1:3, 1:4 jne.

III. Rennid, vihmaveetorud, lehtrid. a) Rennide tegemine ja kohalepanemine ühes karra puhastamisega ja kahest küljest kruntimisega 1 m-le.

Rennid	Kard-seppi	Karda m²	Värn. kg	Rauamulda kg	Raud-konkse tk.	Naelu 4″	Tsing. traati
Räästa-	0,25	0,82	0,03	0,01	1,4*)	4,5	—
Ripp-	0,2	0,36	0,013	0,004	1**)	3	0,077

b) Vihmaveetorud, läbimõõduga 13 cm ühes kõikide vajanduvate töödega, toru 1 m-le kardseppi 0,24, karda 0,51 m², värnitsat 0,018 kg, rauamulda 0,006 kg, toruklambreid, kaaluga 1,2 kg — 0,7 tk., tsingit. traati 0,036 kg. c) Lehtrid, 1 lehtrile vaja 0,22 ks., karda 0,5 m², värn. 0,018 kg, rauamulda 0,006 kg.

IV. Mitmesugused tööd. a) Kardlehtede löömine põrandale, ahju- ja pliidiuste ette, 1 kohale vaja 0,08 ks., karda 0,33 m², krohvinaelu 40 tk. b) karrast praeahjud α) suuremõõduline, 1 kohale 1 ks., 1,66 m² karda, β) keskmisemõõduline, vastavalt 0,8 ks., 1,33 m² karda ja γ) väikemõõduline, 0,6 ks. ja 1 m² karda. c) pliidikummid, 1 m²-le 0,37 ks., 1,2 m² karda, 0,045 kg värnitsat, 0,015 kg rauamulda ja 3″ naelu 5 tk. d) ümmarahjudele kardkesta, 1 m² kesta pinnale 0,42 ks., 1,25 kg karda, 0,045 kg värnitsat ja 0,015 kg rauamulda. e) ahjupeldid, 1 tk.-le 0,17 ks. ja 0,5 m² karda. f) lagede või seinte katmine karraga ühes vildi allalöömisega, 1 m²-le: 0,13 ks., 1,05 m² karda, 0,039 kg värnitsat, 0,013 kg rauamulda, 25 tk. krohvinaelu, 1,05 m² vilti; 1 m² karda kaalub 8 kg.

IX. Klaassepatööd. (klaassepp, lühend. kls.)

1. **Kiti valmistamine.** 1 kg-le vaja: a) harilik kitt, 0,025 kls., kriiti, uhetud 0,8 kg, värnitsat 0,22 kg, b) tinavalge-kitt: 0,03 kls., 0,6 kg kitti, 0,2 kg tinavalget, hõõrutud, c) rauamulla-kitt: 0,034 kls., kriiti 0,5 kg, tinavalget 0,25 kg, rauamulda, hõõrutud 0,125 kg, värnitsat 0,25 kg.

2. **Klaasimine.** Mitmemõõduliste harilikkude sirgjooneliste klaaside raamidesse panemine ühes klaasi lõikamisega, kiti panemisega valtsidesse klaaside alla, traadist naelte lõikamisega ja nendega klaaside raami külge kinnitamisega, klaaside kinnitamisega, 1 m valtsile: a) puitraamidesse α) 38 mm või 51 mm × 63 mm laudadest: 0,035 kls., aknatraati 0,0006 kg, harilikku kitti vastavalt 0,104 kg või 0,127 kg. b) metall- ehk raudbetoon-raamidesse 0,035 kls. ja rauamulla-kitti 0,092 kg. Klaasuste klaasimisel suurend. tööjõunorme 15% võrra.

3. Peegelklaaside puhul: a) puitraamidesse kitiga: 0,053 kls., traati 0,0006 kg, tinavalge-kitti 0,098 kg. b) puitraamidesse liistudega ja kummipaeltega: 0,06 kls., kummipaela 2 m, valm. liiste 1,1 m, puitkruve 5 tk. c) metallraamidesse: 0,053 kls. ja rauamullakihti 0,092 kg. Klaaside mõõtude tab. vt. lk. 160.

X. Maalritööd. (maaler, lühend. ml.)

I. Üldandmeid: 1) Maalritöödele vajanduv tööjõud ja materjal on arvatud 1 m²-le, kus seda pole teisiti tähendatud. 2) Väikeste või keeruliste osade kruntimisel või värvimisel, nagu: plindid, käsipuud, sõrestikkered, trepid, mööbel jne., suurendada tööjõu norme 25% kuni 60% võrra ja materjalide norme kuni 10% võrra. 3) Kruntimisel ja värvimisel tööjõu norme suu-

*) kaaluga 0,8 kg, **) kaaluga 1,2 kg.

rendada: a) akende kruntimisel ja värvimisel 60% võrra; b) uste ja puittahvelseinte kruntimisel ja värvimisel 15% võrra; c) lagede kruntimisel ja värvimisel 15% võrra. 4) Ilma erilise tööjõu juurdearvamata maalritöödes antud normidele on maalrid kohustatud: a) tööle juurdepääsemis-abinõud ise muretsema, välja arvatud üle 5 meetri kõrguste lagede värvimisel; b) värvimis- või tapeetimispindadel ettetulevad naelad välja kiskuma; c) osalisel värvimisel värvimata jäetavad pinnad kaitsma määrimise eest tööandja poolt antavate kaitseabinõudega; d) värvimise juures äramääritud akna- ja ukseklaasid ja sulused puhastama; e) värvi kahe tooni vahele kriipsu tõmbama. 5) Maalritööde normid on arvatud töötamiseks ettevõtjatega või tükitöölistega, milleks on normidele juure arvatud kõigi töö juures tarvisminevate abinõude ja muud kõrvalja ärikulud. 6) Töötamisel majanduslikul teel, kus töölistel mingisuguseid ärikulusid kanda pole, arvata normides antud tööjõud 0,6135-kordseks. 7) Peale seda arvata: a) 1 kg vahukivi 400 m^2-le, kus seda tarvis ja kus muud lihvimisainet ette nähtud pole; b) 1 pintsel (raskusega 1/2 kg) õli- või liimvärviga värvimisel 350 m^2-le; c) 1 pintsel (raskusega 1/4 kg) õli- või liimvärviga värvimisel 175 m^2-le; d) 1 pintsel lupjamisel (raskusega 1 kg) 200 m^2-le. 8) Puit- või krohvpindade värvimisel peab enne värvimist vana lahtine värv korralikult maha kraabitama ja värvist vabanenud kohad uuesti krunditama. 9) Metallpindade kruntimisel või värvimisel peab enne värvi pealekandmist vana lahtine värv maha kraabitama ja kraabitud kohad krunditama. Roostest puhastamine peab tehtama terasharjadega. 10) Kuivade värvidega värvimise tööjõu normile on värvihõõrumise tööjõud juurde arvatud. Pastavärvide tarvitamisel on vähendatud maalrite normi 0,034 võrra iga pastavärvi kg kohta. 11) Pastavärvide tarvitamisel arvata: a) tsinkvalge hõõrumiseks värnitsat 1/3 kuiva värvi kaalust; b) tinavalge hõõrumiseks värnitsat 1/4 kuiva värvi kaalust; c) ookri hõõrumiseks värnitsat 2/5 kuiva värvi kaalust; d) rauamulla hõõrumiseks värnitsat 1/3 kuiva värvi kaalust, millise kaalu võrra tuleb vastava kuiva värvi normi suurendada ning selle juurde kuuluva värnitsa normi vähendada (pastavärvi normi ja selle juure kuuluva värnitsa normi saamiseks). 12) Kui värvimisel võetakse antud normides kuivade värvide juures: a) tinavalge asemel tsinkvalge, siis vähendada tinavalge normi 1/3 võrra; b) tsinkvalge asemel tinavalge, siis suurendada tsinkvalge normi 1/2 võrra. 13) Kui värvimisel võetakse antud normides pastavärvide juures: a) tinavalge asemel tsinkvalge, siis vähendada tinavalge normi 29% võrra; b) tsinkvalge asemel tinavalge, siis suurendada tsinkvalge normi 40% võrra. 14) Värvimise normides tsink- või tinavalgega värvimisel on antud värvid valge tooni saamiseks; tooni muutmisel lisada värve nõuetava tooni saavutamiseks tarviduse järgi. 15) Palkseinte, äärliistude, pilastrite, vooderdiste, puitlagede jne. väljaulatuvate osade värvimise pindade mõõtmisel kumerusi arvesse mitte võtta. 16) Kardkatuste värvimise pindade mõõtmisel püstiseisvaid valtse, ümmargusi pööninguaknaid ja räästarenne arvesse mitte võtta. 17) Katuste värvimise pinnast korstnaavasid maha mitte arvata, kuid selle eest korstna katte värvimise pinda eraldi mitte arvestada. 18) Uste ja akende värvimisel arvestada pinda akna või ukse mulgu järgi: a) akna suveraami värvimisel kahelt poolt 75% mulgust; b) akna talveraami värvimisel kahelt poolt 75% mulgust; c) aknapiitade värvimisel ühes raamistustega 75% mulgust; d) aknalaua värvimisel 25% mulgust; e) ukse värvimisel ühes piitadega ja raamistustega 25% mulgust. 19) Lattaedade ja plankude värvimisel arvestada värvimispind, korrutades aja pikkus aja kõrgusega (arvates maapinnast), ühelt poolt värvimisel võtta ühekordselt ja kahelt poolt kahekordselt. 20) Tapetite pindade mõõtmisel akende ja uste mulke mitte maha arvata.

II. Puitpindade värvimine.

Märkmeid: 1) 1 m² puitpinna kittimiseks arvata 0,09 kg kitti. 2) Normides a) tähistab värvimist pasta- ja b) kuivvärvidega.

1) Uute pindade kruntimine ühes oksakohtade šellakkimisega, 1 m²-le: 0,023 ml., värnitsat (värn.) 0,080 kg, tsinkvalget või ookrit 0,020 kg, šellakki 0,005 kg. Märge: Põrandate kruntimisel tööjõudu vähendada 25% võrra ja värnitsat rohkendada 10% võrra. 2) Vanade kruntimata pindade kruntimine 1 kord: 0,025 ml., värn. 0,130 kg, ookrit või tsinkvalget 0,040 kg.

Märkmeid: 1) Pinnad, mille värv täiesti kõdunenud, lugeda vanadeks kruntimata pindadeks. 2) Põrandatele vähendada tööjõudu 10% võrra ja võtta värnitsat 0,160 kg.

3) Uute pindade katmine 1 kord kuuma värnitsaga: 0,025 ml., värn. 0,110 kg. 4) Okaspuidu tumedaks peitsimine laki alla: 0,030 ml., peitsi 0,045 kg. 5) Õlivärvi mahakraapimine: a) seintelt, ustelt, akendelt ja põrandatelt: 0,035 ml.; b) lagedelt 0,04 ml. 6) Liim- või lubjavärvi mahakraapimine ühes pesemisega õlivärviga katmise võimaldamiseks: a) seintelt 0,026 ml.; b) lagedelt 0,030 ml. 7) Maalrikiti valmistamine, 1 kg-le: sisepindade jaoks: maalreid 0,013, värn. 0,10 kg, liimi, maalri 0,10 kg, kriiti 0,65 kg, ookrit, kuiva 0,15 kg; b) välispindade jaoks: maalreid 0,019, värn. 0,22 kg, kriiti 0,64, ookrit, kuiva 0,14 kg.

8) Varem värvitud või uuelt krunditud välisseinte värvimisel puitmajadel fassaadvärviga (fass.-v.) ühes kittimise, lihvimise ja puhastamisega.

		1 kord	2 korda		1 kord	2 korda
Maalreid	pastavärvidega	0,033	0,050	kuivvärviga	0,037	0,056
Värnitsat kg		0,031	0,057		0,066	0,111
Heled. fass.-v. kg . .		0,102	0,158		0,073	0,113
Tumedat fass.-v. kg . .		0,020	0,031		0,014	0,022

9) Varem värvitud või uuelt krunditud siledate puitpindade värvimine valge õlivärviga ühes kõikide vajanduvate töödega.

		1 kord	2 korda		1 kord	2 korda
Maalreid	pastavärvidega	0,057	0,084	kuivvärvidega	0,06	0,090
Värnitsat kg		0,033	0,064		0,055	0,105
Tsinkvalget kg		0,087	0,164		0,065	0,123
Ultramariini kg		0,001	0,002		0,001	0,002
Klaaspaberit, lehte . .		0,1	0,2		0,1	0,200

10) Varem värvitud või uuelt krunditud põrandate värvimine ookriga ühes kõikide vajanduvate töödega:

Värvimiskordade arv	Maalreid		Värnitsat kg		Ookrit kg		Klaaspaber. lehte
					pasta-	kuiv-	
	a	b	a	b	a	b	a, b
1 kord	0,046	0,049	0,072	0,096	0,085	0,061	0,1
2 korda	0,068	0,073	0,083	0,128	0,157	0,112	0,2

11) Värvitud põranda friisi värvimine 1 kord: 0,05 ml., värnits. 0,085 kg, värvi 0,060 kg, klaaspaberit 0,1 lehte. 12) Värvitud pindade lakkimine ühes lihvimisega: 0,044 ml., õlilakki 0,1 ja klaaspaberit 0,1 lehte.

12) Varem värvitud või uuelt krunditud aedade värvimine fassaad-õlivärviga ühes vajanduvate töödega.

Värvimis-kordade arv	Maalreid		Värnitsat kg		Fassaadvärvi			
					heledat		tumedat	
	a	b	a	b	pasta-	kuiv-	pasta-	kuiv-
1 kord	0,042	0,046	0,031	0,066	0,102	0,073	0,020	0,014
2 korda	0,063	0,069	0,057	0,111	0,158	0,113	0,031	0,022

III. Krohv-, telliskivi- ja pottkivipindade värvimine. 1) Krohv- ja telliskivipindade kruntimine: 0,022 ml., värnitsat 0,100 kg, tsinkvalget 0,025 kg. 2) Krohvpindade kittimine õlikitiga, lihvimine ja puhastamine: 0,018 ml., pahteldamis-kitti 0,100 kg, klaaspaberit 0,100 lehte. 3) Krohvitud välis- või sisepindade värvimine valge õlivärviga:

a) **Varem värvitud pindade värvimine.**

Kordade arv	Maalreid		Värnitsat kg		Tsinkvalget		Ultramariini	Klaaspaberit
	a	b	a	b	pasta-	kuiv-	a, b	
1 kord	0,032	0,035	0,039	0,058	0,077	0,058	0,001	—
2 korda	0,066	0,071	0,084	0,118	0,138	0,104	0,003	0,2

b) **Uute pindade värvimine ühes vajand. töödega.**

1 kord	0,088	0,094	0,176	0,218	0,171	0,129	0,004	0,2
2 korda	0,124	0,132	0,268	0,318	0,204	0,154	0,004	0,4

Märge: Kitti vaja 1 m²-le 0,15 kg.

4) Eluruumides uute krohvpindade lihtne värvimine valge õlivärviga järgmises tööde järjekorras: a) krohvpinnad vahukiviga tasaseks hõõruda ja lubjapiimaga katta; b) vigastatud kohad kipsiga parandada ja pind lahja liimvärviga katta; c) puhta värnitsaga kruntida; d) katta poolpaksu tsinkvalge- või litopooni-õlivärviga; e) lihvida, tolmust pühkida ja järel kittida; f) katta siledalt vedela tsinkvalge- või litopooni-õlivärviga (vt. tab.). 5) Eluruumides uute krohvpindade parem värvimine valge õlivärviga järgmises tööde järjekorras: a) krohvpind vahukivigs tasaseks hõõruda ja lubjapiimaga katta; b) kipsiga vigased kohad parandada ja krohvpind lahja liimvärviga katta; c) puhta värnitsaga kruntida; d) tsinkvalge- või litopooni-õlivärviga katta; e) kõik pind üleni pehme kittmassiga pahteldada, vahukiviga ja veega tasandada, puhastada ja järel kittida; f) puhtast tsinkvalgest või litopoonist paksu õlivärviga katta; g) vedela õlivärviga siledalt katta; h) lihvida, tolmust puhastada ja parema lakiga katta (vt. tab.).

Värvim.	Maalreid		Värnitsat kg		Ts.-valget kg		Kriiti kg	Taimeliimi	Lupja kg	Kipsi kg	Kitti kg	Vahukivi	Klaaspaber. lht.	Õlilakki a, b
	a	b	a	b	a	b	a, b	a, b	a, b	a, b	a, b	a, b		
lihtne	0,112	0,118	0,183	0,218	0,139	0,104	0,075	0,01	0,034	0,05	0,05	0,003	0,1	—
parem	0,217	0,224	0,223	0,273	0,199	0,149	0,075	0,01	0,034	0,05	0,14	0,003	0,3	0,1

Märge: Kui tsinkvalge asemel tarvitatakse litopooni, siis muuta värnitsa ja tsinkvalge norme järgmiselt: 1) lihtvärvimisel: a) pastavärvidega: värnits. 0,171 kg, litopooni, pastat 0,151 kg; b) kuivvärvidega: värnits. 0,201 kg, litop. 0,121 kg. 2) parem värvimisel: a) värnits. 0,205 kg, litop. 0,217 kg; b) värnits. 0,249 kg, litop. 0,173 kg.

6) Pottkivipindade kruntimine 1 kord: 0,022 ml., värnitsat 0,080 kg, tsinkvalget 0,030 kg. 7) Krunditud telliskivi- ja pottkivipindade pahteldamine 1 kord: 0,025 ml., kitti 0,110 kg. 8) Telliskivi- ja pottkivipindade värvimine. Varem värvimata pindade värvimine:

Kordade arv	Maalreid		Värnitsat kg		Ts.-valget kg		Ultram.	Peale neid vaja veel 1 m²-le: kitti 0,09 kg ja klaaspab. 0,2 lehte.
	a	b	a	b	a	b	a, b	
1 kord	0,032	0,035	0,039	0,058	0,077	0,058	0,001	
2 korda	0,062	0,067	0,073	0,11	0,147	0,11	0,003	
Värvimata pindade värv. 2 korda	0,083	0,092	0,183	0,250	0,267	0,2	0,004	

9) Teostada krohv-, telliskivi- ja pottkivipindade värvimine õrnades, heledates värvitoonides antud valge värvi normide järgi, ära jättes ultramariini ja juurde lisades iga värnitsa plus tsinkvalge kilogrammile tooniks värvi 0,006—0,010 kg. 10) Krohv-, telliskivi- ja pottkivipindade värvimiseks keskmistes ja täis-värvitoonides valmistatava värvi kg-le võtta: 0,034 ml., värnitsat 0,515 kg, harilikku värvsegu 0,485 kg. 11) Tsementkrohvipindade värvimisel on maksvad kõik lubjakrohvipindade kohta käivad normid, kuid alla ühe aasta seisnud pinnad tulevad enne värvimist ette valmistada 1%-lise väävelhappe-lahusega, 1 m²-le: 0,025 ml., 1%-list väävelhappe-lahust 0,375 kg.

IV. Raudpindade värvimine.

1) Siledate raudpindade kruntimine õlivärviga	Rauamennikuga		Pliimennikuga	
	a	b	a	b
Maalreid	0,017	0,018	0,018	0,019
Värnitsat kg	0,037	0,040	0,046	0,05
Mennikut kg	0,013	0,01	0,019	0,015

2) Varem värvitud või uuelt krunditud metallpinna värvimine valge õlivärviga ühes pragude ktttimisega. Märge: Mennikkitti vaja 0,03 kg.

Kordade arv	Maalreid		Värnitsat kg		Tinavalget		Ultram.
	a	b	a	b	a	b	a, b
1 kord	0,051	0,054	0,04	0,06	0,1	0,08	0,002
2 korda	0,087	0,093	0,067	0,01	0,165	0,132	0,003

3) Ripp- ning räästarennide ja vihmaveetorude puhastamine ja 1 kord värvimine redelite abil kuni 10 m kõrguses: 0,029 ml., värnitsat 0,020 kg, tsinkrohelist 0,033 kg. 4) Sama töö, kuid värvida 2 korda: 0,05 ml., värnitsat 0,030 kg, tsinkrohelist 0,057 kg. 5) Katuseräästa värvimine umbes 0,60 m laiusel, 2 korda, keskmises värvitoonis õlivärviga ühes kruntimisega,

redelite abil kuni 10 m kõrguseni: 0,190 ml., kruntim.: värnitsat 0,108 kg, vesihalli värvi 0,027 kg, värvim.: värnits. 0,126 kg, tsinkvalg. 0,136 kg, värvsegu 0,054 kg.

6) Varem värvitud või uuelt krund. kardkatuste värvimine õlivärviga		Rauamennikuga		Pliimennikuga	
		a	b	a	b
Üks kord	Maalreid . .	0,025	0,027	0,027	0,03
	Värnitsat kg	0,062	0,080	0,067	0,09
	Mennikut kg	0,071	0,053	0,113	0,09
Kaks korda	Maalreid . .	0,045	0,049	0,047	0,053
	Värnitsat kg	0,101	0,130	0,112	0,150
	Mennikut kg	0,116	0,087	0,188	0,150

7) Kerge raud- või teraskonstruktsiooni värvimine roostevastase värviga, 1-tonnile.

Esimest korda	a	b
Maalreid . . .	1,738	1,824
Värnitsat kg .	0,785	1,414
Punast värvi kg	2,515	1,886
Teist korda	**a**	**b**
Maalreid . . .	1,606	1,681
Värnitsat kg .	0,649	1,091
Halli värvi kg	2,211	1,769

8) Raudtorude värvimine 2 korda õlivärviga 1 m-le.

Torude välisläbimõõt mm-tes.

	kuni 20	20—40	40—70
Maalreid . .	0,025	0,039	0,05
Värnitsat kg .	0,012	0,022	0,031
Värvi kg . .	0,017	0,03	0,047

9) 70—140 mm läbimõõduga malmtoru katmine asfaltlakiga 2 korda, 1 jm-le: 0,085 ml., asfaltlakki 0,075 kg.

10) 70—140 mm läbimõõduga metalltoru katmine õlivärviga 2 korda: 0,064 ml., värnitsat 0,051 kg, tsinkvalget 0,060 kg, värvsegu 0,002 kg.

11) Lihtvõre (trepikäsipuu normaalvõre püstloodis varrastega) puhastamine ja kruntimine: 0,071 ml., värnitsat 0,030 kg, rauamennikut 0,010 kg, klaaspaberit 0,200 lehte. Keeruliste ilustustega trepivõrede kruntimisel suurendada antud normi kuni 25% võrra.

V. Vee- ja liimvärviga värvimine. 1) Õli-, liim- või lubjavärvi mahakraapimine krohv- ja pottkivipindadel ühes pindade pesemisega ja vähemate vigastuste kipsiga parandamisega: a) seintelt: 0,028 ml., kipsi 0,050 kg; b) lagedelt: 0,032 ml., kipsi 0,050 kg. 2) Uute sisepindade lubjaga valgendamine ühes kruntimise ja väikeste pragude kipsimisega 1 m²-le: a) 1 kord: 0,020 ml, lupja 0,094 kg, kipsi 0,050 kg, soola 0,025 kg, maarjajääd 0,010 kg; b) 2 korda: 0,029 ml., lupja 0,132 kg, kipsi 0,050 kg, soola 0,035 kg, maarjajääd 0,015 kg. 3) Vana sisepindade lubjaga valgendamine ühes pindade ülekraapimise, kruntimise ja väikeste pragude kipsimisega: a) 1 kord: 0,032 ml., lupja 0,094 kg, kipsi 0,050 kg, soola 0,025 kg, maarjajääd 0,010 kg; b) 2 korda: 0,041 ml., lupja 0,132 kg, kipsi 0,050 kg, soola 0,035 kg, maarjajääd 0,015 kg. 4) Krunditud, kipsitud ja 1 kord lubjapiimaga kaetud sisemine seina värvimine heletoonilise lubjavärviga: a) 1 kord: 0,017 ml., lupja 0,063 kg, muldvärvi 0,017 kg, kipsi 0,050 kg, soola 0,025 kg, maarjajääd 0,010 kg; b) 2 korda: 0,026 ml., lupja 0,105 kg, muldvärvi 0,028 kg, kipsi 0,050 kg, soola 0,035 kg, maarjajääd 0,015 kg. 5) Puhastatud krohvpinna seebitamine, 1 m²-le: 0,010 ml., seepi 0,008 kg. 6) Krohvpinna kruntimine lahja vedela taimeliimiga, 1 m²-le: 0,010 ml., taimeliimi 0,029 kg.

7) Siledate seinte ja lagede täpitamine, pritsimine või sarnasel kombel elustamine ühevärvilise heletoonilise liimvärviga: 0,020 ml., kriiti 0,026 kg, värvsegu 0,017 kg, taimeliimi 0,008 kg. 8) Sama töö, kuid tumetoonilise liimvärviga: 0,020 ml., ookrit, tumedat 0,029 kg, taimeliimi 0,010 kg, nahaliimi 0,002 kg. 9) Bordi värvimine sabluni abil kuni 10 cm lai, 1 m-le: 0,025 ml.,

keemilist värvi 0,007 kg, taimeliimi 0,003 kg, nahaliimi 0,001 kg. 10) Välis vana krohvipinna (fassaadi) puhastamine ja lubjavärviga 1 kord värvimine redelitelt: 0,041 ml., lupja 0,140 kg, muldvärvi 0,020 kg. 11) Sama töö, kuid värvimine 2 korda: 0,061 ml., lupja 0,210 kg, muldvärvi 0,030 kg. 12) Välis uue krohvpinna lubjavärviga 2 korda värvimine redelitelt: 0,037 ml., lupja 0,210 kg, muldvärvi 0,030 kg. 13) Viskekrohvpinna värvimisel lubjavärviga eelmisi norme suurendada kuni 80% võrra.

14) Seebitatud või krunditud pindade värvimine:

a) Valge taimeliimvärviga			b) Nahaliimvärviga		c) Heledavärvilise taimeliimvärviga		
	1 kord	2 korda	1 kord	2 korda		1 kord	2 korda
Maalreid . .	0,019	0,033	0,020	0,035	Maalreid . .	0,027	0,048
Kriiti kg . .	0,320	0,534	0,289	0,482	Kriiti kg . .	0,167	0,278
Taimeliimi kg	0,039	0,064	0,021*)	0,035*)	Värvsegu kg	0,110	0,184
Ultramar. kg	0,002	0,004	0,002	0,003	Taimeliimi kg	0,051	0,086

Kui värvimine toimub ehitustellingitelt, siis vähendada tööjõudu 34% võrra.

VI. Tapeetimine. (Tapetirulli pikkus 7 ja 10,5 m, bordirulli pikkus 7 m.) 1) Tapetite maharebimine ja -kraapimine seintelt: 0,017 ml. 2) Seinte liimimine ja makulatuurpaberiga kleepimine, 1 m²-le: 0,031 ml., paberit 1,150 m², tärklist 0,057 kg, taimeliimi 0,023 kg. 3) Puitseinte lõõmine papiga: 0,016 ml., pappi 1,050 m², naelu, krohvi 28 tk. 4) Lagede lõõmine papiga: 0,024 ml., pappi 1,050 m², naelu, krohvi 28 tk. 5) Seinte tapeetimine lihtsate tapetitega, enne kleebitud makulatuurile või vana tapetile: 0,027 ml., tapetit 0,320 rulli, või tapetit 0,220 rulli, tärklist 0,050 kg, taimeliimi 0,007 kg. 6) Samuti paremat sorti tapetiga: 0,036 ml., tapetit 0,320 rulli, või tapetit 0,220 rulli, tärklist 0,050 kg, taimeliimi 0,007 kg. 7) Samuti lihtsate tapetitega ühes paneelidega: 0,033 ml., tapetit 0,320 rulli, või tapetit 0,220 rulli, tärklist 0,050 kg, taimeliimi 0,007 kg. 8) Samuti paremat sorti tapetitega ühes paneelidega: 0,044 ml., tapetit 0,320 rulli, või tapetit 0,220 rulli, tärklist 0,050 kg, taimeliimi 0,007 kg. 9) Eht linkrusta kleepimine ühes eel- ja kõrvaltöödega: 0,290 ml., linkrustat (7 m pik. 0,52 lai) 0,270 rulli, jahu 0,151 kg, veneetsia tärpentiini 0,013 kg. 10) Bordikleepimine laiusega kuni 0,10 m, 1 m-le: 0,017 ml., bordi 0,150 rulli, tärklist 0,009 kg, taimeliimi 0,001 kg. 11) Samuti, laiusega kuni 0,20 m, 1 m-le: 0,027 ml., bordi 0,150 rulli, tärklist 0,014 kg, taimeliimi 0,001 kg. 12) Tapetite puhastamine leivaga, 1 m²-le: 0,015 ml., valget leiba 0,070 kg.

VII. Mitmesugused tööd. 1) Tapetiliistude (bagettide) kohalelöömine, 1 m-le: 0,027 ml., liiste 1,050 m, naelu 2 tk. 2) Õlivärviga värvitud seinte pesemine rohelise seebiga: 0,018 lihttööl., rohelist seepi 0,036 kg. 3) Õlivärvi põletamine ühes täielise mahakraapimisega, 1 m²-le: 0,070 ml., bensiini või petrooleumi 0,020 kg. 4) Raudahjude ja üldse soojendavate metallpindade katmine ahjulakiga 1 kord, 1 m²-le: 0,030 ml., ahjulakki 0,080 kg. 5) Metallpindade katmine pronksiga, alumiiniumiga jne.: 0,040 ml., pronksitinktuuri või vedelklaasi 0,050 kg, pronksi või alumiiniumi jne. pulbert 0,035 kg. 6) Rootsi värviga puitpindade värvimine ühes värvsegu keetmisega, iga korra 1 m²-le: 0,018 ml., rukkipüülijahu 0,008 kg, vasevitrioli 0,010 kg või rauavitrioli 0,013 kg, soola 0,006 kg, värvimulda 0,016 kg. 7) Uute kruntimata puitpindade värvimine kresolaadiga (põlevkiviõlist saadav imbutusaine) 1 kord, ühes kresolaadi soojendamisega kuni 100° C: 0,010 ml., kresolaati 0,160 kg. 8) Vanade kruntimata puitpindade värvimine kresolaadiga 1 kord ühes kresolaadi soojendamisega kuni 100° C: 0,011 ml., kresolaati 0,250 kg.

Märkmeid: 1) Lagede pesemisel suurendada tööjõu normi 15% võrra. 2) Kruntimine hallis toonis eraldi arvesse võtta. 3) Rootsi värvi valmistamisel keedetakse vasevitrioli vees kuni sulamiseni, peale selle lisatakse juure rukkijahu ja keedetakse veel tund aega. Segule lisatakse soolvett juurde paraja paksuse saamiseks.

XI. Sepatööd.

I. Üldjuhiseid: 1) Antud tööjõunormid sisaldavad ka pealelöömise, juurdekandmise, lõõtsatõmbamise, mulkude-märkimise jne. tööjõu. 2) Puuride, meislite ja viilide kulule arvata juurde kuni 20% vastavast tööjõust. 3) Antud normid on maksvad sepikojas, kuna väljaspool suurendada norme kuni 30% võrra. 4) Neetide kaalule arvata juurde 2—4%. 5) Ühe kg neetidele arvata kivisütt 1,25 kg. II. Tööd:

1. 100 needipea maharaiumine ühes neetide väljalöömisega.

Läbim. mm	9—12	13—16	17—20	21—25
Seppi . . .	0,15	0,3	0,5	0,7

2. 100 mulgu puurimine käsipuurmasinaga.

Mulgu *d* mm	10	15	20	25
Raua *a* mm	Seppi			
5	0,4	0,6	0,8	2
10	0,8	1,2	1,6	3,2
15	1	1,9	2,8	5,2
20	—	3	6,4	11

3. 100 poldi ja mutri keermetamine.

	Poldid mm	10	15	20	25	Masina õli kg
Seppi	poldile 3 *d* pikkusel	1,2	2,2	7	13	0,05—0,2
	mutrile	0,6	1,1	3,5	6.5	0,03—0,1

4. 100 needi neetmine ühes valmispuuritud mulgu õiendamisega.

Neetide tuliseks-tegemiseta					Neetide tuliseks-tegemisega							
Mulgu *d* mm	3	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Seppi	0,2	0,3	0,35	0,4	0,65	0,77	0,91	1,08	1,27	1,5	1,8	2,2

5. Poltide tegemine ühes peadega, mutritega, seibidega ühes keermetamisega poldil ja mutril 1 kg-le:

	1 tüki kaal kg	0,25	0,5	2	5	10
	Seppi	0,15	0,13	0,11	0,09	0,07
Materjali kg	Ümmarr.	0,92	0,9	0,81	0,76	0,72
	Lattrauda	0,14	0,16	0,24	0,29	0,32
	Lapikrauda	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
	Kivisütt	2,75	2,75	2,75	3	3
	Õli	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

6. Kiskudega suurte naelte tegemine, pikkusega kuni 0,4 m *d* kuni 20 mm, 1 kg-le: seppi 0,08, rauda 1,14 kg, kivisütt 3 kg. 7. Klambrite tegemine teravate otstega; 1 kg-le seppi 0,095; rauda 1,14 kg, kivisütt 2,3 kg. 8. Räästa- ja ripprennide konksude, räästalehtede (kitsast lattrauast) ühendhaakide ja vihmaveetorudeklambrite tegemine (kandil. rauast) 1 kg-le: seppi 0,09, rauda 1,18 kg, kivisütt 2,3 kg. 9. Väravatele hingede, konksude, nurkade ja riivide tegemine 1 kg-le: seppi 0,1, rauda 1,11, kivisütt 3 kg. 10. Igasuguste seina-sideraudade tegemine ühes

pulkade, kiilude ja otstesse silmade valmistamisega, 1 kg-le: — seppi 0,025, lattrauda 1,05 kg, kivisütt 0,5 kg. 11. Hariliku töövankri vitsutamine ühes mulkude puurimisega ja pealeajamisega, 1 tükile:

	Seppi	Rauda 60x12 kg	Kivisütt kg	Kruve 10x90 tk.
Tagumise ratta jaoks .	0,25	16	6,5	10
Esimese ratta jaoks .	0,25	12	6,5	8

12. Hobuserautamine (kõik 4 jalga ühes raudade tegemisega 1 hobusele): seppi 0,31, lattrauda 2,9 kg, hobusenaelu 32 tk., kivisütt 5 kg. 13. Harilikkude trepivõrede tegemine, kõrgusega 0,9 m., viiest pikutiasetatud latist ühes postidega ja pulkadega (vahed 13 cm) ühes mulkude puurimisega trepiastmesse ja võre kohalepanemisega, võre 1 kg-le: seppi 0,08, rauda 1,03 kg, pliid ühe postile 0,4 kg, kivisütt 0,2 kg. 14. Ahkende jaoks raudvõrede tegemine horisontaal-lattidega ja püstvarrastega, 1 kg-le: seppi 0,15, rauda 1,14 kg, kivisütt 3 kg.

XII. Raudbetoontööd.

I. Üldjuhiseid: 1) Hoone kattevormi pind arvestada katte ülemise pinna järgi ilma talade aluspinda maha arvamata. Tala vormi pind arvestada tala teoreetilise pikkuse järgi, kusjuures aluspind ka arvesse võtta. Katte ja talade konsoolide läbi tekkinud vormi pinna suurenemisi arvesse mitte võtta. 2) Silla katte ja talade vormi pind arvestada tegelikkude mõõtude järgi. 3) Hoone katte betooni maht arvestada katte ülemise pinna ja keskkoha paksuse järgi, ilma konsooli mahu juurde arvamata. Tala betooni mahu väljaarvamiseks arvata tala kõrguseks katte pealispinna ja tala aluspinna vahe ja pikkuseks teoreetiline pikkus. Konsoolide mahtu eraldi arvesse mitte võtta. 4) Silla betooni maht arvestada tegelikkude mõõtude järgi. 5) Vajanduv puitmaterjal arvestada samuti nagu betoontöödel. 6) Antud normides on harilikuks raua pikkuseks arvatud 8 m. Selle pikkuse juures suurendada projekti järgi arvestatud teoreetilist raua kaalu jatkukohtade jne. tarvis 12% võrra. 7) Vormide materjal, mis betooni sisse jääb, võtta arvesse täies väärtuses. 8) Vesi muretsetakse tööandja poolt ettevõtjale ilma tasuta ehituskohale, kuid vee pumpamine ja selle tõstmine ehitisele või juurdekandmine on tööjõu normidesse sisse võetud. 9) Tugede armatuuri kinnitamine vundamentides eraldi maksu alla ei käi. 10) Puitmaterjali hulk vormide tegemiseks määrata kindlaks projekti järgi. 1 m² vormi pinna peale arvata naelu 0,08 kg.

II. Vormide tegemine ja lammutamine. 1) Siledate raudbetoonpostide ja sammaste tarvis puitvormide tegemine ühes kohalepanemisega ja kinnitamisega, 1 m² vormi pinnale: a) neljanurgelise ristilõikega 0,5 ps., 0,05 lt.; b) hulknurgelise ristil. 0,96 ps., 0,06 lt.; c) ümmarguse ristil. 1,35 ps., 0,06 lt. 2) Puitvormide tegemine raudbetoontalade tarvis ühes kohalepanemisega, tugitamisega ja kiilutamisega, 1 m² vormi pinnale: 0,3 ps., 0,15 lt. 3) Samuti raudbetoon-kaartalade tarvis, 1 m² vormi pinnale: 0,8 ps., 0,15 lt. 4) Samuti raudbetoonkatte tarvis, 1 m² vormi pinnale: a) konsoolideta 0,17 ps., 0,15 lt.; b) konsoolidega ühes suunas 0,19 ps., 0,16 lt.; c) konsoolidega kahes suunas 0,25 ps., 0,2 lt. 5) Puitvormide tegemine raudbetoonvõlvi tarvis ühes kohalepanemisega ja kiilutamisega, 1 m² vormi tegeliku pinnale: a) avaga kuni 4 m 0,58 ps., 0,2 lt.; b) avaga kuni 6 m 0,87 ps., 0,26 lt.; c) avaga kuni 8 m 1,17 ps., 0,33 lt.; d) avaga kuni 10 m 1,46 ps., 0,41 lt. 6) Samuti raudbetoon-ristvõlvi või -kupli jaoks, 1 m² vormi tegeliku pinnale: a) avaga kuni 2,5 m 1,47 ps., 0,31 lt.; b) avaga kuni 5 m 1,63 ps., 0,37 lt.; c) avaga kuni 8 m 2,23 ps., 0,43 lt.; d) avaga kuni 10 m 2,71 ps., 0,5 lt. 7) Monier-

seinte tarvis puitvormi tegemine ühes kohalepanemisega ja kinnitamisega, 1 m² vormi pinnale: 0,25 ps., 0,2 lt. 8) Raudbetoonvundamendi tarvis puitvormi tegemine ühes kohalepanemisega, 1 m² vormi pinnale: 0,19 ps. 9) Kahes suunas konsoolidega silla katte puitvormide tegemine valmis tellingite peale, 1 m² vormi tegeliku pinnale: 0,15 ps., 0,12 lt. 10) Raudbetoon silla tala tarvis puitvormi tegemine valmis tellingite peale, 1 m² vormi tegeliku pinnale: 0,15 ps., 0,12 lt. 11) Raudbetoon- ehk betoon-kaarsilla tarvis puitvormi tegemine valmis tellingite peale, 1 m² vormi tegeliku pinnale: 0,11 ps., 0,09 lt. 12) Ühe puitpunni tegemine betoonisse asetamisega, 1 punnile: 0,01 ps., latte 51 mm × 63 mm × 6,4 m 0,016 tk. 13) Vormide ja tellingite lammutamine ühes naelte väljakiskumisega, materjali sortimisega ja virnadesse ladumisega, 1 m² vormi pinnale: 0,12 ps.

Märge: Punnide mahtu betooni mahust maha mitte arvata.

III. Armatuuri valmistamine ja kohalepanemine. 1) Raudbetoonkonstruktsiooni jaoks armatuuri valmistamine ja kohalepanemine, 1 kg-le: a) raua läbimõõdu juures kuni 6 mm: 0,013 bt.; b) raua läbim. juures 7—12 mm: 0,012 bt.; c) raua läbim. juures üle 12 mm: 0,009 bt.

Märkmeid: 1) Armatuuri valmistamise all mõeldakse raua sirgendamist, puhastamist, lõikamist ja painutamist. 2) Raua kaal määrata kindlaks projekti ja „üldjuhiste" p. 6 põhjal. Ahjutraati raudade sidumiseks arvata iga 100 kg katte, tala ja toeraua peale 0,5 kg ning seinaraua peale 0,6 kg.

2) Seesama töö, kuid ilma kohalepanemiseta, 1 kg-le: a) raua läbimõõdu juures kuni 6 mm: 0,004 bt.; b) raua läbim. juures 7—12 mm: 0,003 bt.; c) raua läbim. juures üle 12 mm: 0,002 bt.

IV. Betoonimine. 1) Raudbetoonkatte betoonimine igasugusel kõrgusel ühes valmis betoonsegu kuni 30 m kauguselt töö juure kandmisega, kuid ilma vormide tegemiseta ja betoonsegu üleskandmiseta, 1 m³-le: 0,4 bt., 0,3 lt. 2) Samuti raudbetoonpostide ja -sammaste betoonimine, 1 m³-le: 0,7 bt., 0,3 lt. 3) Samuti raudbetoonseina betoonimine, 1 m³-le: 0,7 bt., 0,45 lt.

Märge: Samuti betoonimiseks tarvisminevate lihtsate kuni 4 m kõrgete tellingite tegemiseks eraldi tööjõudu ja materjali mitte arvestada.

4) Betoonkatte veega kastmine 3 korda päevas ühes vee juurdekandmisega kuni 20 meetri kauguselt ja tõstmisega kuni 7 meetri kõrguseni, 1 m² 0,015 lihttööl.

XIII. Veevärgi- ja kanalisatsioonitööd. (veevärgilukksepp, lüh. vlks.)

I. Sillutustööd. 1 m kraavi sillutamiseks vaja sillutajaid ja materjale:

Toru siseläbimõõt	Kraavi		Pindala m²	Sillutajaid			Materjale m³	
	sügavus	laius m		Sillutise ülesvõtmiseks	Uuestisillutamiseks	Teistkord. ümbersillut.	Kive nende killutam.	Liiva sillutise ümberpuist.
37—75	1,5 või 2 meetrit	0,65	1,15	0,035	0,15	0,21	0,023	0,03
100—175		0,75	1,25	0,038	0,16	0,23	0,025	0,032
200—375		0,90	1,40	0,042	0,18	0,25	0,028	0,036
400—500		1,10	1,60	0,048	0,21	0,29	0,032	0,042
600		1,20	1,70	0,051	0,22	0,31	0,034	0,044

Märge: Tab. lk. 158 II liigi maa b võrdub I liigi maa b-ga ja IV liigi maa b võrdub III liigi maa b-ga. Näide: 1,5 m sügava ja 0,9 m laia kraavi kaevamiseks vaja mullatöölisi 1 m-le: I l. maas 0,18, II l. — 0,32, III l. — 0,53 ja IV l. — 0,89. Väljakaevatud mulla ruumala = 1,35 m³; tagasi aetakse

1,22 m³, milleks vaja mullat. I ja II liiki maas 0,17 ning III ja IV l. maas 0,20, ülejäänud maa vedamiseks 100 m kaugusele vaja I ja II l. maas 0,032 mt. ning III ja IV l. maas 0,036 mt. Seesugusse kraavi võib asetada 200—275 mm siseläbimõõduga toru.

II. Mullatööd. 1 meetri püstloodis seintega kraavi kaevamine veevärgi või kanalisatsioonitorustikule. Tabelisse a lahtritesse on paigutatud maa väljaviskeks ja b lahtr. maa tagasiajamiseks (ühes hariliku kinnitampimisega) vajanduv mullatööliste hulk kraavi 1 m-le.

Toru siseläbimõõt mm	Kraavi sügavus	Kraavi laius m	Väljakaevat. mulla hulk m³	Tagasiaetava mulla hulk m³	Maa liik I a	I b	II a	III a	III b	IV a	Ülejäänud maa vedamine 100 m kaugusele m³	Maaliik I ja II	Maaliik III ja IV
37—75	1,5 meetrit	0,65	0,98	0,92	0,13	0,12	0,24	0,38	0,15	0,65	0,06	0,015	0,017
100—175		0,75	1,13	1,06	0,15	0,14	0,27	0,44	0,18	0,75	0,07	0,017	0,019
200—375		0,9	1,35	1,22	0,18	0,17	0,32	0,53	0,20	0,89	0,13	0,032	0,036
400—500		1,1	1,65	1,42	0,21	0,19	0,40	0,64	0,23	1,09	0,23	0,057	0,063
600		1,2	1,80	1,45	0,23	0,20	0,43	0,70	0,24	1,19	0,35	0,086	0,096
37—75	2 meetrit	0,65	1,30	1,22	0,17	0,17	0,31	0,51	0,20	0,86	0,08	0,02	0,022
100—175		0,75	1,50	1,41	0,20	0,19	0,36	0,59	0,23	0,99	0,09	0,022	0,025
200—375		0,9	1,80	1,64	0,23	0,22	0,43	0,70	0,27	1,19	0,16	0,039	0,044
400—500		1,1	2,20	1,94	0,29	0,26	0,53	0,86	0,32	1,45	0,26	0,064	0,072
600		1,2	2,40	2,02	0,31	0,28	0,58	0,93	0,34	1,58	0,38	0,093	0,105

III. Veevärk. a) **Malmtorustik.** 1. Muhv- või äärik-malmtorude kohalepanemine valmis kraavis või kiviseinas ühes töökohale toodud torude kraavi laskmisega või kiviseintesse asetamisega, kohalepandud torude ühendkohtade kinnitegemisega ühes kõikide vajanduvate töödega.

Torude siseläbimõõt mm			40	50	60	70	80	100	125	150	175	200	225	250	300
Vajanduv arv	lihttöölisi 1 m-le		0,025	0,028	0,031	0,033	0,04	0,049	0,063	0,08	0,097	0,12	0,14	0,16	0,19
	Veevärgi lukkseppi	1 ühendkohale 1 m-le	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,34	0,38	0,42	0,5
			0,05	0,06	0,07	0,053	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,113	0,127	0,105[1]	0,125[2]
100 m muhvtorule vaja kütte puitu m³			0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,11	0,12	0,17	0,19	0,21	0,25		0,27

[1]) 0,14 lks., [2]) 0,167 lukkseppa ääriktorude puhul.

Märkmeid: 1) Andmeid torude kaalu, äärikute, vajanduva plii ja tõrvanööri hulga ja m. kohta vt. torude tab. lk. 110. 2) Malmtorustiku eelarvete koostamisel lisada 4% tab. toodud tööjõu ja materjalide hinnale fassong- ja teiste ühendosade (põlvised, kolmikud, ristid, konksud jm.) muretsemiseks, kohalepanemiseks jne. 3) Malmosade kraavi-laskmiseks ja kohalepanemiseks arvata juurde 1 kg-le 0,002 lihttöölist. 4) Kui muhvtorude ühendkoha kinnitegemine toimub vesises maas, siis veevärgi lukkseppi suurendada 25% ja tab. lk. 110 antud plii ja tõrvanööri norme 10% võrra.

2. Torude ühendsadulate abil ühes kõikide vajanduvate töödega vaja 1,5 vlks. b) **Raudtorustik**. 1 meetri puhasvee-raudtorude ja vaskvahekraanide kohalepanemine kõikide vajanduvate töödega (peale mulla- ja müüritööde ja torude kohale kandmiseta):

Toru siseläbimõõt mm			12	19	25	30	37	44	50	62	75
Veevärgi lukkseppi	Torude	panemisel	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36
	Vahekraanide (ventiilide)		0,25	0,30	0,37	0,45	0,52	—	0,60	—	0,75

Märkmeid: 1) Toru vaja 1 m-le: a) hoonetes 1,1 m ja väljaspool 1,05 m. 2) Fassong- ja ühendosadele ning vajanduvale materjalile lisada juurde: a) hoonetes 15% ja väljaspool 5% antud tööjõu ja torude hinnast. 3) Sisemise veevõtmiskraani kohalepanemisel ühes keermetamisega lisada juurde tab. normidele 30%.

c) **Kanalisatsioon**. 1) 1-he roiskveekausi ühes 1-he haisuhoidjaga kohalepanemine, 37—50 mm äravoolu-torustikul, 1 kohale: 1 vlks., 0,7 kg pliid, tõrvanööri 0,07 kg ja puidukruve 4 tk. 2) Haisuhoidja vahetamiseks vaja 0,6 vlks., pliid 1,4 kg ja tõrvanööri 0,14 kg.

4. **Asfalditud** malm-kanalisatsioonitorude (õhukeste seintega, pikkusega 2 m) kohalepanemine ühes kõikide vajanduvate töödega 1 m-le vaja:

Toru siseläbimõõt mm	Lihttöölisi	Veevärgi-lukkseppi	Pliid kg	Küttepuitu m^3 100 m-le
50	0,025	0,09	0,35	0,09
60	0,028	0,1	0,41	0,09
70	0,03	0,11	0,47	0,12
80	0,036	0,13	0,53	0,12
100	0,044	0,15	0,68	0,16
125	0,058	0,17	0,85	0,18
150	0,072	0,19	1,08	0,25

Märkmeid: 1) 1 m-le vaja malmtoru: a) hoonetes 1,1 m ja väljas (alates 100 mm) – 1,05 m. 2) Tõrvanööri kaal = 0,1 pliikaalust. 3) Konksudele ja haaknaeltele arvata 2,5% tööjõu hinnast. 4) vt. b, p. 2. 5) Ühe mulguga vesikloseti (poti, istme, paagi ja torustiku) kohalepanemine ühes kinnitamisega ja kanalisatsioonitoruga ühendamisega vaja: 1,25 vlks., õlikitti 0,2 kg, puidukruve 5 tk., polte istmelaua kinnitamiseks 2 tk., loputustoru 37 mm — 1 tk. 6) Fajansspissuaari kohalepanemine ja ühendamine äravoolu- ja puhasvee-toruga ühes kraani ja haisuhoidja külgepanemisega, vaja: 1 vlks., pliid 0,5 kg, tina 0,25 kg, puidukruve (75 mm) 4 tk.

6. Malmtorude läbiraiumine meisliga, 1 läbiraidele: I roiskveetorude (õhukese seinaga) siseläbimõõdu juures. I — roiskvee-, II — rõhktorudele.

Siseläbim. mm		50	70	100	125	150	175	200	250	300
Lukkseppi	I	0,015	0,02	0,03	0,037	0,045	0,052	0,06	0,075	0,1
	II	0,023	0,08	0,037	0,045	0,052	0,06	0,068	0,087	0,11

Märge: Ennemalt mahapandud torude läbiraiumisel kraavides või kitsastes kohtades suurendada antud norme kolm korda.

7. Raudtorude läbilõikamine torukääridega, 1 läbilõikele.

Siseläbim. mm	12	19	25	30	37	50	62	75
Lukkseppi	0,0055	0,006	0,007	0,008	0,0095	0,011	0,015	0,02

Märkmeid: 1) Torude läbilõikamisel kraavides või kitsastes kohtades suurendada antud tööjõu norme kaks korda. 2) Masinaõli määrimiseks ühe läbilõike peale arvata kuni 0,002 kg.

8. Mulkude raiumine tsement-, betoon- või keramiiktorudesse vähemate torudega ühendamiseks, 1 mulgule, harutoru siseläbimõõdu juures:

Siseläbim. mm	150	200	250	300	400	500	600
Kanalisatsiooni-töölisi	0,12	0,16	0,2	0,24	0,32	0,4	0,48

XIV. Kaevutööd. (kaevutööline, lühend. kvt.)

1. **Puit- ja betoonkaevud.** a) Kaevu rakete tegemine (mõõtudega 1 m × 1 m) käppühenditega, ühes kohalepanemisega, kaevu 1 m-le: kaevutöölisi 3, poolpalke 229 mm — 4 tk. b) Betoonkaevu torude kohalepanemine, ühes jatkukohtade tsemendiga ülemäärimisega 1 m-le 1 kvt., 1½ tk. betoontorusid, 4 kg tsementi ja 0,007 m^3 liiva. c) Kaevupuhastamine ühes vee väljatõstmisega, sügavusel kuni 10 m, – 4 kvt., 10 m kuni 20 m – 6 kvt.

2. **Puurkaevud.** Harilikkudel tingimustel augu puurimine d = 13 cm, ühes manteltoru allalaskmisega 1 m-le: a) sügavusel kuni 8 m — 3,5 kvt., b) 8 m kuni 15 m — 3,75 kvt., c) 15 m kuni 22 m — 4 kvt.

Märkmeid: 1) Sügavusel üle 22 m lisada juurde igale 1 m-le iga 7 m tagant 0,25 kvt. 2) Tööjõu ja materjalide kuluks tööriistade teritamiseks lisada juurde nendele normidele 5—20%, vastavalt maakihi kõvadusele. 3) Materjalid tegeliku tarviduse järgi.

XV. Lisa.

1) 2 mm, 3 mm ja 4 mm aknaklaasi mõõtude tabel.

Pikkus cm-tes	Laius cm-tes								
	32	36	38	40	42	46	50	54	58
50	125	111	105	100	95	—	—	—	—
60	104	92	88	83	79	—	—	—	—
70	89	79	75	71	68	62	—	—	—
80	78	69	66	62	59	54	50	—	—
90	—	—	58	—	53	—	—	—	—
100	—	55	—	50	—	43	40	37	—
110	—	—	48	—	43	—	—	—	—
120	—	—	—	41	—	36	33	31	29
140	39	35	33	31	40	27	25	23	21
180	35	31	29	28	26	24	22	20	19
cm	32	36	38	40	42	46	50	54	58

Pikkus cm-tes	Laius cm-tes								
	64	66	68	70	72	74	76	78
—	30	34	44	48	52	56	60	62
160	42	37	28	26	24	22	21	20
180	37	33	25	23	21	20	18	18

Pikkus cm-tes	Laius cm-tes							
180	19	19	18	18	17	17	16	16
180	17	17	16	16	15	15	14	14

Märkmeid: 1) Kast sisaldab 20 m^2 ja poolkast 10 m^2 klaasi. 2) Tabel näitab klaaside mõõte ja ruutude arvu 20 m^2-lises kastis.

3) 180 cm pikkusega klaasid on ainult 3 ja 4 mm paksuses. 4) Peale tabelis antud mõõtude on saadaval klaasid veel 130 × 42 cm, kastis 36 ruutu; 140 × 58 cm, kastis 24 ruutu. Näide: Kui ruudu pikkus = 70 cm ja laius = 42 cm, siis seesuguseid ruute kastis on 68 tk.

2) Tööde normide kasustamine eelarvete koostamisel. Näide: Kui palju läheb maksma 203 mm palkidest tehtud 1 m² seina kahe külje tahumisega ühes tööga ja vajanduva materjaliga: a) arvestades puitsepa töötundi 40 senti, saame töötasu (T) vastavalt lk. 137 I tab. olevate normide järgi: $T = 0{,}62 \cdot 0{,}40 \cdot 8 \approx$ Kr. 1,98 (arvatud on 8 t. tööp.). b) Materjali hind (M) α) palke 0,255 tm à Kr. 10,— tm ≈ Kr. 2,55; β) takku 0,97 kg à Kr. 0,15 ≈ Kr. 0,15. Kokku 1 m² seina tuleb maksma 1,98 + 2,55 + 0,15 = **Kr. 3,68.**

Märge: Muidugi oleneb ehitushind töö ja materjali turuhinnast ning nendele vastavalt tulevad koostada eelarved.

3) Kuhjatud materjali loomulik kaldenurk. Märg liiv 24°, märg aiamuld 27°, rammus aiamuld 37°, rammus savi 40°, väga tihe maa 55°, kuiv liiv 32°, kruus ja väiksemad kivid 36°, kuiv savimaa 45°, lubjakivi 50°.

4) Materjali vedu ja kandmine. a) Materjalide vedu hobustega. 1) Hobusemeeste arv 100 kg materjali veoks harilikku teed mööda.

Veokaugus m-tes	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Hobusemeeste arv	0,058	0,067	0,077	0,086	0,096	0,106	0,115	0,125	0,135	0,144

Edasi suurendada hobusemehi iga kilomeetrile 0,1 võrra.

Märkmeid: 1) Töönormid vahepealsetele kaugustele arvestada interpoolimisega. 2) Tabeli koostamisel on aluseks võetud, et: a) ühe hobuse koorem on 650 kg, b) koorma pealelaadimine ühes mahalaadimisega ei kesta üle 15 minuti, c) kergemaid esemeid, mida jõuab üks inimene laadida, laaditakse hobusemehe poolt, välja arvatud juhtumid, kui on vaja tööd kiirustada, d) hobuse kiirus tunnis täie koormaga 3,2 km ja tühjalt 5,3 km.

2) Töö väljaandmisel kaalu või hulga viisi on hobuse koorem 800 kg; sel juhtumil tööjõu normide saamiseks korrutada antud norme 0,81-ga.

Märge: Lumeteedel vähendada ülaltoodud norme 1/3 võrra ja teede lagunemise ajal (varakevadel ja hilissügisel) suurendada neid 50% võrra.

b) Materjalide kärutamine. 1) 1000 kg käepäraste (ühe töölise tõstetavate) materjalide kärutamiseks laudadest horisontaalsetel käruteedel ühes mahalaadimisega:

Veokaugus m-tes	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Lihttöölisi . . .	0,035	0,042	0,049	0,056	0,063	0,070	0,078	0,085	0,092	0,099	0,106

Edasi suurendada lihtt. iga 10 m peale 0,07 võrra.

2) Kärutamisel allamäge ühes tühjade kärude tagasitoomisega arvestada tööjõu norme p. b) põhjal ja saadud norme vähendada 1/3 võrra.

Märge: Kärutamine allamäge laudteedel kallakute juures üle 1/12 ei ole lubatav.

B. Mõningaid andmeid elumaja projektijaile.

a) **Üldandmeid.** 1) **Õhutarve.** Inimene tarvitab keskmiselt tunnis 10 m³ puhast õhku, kuna õhuvahetus sünnib tubades 10—12 korda ööpäeva jooksul. Selle järgi tuleb arvata ühe inimese kohta õhuruumi

alalise toas-viibimise korral 10—20 m^3, laste kohta pool vähem. 2) **Ahju soojenduspinda** tuleb arvata 1 m^2 — 15—30 m^3 toa õhuruumi kohta. 3) **Suitsukanalid** tehakse harilikult kahte tüüpi: a) 26 × 26 cm ja b) 26 × 13 cm. Esimesse suitsukanalisse võib juhtida 4 ahju ehk 2 köögi suitsu ja teise — 2 ahju ehk ühe köögi suits. Soovitav on, et ühte kanalisse juhitavad suitsud tuleksid ühest korterist. 4) **Valgustust** arvatakse küllaldaseks, kui akende pinna suurus, maha arvatud raamid ja prossid, võrdub 1/12 toa põrandapinnast. 5) **Trepid** (vt. lk.). 6) **Keerdtrepi** juures ei tohi kitsam astme ots olla alla 7,5—10 cm. Headele treppidele peab iga 10—15 astme järele tegema podest, mille laiust sammu pikkusega umbes 62 cm kohandama peab. 7) **Vett** tuleb arvata inimese peale päeva kohta keskmiselt 35—50 liitrit. 8) **Puitu** arvatakse meil aastas keskmise ahju kohta 5—7,5 m^3, pliidi jaoks kaks korda rohkem. 9) **Keskkütte** juures tuleb arvata 1 m^3 kivisütt iga keskmise suuruses ruumi kohta aastas. 10) **Ekskremente** võib arvata aasta jooksul ühe inimese kohta 0,5 m^3.

b) **Andmed üksikute ruumide kohta.** 1) **Magamistuba.** Õhuruumi arvatakse täiskasvanuile 30 m^3 ja lastele 10 m^3; magamistoas abielurahvale 20 + 20 + 10 = 50 m^3. Heal ventilatsioonil võib veelgi vähem arvata. Magamistuppa paigutatava mööbli mõõdud on: voodi — pikkus 1,85—2,00 m, laius 0,75—0,90 m; öölaud — laius 0,30 m, sügavus 0,40—0,50 m; pesulaud — laius 0,60—1,20 m, sügavus 0,60 m; kummut — laius 1,00—1,20 m, sügavus 0,60 m; kapp — laius 1,00—1,25—1,70 m, sügavus 0,60 m. 2) **Lastetuba.** Õhuruumi arvatakse lapse kohta 20 m^3. Lapse voodi mõõdud — pikkus 1,20—1,50 m, laius 0,60—0,75 m. 3) **Söögituba.** Söögitoa mõõdud tuletatakse söögilaua suurusest. Söögilaua laius on 1,00—1,25 m, pikkus, arvates inimese peale 0,60 m. Ümmarguse laua läbimõõt 6 inimesele on 1,15 m ja 12 inimesele 2,00 m. Selle järgi kujuneksid söögitoa minimaalsed mõõdud 12 inimesele kandilise laua juures: laius 1,0 m + 2 . (0,5 + 0,5) m = 3,0 m, kui ühele poole mööbel asetada — siis 3,5 m; pikkus: 3,0 m + 2 (0,5 + 0,5) m = 5,0 m, kui ühele poole mööbel asetada — siis 0,5 m kuni 1,0 m pikem. Puhvetikapp: laius 1,5—2,8 m, sügavus 0,60—0,75 m. 4) **Kabinett.** Kabineti projektimise juures tuleb arvesse võtta kirjutuslaua ja raamatukapi asetamise võimalust. Kirjutuslaua mõõdud: pikkus 1,30—1,70 m, laius 0,75—1,00 m. Raamatukapp: laius 1,00—1,8 m, sügavus 0,40—0,5 m. 5) **Elutuba.** Elutuppa asetatakse harilikult garnituur istemööbelt ühes lauaga ja klaver või pianiino. Tähtsad on sohva jaklaveri mõõdud. Sohva: laius 1,7—2,0 m, sügavus 0,75—0,85 m. Klaver: pikkus 1,7—2,0 m, laius 1,25—1,5 m. Pianiino: laius 1,4—1,6 m, sügavus 0,6—0,7 m. 6) **Köök.** Köögi mõõdud vastavalt korteri suurusele oleksid: väikesele korterile 3—4 tuba 2,5 × 3,0 = 7,5 m^2; keskmisele korterile 5—7 tuba 3,0 × 3,5 m = 10,5 m^2, suurele korterile 7—10 tuba 3,5 × 4,5 m = 16,0 m^2. Pliidi suurus: pikkus 1,00, 1,25, 1,50 m, laius 0,75—0,90 m. 7) **Klosett.** Kloseti minimaalsed mõõdud on: sügavus 1,00 m, laius 0,75 m. Istme sügavus 0,45—0,60 m. Mulgu läbimõõt 0,25—0,30 m. 8) **Vannituba.** Vannituppa peab võimalik olema asetada vanni, mille mõõdud on: pikkus üleval 1,6—1,7—1,8 m, laius üleval 0,6—0,7—0,8 m, kõrgus 0,5—0,6—0,7 m. Vanni ahju läbimõõt: 0,30—0,45 m. Tarvitamisel asunduskorterites on väiksemad n.-n. poolvannid, mõõtudes: pikkus üleval 1,33—1,53—1,73 ja laius üleval 0,55—0,63—0,71 m. Istevannide mõõdud on: 1,20 pikkus ja 0,75 m laius. 9) **Koridori** minimaalne laius on 1,00 m; kui tahetakse asetada mööblit — siis 1,50 m. 10) **Veranda** minimaalne laius on 2 m, kui tahetakse sinna asetada söögilauda, siis 3 m.

C. Andmeid ehitiste staatiliseks arvutamiseks.

1. Ehitiskonstruktsioonide omakaal. Ehitusmat. kaal vt. lk. 59.

Konstruktsioonid	kg/m²
a) Puitlaed.	
Talad 18×25 cm, vahed 1 m	30
„ 13×25 cm, „ 0,8 m	27
Iga 5 cm vähema talade-vahe juures, enam	2
Põrandaalused 10×10 cm, vahedega 1 m	7
Põrand 2,5 cm paks	16
„ 3,5 cm „	23
Poola lagi 2,5 cm laudadest, 8—10 cm savi ja õle kihiga	164
Krohvimatid ja krohv . . .	20
b) Betoonlaed (talade kaaluta).	
6 cm paksune raudarmatuuriga ühes 14 cm kokstuhakihiga ja 3,5 cm puitpõrandaga	290
10 cm raudbetoon ühes 5 cm paksuse liivakihi ja 2,5 cm paksuse tsement-asfaltpõrandaga	430
c) Lae täiteained. Iga 1 cm paks kiht täidet.	
Liiva või savi	16
Põlevkivi või kokstuhka . .	7
Katlaslakki	10
Turbapuru	2,3
d) Kivipõrandad ja katted. Iga 1 cm paks kiht täidet.	
Tsemendist	22
Kipsist	21
Valuasfaldist	14
Saviplaatidest	20
Paekivist	25
1 mm kiht linoleumi . . .	1,3
e) Krohv ja traatkrohv.	
Pillirookrohv ühes pillirooga	20
Iga 1 cm paks kiht krohvi:	
Lubjaseguga	17
Segaseguga	19
Tsemendiseguga	21
Kipsiseguga	10
Raabitskrohv	15
Tsement-traatkrohv . . .	24
f) Katused.	
Kaal ühes sarikate ja alusmaterjaliga (sarikate vahe keskm. 1,25 m).	
Hollandi kividest	80
Tsement- või tasasest savikivist	65
Tsingitud raudkarrast . . .	35
Lainelisest karrast	25
Pappkatus ühekordne . . .	35
„ kahekordne . .	55
Asfaltkatus: 3-kordne tõrvatud papp, 7 cm paks liiva või savikihit, sarikad 14×18 cm .	180
Puit-tsem.-7 cm kruusa kihiga	180
Sindlikatus	35
Pillirookatus	80
Õlgkatus	75

2. **Ruumide kasulik koormis**: a) *pööningutel*, mida ei tarvitata laduruumideks, 100 kg/m², b) *elukorterites* 200 kg/m², c) *büroodes*, ametiasutistes, kauplustes, jms. ruumides, millede põrandapind on alla 50 m² — 200 kg/m², d) *trepikodades* eelnimet. ruumidele 350 kg/m², e) samades ruumides, millede põrandapind on üle 50 m² — 350 kg/m², f) *muuseumides*, kunstinäitustes, saunades, söögimajades, restoranides, kooliruumides 350 kg/m², g) *kirikutes*, palvemajades, teatrites, kinodes, seltsi- ja rahvamajades, võimlates, töökodades ja eelnimet. ruumide trepikodades 500 kg/m². h) *arhivaalide-* ja raamatute-hoiuruumides 1000 kg/m².

3. **Lumerõhk katusele.** Lumerõhku katusele (P) arvutatakse valemi järgi $P = 75 \cos \alpha$, kus α on katuse kaldenurk, s. o. nurk, mida moodustab katusepind horisondiga. Keskmiselt võib võtta lumerõhku 45^0 juures 50 kg/m², nurga vähenemisel suureneb rõhk 1 kg võrra iga kraadi kohta.

Lumerõhk pinna horisont.-projektsioonile.

α	20^0	30^0	45^0	$>45^0$
Pkg/m²	75	65	50	0

Lumekottide, kui ka katuse ühepoolse lumega koormise tekkimise võimalus peab olema ette nähtud.

4. Tuulerõhk katusele ja seinale.

	Katuse kaldenurk	Kõrgus maapinnast: <15 m	15—25 m	>25 m	Märkmeid
		Tuulerõhk kg/m²			
Seinad		100	125	150	horisontaalne rõhk
Katused	$<5^0$	0		0	Rõhk risti katuse pinnaga. Vahepealsete katuse kaldenurkadel leitakse tuulerõhk interpoolimisega. Lahtiste katuste alustel arvestatakse tuulerõhku ka seest väljapoole ja alt ülesse 60 kg/m². Merekaldal $25^0/_0$-$5^0/_0$ võrra rõhkem.
	5^0	10		15	
	15^0	35		45	
	30^0	65		80	
	45^0	90		110	
	60^0	110		135	

Märge: Tuulerõhu arvutusi vt. lk. 52.

D. Küte, ventilatsioon ja vesivarustis.

1. **Küte**. a) *Tarvilik soojusehulk.* Ruumi piirete kogupinna S kaudu kaotsimineva soojuse hulga kalorites leiame valemist $Q = S(t_s - t_v)k$, kus t_s tähistab sisetemp., t_v — välistemp., k — soojuse läbilaske tegurit (vt. lk. 123, 124 ja 125). b) *Soojusetekitamine elektervalgustuse läbi.* 100 normaalküünla juures tunnis võib arvata 153—427 kcal.

Inimene produtseerib soojust tunnis keskmiselt: täiskasvanud 100 kcal., laps 50 kcal. c) *Põletiste* kalorsuse kohta vt. andmeid lk. 127, 128 ja 129.

d) *Glasuuritud pottahjude vajalikud küttepinnad ruumides kahekordsete akendega m²-tes.*

Välisseina pikkus m-tes	m	Ruumi kõrgus m-tes: 2,5	2,75	3,0	3,5	4,0	
	2	0,52	0,57	0,62	0,73	0,83	Põrand ja lagi soojad
	4	1,04	1,14	1,24	1,46	1,68	
	6	1,56	1,71	1,86	2,20	2,50	
	2	0,78	0,83	0,88	0,99	1,09	Põrand ja lagi külmad
	4	1,74	1,84	1,94	2,16	2,44	
	6	2,80	2,95	3,10	3,44	3,74	

Kindlustuslisandid:

1) Kui ruum on N, NO, NW, O poole — $15^0/_0$; kui W, SW, SO poole — $5^0/_0$. 2) Kui hoone on mererannal tuulte käes, lisatakse pinda juurde 20—$40^0/_0$. 3) Ühe meetri külma siseseina kohta lisatakse keskmiselt juurde 0,15 m² küttepinda. 4) Kui kohalik keskmine aasta temperat. ei ole 0^0, siis muutub küttepind iga kraadiga vastavalt $\pm$ $5^0/_0$. 5) Ruumides palju tarvitatavate välisustega suurendatakse küttepinda 20—$40^0/_0$.

2. **Keskkütte-seaded**. a) *Õhukütte-seade* tehakse harilikult ruumides, kus ajutiselt suur inimeste-kogu viibib ja kus on suur õhuvahetuse tarvidus, nagu: teatrites, koosolekute ruumides jne. Ruumi-lastav õhk ei tohi olla üle 40—45^0. b) *Veekütte-seadeid* on: 1) Madalrõhu- ehk soojaveeküte (vee

kuumus 90—100°), 2) Keskrõhu-veeküte (vee kuumus 100—130°) ja 3) kõrgerõhu- ehk kuumavee-küte (vee kuumus 150—160°). Küttekehad ruumides vajalikud. c) *Soojavee-kütteseade* tehakse ruumides, kus inimesed alaliselt viibivad ja kus on nõuetav ühesugune temperatuur, nagu: eluruumid, koolid, bürooruumid, haigemajad jne. Külmumisohtlik. d) *Kuumavee-kütteseade* tehakse õhukeste torude tõttu harilikult vanadesse hoonetesse. On odav seade. Külmumisohtlik. e) *Auruküttеseade* on külmumisohuta. Auruküttеseadeid on: *kõrgerõhu-auruküte* ja *madalrõhu-auruküte*. Esimeste juures on katla surve 10 atm., jagamistorudes harilikult 1—2 atm., harva üle 5 atm. f) *Madalrõhu-auruküte* juures ei tõuse surve katlas üle 0,5 atm. g) *Kõrgerõhu-õhuküte* on soovitatav suurtele- ja kaugeseadetele, nagu vabrikud, saunad ja valitsushooned, kus öösiti inimesed ei viibi. Nende pahe: katlaplahvatuse oht, müra juhtmetes ja radiaatorite suur kuumumine, nagu kuumavee-küttegi juures. *Madalrõhu-auruküttel* ei ole neid puudusi, ta on käsitlemisel lihtne ja ohuta ning vastupidav.

3. **Ventilatsioon.** a) Viiekordist õhuvahetust tunnis eluruumides tuleb pidada maksimaalseks, muidu võivad tekkida tõmbenähted. b) *Õhuvahetus peab madalates ruumides* sündima ülalt alla, s. t. juurdevoolav õhk jaotatakse lae all laiali ja juhitakse välja põranda ligidal mõne avause kaudu. c) *Jahutada õhku* on võimalik õhujuhtimisega läbi radiaatorite patarei, milles voolab külm kaevuvesi. d) *Loomulik õhuvahetus* eluruumides hariliku talvekülma juures on ½- kuni 1-kordne tunnis. f) *Kunstlik õhuniisutamine* on tarvilik, kui õhuniiskuse-sisalduvus on vähem kui 40%, temp. juures 20°; suuremaks kui 70% ei tohi õhuniiskuse-sisalduvus tõusta.

4. **Vesivarustis.** a) *Veetarvitust* arvatakse päevas inimese kohta 50 l. Saunades külastaja kohta 500 l.; üks vann — 350 l. b) Suurim veetarvidus on 30—40% päeva keskmisest tarvidusest. Suurim tarvidus tunnis võib tõusta viiekordsele keskmisele veetarvidusele. c) *Juurdevoolutoru* läbimõõt 10 kraani kohta (iga kraan 13 mm) 20 mm; 10—20 kraani kohta — 25 mm; 20—40 kohta — 30 mm. Veejuhtmed üksikute kraanide juurde 20—24 mm. d) *Ärajooksutorude* läbimõõt ühele pesukausile 30 mm; 2 kausile 50 mm; 3 kausile 70 mm; köögi roiskvee-kausile 50 mm. Nõudepesuvannile 70 mm; pesukojale 100 mm; vannile 50 mm; 2 vannile 70 mm; kuni 5 vannile — 80 mm; 1—4 klosetile 100 mm; kui enam klosette — 125 mm.

5. **Torude läbimõõdu arvutamine.** 1) Kui tähistame Q-ga vedeliku hulka m³, mis voolab ühes sekundis kiirusega v m/sek läbi toru, mille siseläbimõõt on d (m), siis $Q = 0{,}785\, d^2 v$, $d = \sqrt{1{,}274\, Q : v}$, $v = Q : 0{,}785\, d^2$. Kui võtame näit. vee kiiruseks veevärgis $v = \sim 0{,}85$ m/sek, siis võime leida kergesti antud veehulga Q jaoks tarviliku toru siseläbimõõdu m-tes valemi järgi $d = \sqrt{1{,}5\, Q}$, kui Q on m³/sek. Näide: $Q = 0{,}3$ m³/sek, $v = \sim 0{,}85$ m/sek, siis on $d = \sqrt{1{,}5 \,.\, 0{,}3} =$ ca 0,671 m. 2) Lubatav voolamiskiirus v m/sek-tes: veel $v = 0{,}7$—1,5 m/sek, valgustusgaasil $v = 2$—3 m/sek (väikesel rõhul, muidu enam), õhul $v = 7$—10 m/sek (kõrgel rõhul, näit. kompressoritel, muidu vähem), aurul $v = 15$—30 m/sek.

F. Veepumbad.

1. Kui Q tähistab minutis tõstetavat veehulka m³, S pumba silindri ristilõike pinda cm², v pumbakolvi keskmist kiirust m-tes minutis, η kasutegurit, mis headel pumpadel 0,9 ja harilikkudel 0,82, siis $Q = Sv\eta : 10000$ m³; $v =$ vähemalt 8 m, harilikult 30 m, maksimaalselt 50 m. 2. Jõukulu hj-des: $N = QH : 60 \,.\, 75\eta$ (hj), H — imemis- ja surumiskõrguste summa m-tes. Kaotus ven-

tiilide tihenditele ja kolvidele headel pumpadel 5%, vanadel — 10% ja halbadel — 15—20%, nii et $\eta = 0{,}8—0{,}95$. 3. Kannu kiirus on: massiivse (umbse) kannuga pumbal 0,6—0,25 m/sek, ventiilkannuga pumbal 0,5—0,20 m/sek, kaevanduspumbal 0,6—0,8 m/sek. Vee kiirus juhtmetes olgu harilikult 0,6—0,8 m ja ventiilides 1,8 m. 4. Tsentrifugaalpumbad on kohased suure veehulga tõstmiseks väikesele kõrgusele. Imemiskõrgus kuni 5 m. Surumiskõrgus 10 kuni 40 m. Kasutegur 35 kuni 70%. Kasulik pöörlemiskiirus $v = 1{,}5\sqrt{2gH}$, kus H on terve tõstekõrgus. Vee kiirus torudes $v =$ 1—1,6 m/sek, kui H kuni 8 m; kui $H > 8$ m, siis $v =$ kuni 2,35 m/sek.

Märkmeid: 1) Kui imemiskõrgus on üle 5 m või kui juhtmed on üle 100 m pikad, siis tarvitatagu negatiivset (imemis-) õhukatelt, mille ruumala pumba silindri ruumalast 5—10 korda suurem. 2) Kui surumiskõrgus on suur või rõhkjuhtmed pikad, siis tarvitatagu rõhk-õhukatelt, mille ruumalaks 2- — 4-kordne silindri ruumala, eriti pikkade juhtmete tarvitamisel 4- — 8-kordne.

Toru sisemine läbim. d mm.-tes	Vedeliku voolamiskiirus v m/sek.											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
	Läbivoolava vedeliku hulk sekundi jooksul liitrites.											
20	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,47	0,63
25	0,05	0,10	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49	0,73	0,98
30	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,7	1,06	1,41
40	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	1,88	2,51
50	0,16	0,32	0,49	0,65	0,81	0,97	1,14	1,3	1,46	1,63	2,45	3,27
60	0,28	0,56	0,84	1,13	1,41	1,69	1,97	2,26	2,54	2,82	4,24	5,65
80	0,50	1,00	1,50	2,01	2,51	3,01	3,51	4,02	4,52	5,02	7,54	10,03
100	0,78	1,57	2,35	3,14	3,92	4,71	5,49	6,28	7,06	7,85	11,78	15,70
150	1,76	3,53	5,30	7,06	8,83	10,60	12,37	14,13	15,9	17,67	26,50	35,34
200	3,14	6,28	9,42	12,56	15,7	18,85	21,99	25,13	28,27	31,41	47,12	62,83
250	4,9	9,81	14,72	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,17	49,08	73,63	98,17
300	7,06	14,13	21,20	28,27	35,34	42,41	49,48	56,54	63,61	70,68	106,0	141,3
350	9,62	19,24	28,86	38,48	48,1	57,72	67,34	76,96	86,59	96,21	144,3	192,4
400	12,56	25,13	37,69	50,26	62,83	75,39	87,96	100,5	113,1	125,6	188,5	251,3
500	19,63	39,27	58,90	78,54	98,17	117,8	137,4	157	176,7	196,3	294,5	392,7
600	28 27	56,54	84,82	113,1	141,3	169,6	197,9	226,1	254,4	282,7	424,1	565,4
700	38,48	76,96	115,4	153,9	192,4	230,9	269 3	307,8	346,3	384,8	577,2	769,6
800	50,26	100,5	150,8	201	251,3	301,5	351 2	402,1	452,3	502,6	753,9	1005
900	63,61	127,2	190,8	254,4	318	381,7	445,3	508,9	572,5	636,1	954,2	1272
1000	78,54	157	235,6	314,1	392,7	471,2	549,7	628,3	706,8	785,4	1178	1570

E. Ligikaudne hoonete hinna leidmine ruumala järgi.

Ehitise ligikaudse hinna leidmiseks tuleb tema ruumala (m^3) korrutada 1 m^3 ehitushinnaga. Ruumala saadakse põhiplaani pindala (väliste joonte järgi) korrutamisest kõrgusega maapinnast karniisini. Kui maapind on kallak, siis võetakse keskmine kõrgus. 1 m^3 ehitushind ei ole mitte konstantne, ta oleneb materjali- ja tööhinnast ja ka sellest, kuidas hoone on välja ehitatud. 1935. a. Eestis kehtivad järgmised 1 m^3 ehitushinnad: 1) kivist maja: 15—18 krooni, 2) puidust elamu: 10—12 kr., 3) kivist kõrvalhooned (tallid, aidad, kuurid): 7—9 kr., 4) puidust kõrvalhooned: a) palkidest: 4—6 kr., b) laudadest: 2—3 kr. Näide: puitelamu põhiplaani pindala 125 m^2, kõrgus 8 m, 1 m^3 ehitushind 10 kr.; maja ehitushind $= 125 \cdot 8 \cdot 10 = 10\,000$ krooni.

Elektrotehnika.

A. Üldandmeid.

1. Elektrotehnilisi mõõduühikuid ja sümboleid.

Elektrotehnilisi suurusi	Ühik	Ühiku lühend	Sümbol	Tuletatud ühikuid ja määranguid
Elektrihulk . .	Kulong	C	Q	1 C eraldab elektrolüüdist 1 elektrokeemialise ekvivalendi ainet (vt. tab. lk. 169) s. o. 1,18 mg Ag või 0,174 ml paukgaasi või 0,058 ml O_2 ja 0,116 ml H_2 jne.
Voolutugevus .	Amper	A	I	1 A = 1 kulong sekundis; $I = Q : t$ (t-sek); milliamp. (mA) = 0,001. I_a — ankru, I_m – magn. mähise voolutugevus.
Takistus . . .	Oom	Ω	R	1 Ω on 1 mm² ristilõike pinnaga ja 106,3 cm pikkusega elavhõbeniidi takistus 0° C.
Juhtivus . . .	Siimens	S	G	G = 1 : R; 1 Megaoom (MΩ) = 1 000 000 Ω.
Elektromotoorne jõud	Volt	V	E	Klemmide pinge U_k, U_* — tähtpinge (faaspinge) $U_Δ$ — kolmnurkpinge, U_v —
Pinge	Volt	V	U	pingekadu. 1 V on pinge, mis annab juhtmes takistusega 1 Ω voolu 1 A.
Töö	Dzaul Vatt-sekund	dž Wsek	T_{el}	1 džaul on töö, mida teeb 1 kulong pinge langel 1 voldi võrra; 1 dž = 0,102 mkg; $3{,}6 \cdot 10^6$ dž. = 1 kilovatt-tund (kWh) = 3600 kW sek.
Võimsus . . .	Vatt Voltamper	W VA	N N_n	1 W on džaul : sek; 1 kilovatt (kW) = 1000 W; N on tegev-, N_n — näiv- ja N_b – ebavõimsus. $N = \sqrt{N_n^2 - N_b^2}$; 1 kilovoltamp. (kVA) = 1000 VA; 1 W = 1 VA ind.-ta ja 1 W = 1VA cos α (induktsioon koormisel).
Mahtuvus . . .	Faraad	F	C	1 F on keha el.-maht., kui selle laeng on 1 kulong; C = Q : V; 1 μF (mikrofaraad) = 0,000001; F = $9 \cdot 10^5$ cm.
Induktiivsus . .	Henri	H	L	1 H on 1 V eneseind. pinge, kui primaarvoolu tugevus ühtlaselt muutub, 1 A sek. 1 millihenri = 0,001 henrit; 1 H = 10^9 cm.
Sagedus . . .	Herts	Hz	f	1 kiloherts (kHz) = 1000 Hz.
Eritakistus . .	ρ			ρ on 1 m pika ja mm² ristil.-pinnaga juhtme takistus oomides 20° C, s. o. ρ = Ω mm² : m; erijuhtivus χ on eritakistuse pöördsuurus. R = ρl : q, kus l pikkus (m-tes) q — ristil.-pind mm². Takistus t temp. $R_t = R_{20}[1 + α(t-20)]$, kus R_{20} on takistus 20° juures; metallide α on positiivne, söe ja vedelikkude negat. cos φ = N : N_n = N : UI.
Erijuhtivus . .	1 : ρ = χ			
Temperat.-tegur	α			
Võimsustegur .	cos φ			

2. Elektrivoolu seadusi ja reegleid: 1) *Ohm'i seadus*: a) alalis- ja induktsioonita üksfaasvoolule $I = U:R$; b) ind.-ta kolmfaas-keerlevvoolule $I = U:1{,}73R$; c) induktsiooniga üksfaasvoolule $I = U\cos\varphi : R$ ja d) ind.-ga keerlevvoolule $I = U\cos\varphi : 1{,}73R$. 2) *Joule'i* (loe: džauli) *seadus:* Elektrivooluga saavutatud soojushulk $Q = 0{,}239\,J^2Rt$ (cal), kus t — aeg sek-tes. 3) *Faraday* (loe: faradei) *seadus*: Elektrolüüsil elektroodidelt sekundis eraldunud aine hulk $Q = alt$, kus a — elektrokeemialine ekvivalent (vt. tab. lk. 169). 4) *Kirchhoff'i seadused*: a) Kinnisvoolu ringis E summa = kõikide vooluringi osade pinge kaode summaga, s. o. $\Sigma E = \Sigma(IR)$ ja b) Igas haruühendite sõlmtäpis on juurde- ja äravoolavate voolude summa 0, s. o. $\Sigma I = 0$. 5) *Hüvakkäe-reegel*: a) Kui el.-juhtmel hoitava hüvakkäe sõrmed näitavad voolu suunda ja peopesa on pöördud magnetnõelale, siis nõela põhjapoolus kaldub kõrvale pöidla suunas. b) Kui hoida hüvakkäsi el.-juhtmel peopesaga magnetvälja tungjoonte vastu ja pöial näitab juhtme liikumissuunda, siis näitavad sõrmed indutseeritud-voolu suunda. 6) *Lenz'i-reegel*: Indutseeritud-vool takistab voolu tekitavat liikumist.

3. Mõnede ainete ρ, χ ja α 20^0 C juures. (vt. kal k. 56, 11 lahter).

Aine nimetis	ρ	χ	$10^3\alpha$
a) *Puhasmetallid.*			
Alumiinium . .	0,03	34,5	3,8
Elavhõbe . . .	0,95	1,01	0,9
Hõbe	0,016	62,5	3,77
Plaatina	0,11	9	2,4
Raud	0,13	7,7	4,8
Nikkel	0,1	10	4
Tina	0,13	7,7	4,2
Tsink	0,06	16,5	3,7
Plii	0,21	4,8	3,87
Vask	0,018	56	3,8
Volfram	0,055	18,2	4,1
b) *Sulamid.*			
Konstantaan . .	0,5	2	0,015
Reotaan . . .			
Uushõbe II a . .	0,30	3,3	0,2-0,7
Nikkeliin II . .			0,23
Manganiin . .	0,42	2,4	—
Kroon-nikkelraud	1	1	0,25

Aine nimetis	ρ	χ	$10^3\alpha$
Messing (Cu, Zn)	0,074	1,35	1,5
Elektroon (Mg, Zn, Si) .	0,061	16,4	2,2
Krupiin (Fe, Ni)	0,85	1,18	0,7
c) *Teisi aineid.*			
Retortsüsi . . .	100	0,01	−0,2 = −0,7
Grafiit . . .	20-100	0,05-0,01	
Söeniit lambis .	65	0,015	
Söepulk (homogeenne) . .	30	0,033	
d) *20%-dilised lahused.*	1 cm³ eritakistus ja -juhtivus		
Sööbekaalium .	2,4	0,42	Kõikide lahuste temp. tegur $\alpha = 0{,}02$.
Keedusool NaCl	5,12	0,195	
Vasevitriol . .	21,7	0,046	
Sööbenaatrium .	2,97	0,337	
Salmiaak NH_4Cl	2,98	0,337	
Soolhape HCl .	1,31	0,762	
Väävelhape . .	1,67	0,601	
Tsinkvitriol . .	21,7	0,047	

Isoleerained	MΩ/cm²	Isoleerained	MΩ/cm²	Isoleerained	MΩ/cm²
Fiiber	2.10^4	Mikaniit . . .	1.10^9	Flintklaas . . .	$3{,}4.10^{10}$
Tselluloid . . .	2.10^4	Vilgukivi . .	2.10^9	Kampol	5.10^{10}
Marmor . . .	2.10^5	Šellak	1.10^{10}	Väävel	1.10^{11}
Aknaklaas . .	2.10^7	Kunsttõrv . . .	1.10^{10}	Kõvakummi . .	$(1\text{-}10).10^{11}$
Portselan (glasuurimata)	3.10^8	Kummi . . .	1.10^{10}	Kvarts	5.10^{12}
		Parafiin	$(1\text{-}3{,}4).10^{10}$		

4. Mõnede ainete elektrokeemialisi ekvivalente (*a*).

Aine	*a* mg	Aine	*a* mg	Aine	*a* mg	Aine	*a* mg
Alumiinium	0,0932	Kaalium .	0,405	Naatrium .	0,2383	Tina . . .	0,616
Broom . .	0,828	Kloor . .	0,3675	Nikkel . .	0,304	Tsink . .	0,3388
Elavhõbe .	1,038	Kroom . .	0,1797	Plaatina . .	0,505	Vask . . .	0,329
Hapnik . .	0,0829	Kuld . . .	0,681	Plii	1,074	Vesinik . .	0,01045
Hõbe . . .	1,118	Lämmastik	0,0486	Süsinik . .	0,311	Vismut . .	0,720
Jood . . .	1,315						

Näide: Ese vaja katta elektrolüütiliselt 2 mm vasekihiga. Leida: 1) Mitu ampertundi (A-t) voolu on vaja selleks? 2) Kui suur on I? 3) Kui kaua kestab elektrolüüs? 4) Kui suur on generaatori N? Lahendused: 1. a) Vasekiht kaalub $10 . 0{,}002 . 8{,}9 = 0{,}178$ kg = 178 g. b) 1 A-t el.-voolu eraldab $0{,}329 . 3600$ mg = 1,181 g vaske. c) 178 : 1,881 ≈ 150 A-t. 2) $I = 0{,}4 . 10 = 4$ A. 3) 150 A-t : 4 A = 37,5 tundi. 4) Generaatori $N = 3V . 4A = 12W$.

5. Galvanivann.

Nimetis	1 dm² pinnale amp.	Ringe *v*
Vasetamiseks	0,4	3
Nikeldamis.	0,5	2,5
Hõbetamiseks	0,5	1
Kuldamiseks	0,1	1,2
Tinutamiseks	0,5	1,2

6. Elektri-elemendid.

Elemendid	Vedelik		Elektroodid		Sisetakistus Ω	Elekt. mot. jõud volt
	Elektrolüüt	Depolarisaator	+	−		
Bunsen	H_2SO_4	HNO_3	C	Zn	0,24	1,9
Kupron	NaOH(20%)	CuO [2])	Cu	Zn	0,01-0,07	0,8
Daniell	H_2SO_4	$CuSO_4$	Cu	Zn	8	1,1
Grenet (loe: grenee)	H_2SO_4	$K_2Cr_2O_7$ [3])	C	Zn	0,7	2
Leclanché (l. leklanšee)		MnO_2 [4])	C	Zn	0,7	1,2-1,5
Meidinger	$MgSO$ [10])	$CuSO_4$	Cu	Zn	10	0,95

[1]) seebikivi, [2]) vaskoksüüd, [3]) kaalium-bikromaat, [4]) mangaanülihapend, [10]) mõrusool. Märkmeid: 1) Väävelhape ei pea olema kõvem kui 1 : 20. 2) Elem. sisetakistus oleneb elem. suurusest, tabelis on antud tarvitatavamate elementide sisetakist. 3) Kuivelem. pinge on 1,4—1,5 v. ja sisetakist. 0,1—0,5.

7. Elektri-akumulaatorid. (lühend. aku). Akud hoiavad elektri-energiat keemiliseks energiaks muudetult ja seepärast tarvitatakse neid elektrivoolu saamiseks n. n. teisendelementidena. Tarvitusel on: a) plii, b) raud-nikkel- ja c) kadmium-nikkel-akud, viimaseid tarvitatakse harvem. a) Plii (Planté, Faure) akud koosnevad: 1) pliirestidest, kaetud mennikuga (Pb_3O_4) positiivsel poolusel ja pliisilu (PbO) — negatiivsel, 2) lahjendatud väävelhappest (elektrolüüt), erikaaluga 1,24 (27° Be), 3) klaas, tselluloid või pliiga vooderdatud puitanumast. Keemiliselt puhas väävelhape tuleb lahjendada destilleeritud veega (valmistamisel kallata väävelhape vette, mitte vastuoksa!) Laadimisel väheneb elektrollüüdi hulk ja ta läheb kangemaks (vesi laguneb): erikaal tõuseb kuni 1,28, tühjenemisel langeb ta 1,15-ni. Aku pinge ou muutlik: peale laadimist 2,5—2,75 v. (n. n. maksimaalne pinge), ja peale tühjenemist 1,8 v (minimaalne p.); normaalne tööpinge on 2 v. b) Raud-nikkel- (Edison'i) aku restid ja anum on tehtud nikeldatud rauast; restidesse paigutatakse aktiivse

massiga täidetud raudkastikesed; +-pooluse aktiivne mass on nikkelhüdroksüduuli $Ni(OH)_2$ ja niklipuru-segu, —-pooluse — peenikene rauapuru, segatud elavhõbeda oksüüdiga. Elektrolüüt 21% sööbekaalium (KOH). Minimaalne pinge 1,15 v, maksim. 1,8. Tarvitatakse seal, kus töö juures võib tulla ette põrutusi, n. n. elekter-autodes j. t. c) Kadmium-nikkel- (Jungner'i) aku +-pooluse aktiivne mass sisaldab eneses nikli- ja hapniku-ühendeid, —-poolus kadmium-raua-segu. Elektrolüüt 20% (KOH); anum on terasest. Minim. pinge 1,2 v, maksim. 1,85 v. Ülelaadimine, kauemat aega laadimata olek ja isegi lühindus (lühiühend) ei riku seda akut. Tarvitatakse seal, kus ei saa toimetada korralikku aku järelevalvet. Kahe viimase liigi akude puuduseks on see, et nende tööpinge võrreldes plii-akuga on väikene, ja seepärast on neid teatava pinge saavutamiseks vaja palju rohkem, peale selle on nad tina-akudest kallimad.

8. Andmeid akude kohta.

Akud	Elektrolüüt	Poolused		Pinge volt.		S pingeks vaja elem.	Laad.-vool amp. dm^2	Kasutegur	
		+	—	Maks. (pinge laad.)	Min. (pinge tühj.)			amp.-tund.	vatt-tund.
Planté (plii) . .	H_2SO_4(28°B)	PbO_2	Pb	2,75	1,8	S:1,8	0,6 - 0,9	0,9-95	0,7-0,74
Edison'i (raud-nikkel) . . .	KOH(21%)	Ni_2O_3	Fe	1,8	1,15	S:1,2	7,5-10	0,72-0,8	
Jungner'i (kadm.-nikkel) . . .	KOH(20%)	Ni_2O_3	FeCd	1,75	1,2	S:1,23			

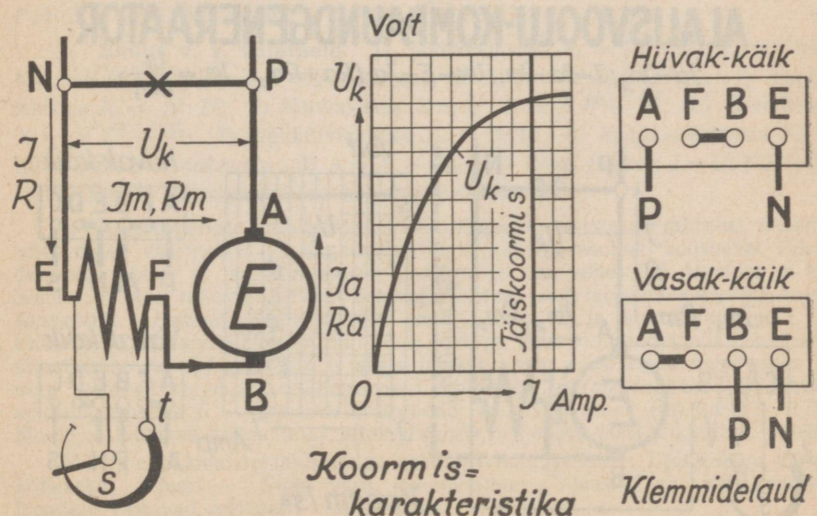
Aku mahtuvuseks nimetatakse seda elektrihulka, mida tema saab laadimisel (C_1) või mida ta annab tühjenemisel (C_t). Mahtuvus määratakse ampertundides (A-t) ja saadakse amprite ja tundide korrutamisest, s. o. $C_1 = J_1 t_1$ (laadimis-A-t) ja $C_t = J_t t_t$ (tühjenemis-A-t), kus J_1 ja t_1 on laadimis- ning J_t ja t_t on tühjenemisamprite ja tundide arv. Aku kasutegur $\eta = C_1 : C_t$.

9. Plii-akude korrashoiureeglid. 1) Kui aku ostetud kuivalt, peab enne esimest laadimist 6—8 tundi hape sissekallatult seisma. 2) Tühjenemine alla 1,7 v. ei ole lubatud (mõõta voolutarvitaja koormisega). 3) Voolutühjalt aku seista ei tohi — sulfateerub. Seisu ajal tühjeneb aku ise — automaatselt. 4) Pikemaks seisuks hape välja valada, vihmaveega läbi pesta, kuivalt hoida. 5) Kui el.-lüüdi erikaal tõuseb üle 1,28—1,30, siis ta rikub plaate: ilmub sulfatsioon. 6) Vedelik peab olema üle plaatide ülemiste servade 10—15 mm. 7) Mingil moel ei tohi akusse sattuda rauda. 8) Normaalne laadimis- ja tühjenemis-voolu tugevus ei tohi harilikul valgustusakul (paksude plaatidega) ületada 1/20 mahust, õhukeste plaatidega auto-akul 1/10 kuni 1/6 mahust. Ülekoormisel kõverduvad plaadid, mass langeb välja. 9) Laadida võib alalis- või õgvendatud-vooluga. Tarvitada vastavalt reostaate või lampe voolu tugevuse reguleerimiseks. 10) Hoolega hoiduda ühendamast valesti. Klemmide kindlakstegemiseks lihtsaim veeproov (klemmil ilmuvad vesiniku mullid). Tarvitatakse akusid enamasti patareides järjestikühendises. 11) Sageli tuulutada akude laadimisruumi. 12) Mitte suitsetada ega tarvitada akude laadimisruumes lahtist tuld (võib kergesti tekkida plahvatus).

10. Elementide ja akude patareid. a) n-elemendi *järjestikühend*: $E = nE_1$; $J = E : R = nE : (nR_s + R_v)$ (tarvitatakse suurema pinge saamiseks): a) n-elem. *rööpühend*: $E = E_1$; $J = E : R = E_1 : (nR_s + R_v)$ (tarvitatakse tugevama voolu saamiseks); c) *segaühend*: $E = mE_1$; $J = E : R = mE_1 : (m^2R_s : n + R_v)$, E_1 — ühe elemendi elektromotoorne jõud, R_s — elemendi sisetakistus, R_v — välisahela takist., n — elemen. koguarv ja m — elementide arv ühes grupis.

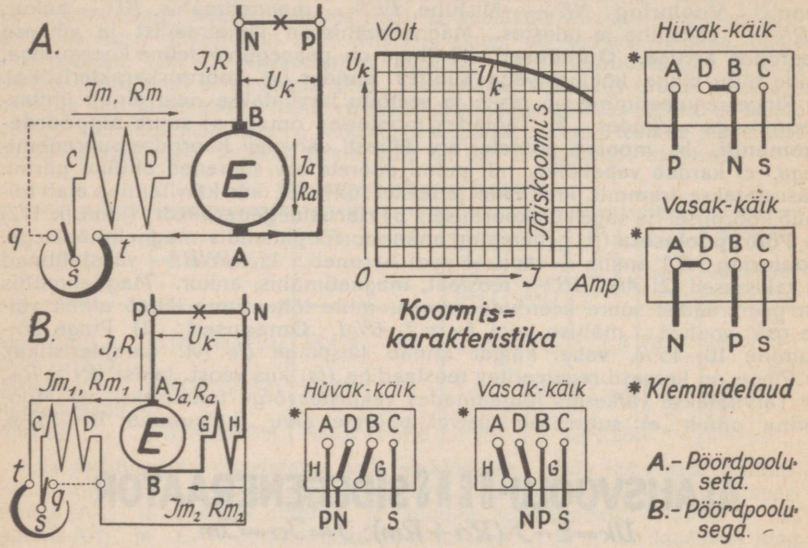
B. Alalisvoolu-generaatorid ja -mootorid.

Alalisvoolu-generaatorid ja -mootorid on 3 liiki: a) **reasside-** (peavoolu-, series) b) **haruside-** (haruvoolu-, šunt-) ja **segaside-** (kompaund-). **a) Reassidegeneraatori** ankur on järjestikühendis magnetimähisega (vt. joonis). **Vooluring**: *NE* — välisjuhe, *EFB* — magnetimähis, *BD* — ankur, *APN* — välisjuhe ja takistus. Magnetimähis on jämetraadist ja väikese keerdude arvuga. **Omadused**: 1) Pinge on peaaegu võrdeline koormisega, mille tõttu pinge kõigub väga suurtes piirides (vt. koormiskarakteristika). 2) Pinge reguleerimine on raske ja seetõttu tarvitatakse neid ainult ühtlaskoormisega võrkudes. 3) Töötades mootorina omab a) suure **algpöördemomendi**, b) mootori pöörete arv kiiresti väheneb koormise suurenemisega, c) kardab vabakäiku, mil puhul pöörete arv suureneb ohtliku piirini. Kasustatakse trammil, kraanadel ja teistel juhtudel, kus käivitamine alati toimub koormisel (ja sageli ülekoormisel). **b) Harusidegeneraator**: (joon. lk. 172) α) **Pöördpooluseta** (A) generaatori ankur on rööpühendis magnetimähisega. **Vooluring**: *BA* ankur — täpis *A* vool haruneb: 1) *APNB* — välisjuhtmed ja takistused, 2) *AtsCDB* — reostaat, magnetimähis, ankur. Magnetimähis on peentraadist suure keerdude arvuga, mille tõttu sinna läheb ainult väike osa voolust; mähise vool $I_m = 2—6\%I$. **Omadused**: 1) Pinge kõikumine 10—15%, vabal käigul annab täispinge U_k (vt. karakteristika). 2) Pinge on kergesti reguleeritav reostaadiga (*ts*) kus reost. takist. $R_r \approx R_m$. 3) Tarvitatakse väikestes jõujaamades valgustusvõrgu toitmiseks. 4) Mootorina omab a) suhteliselt püsivat pöörete arvu (kõikumine 10—15%),



ALALISVOOLU-HARUSIDEGENERAATOR.

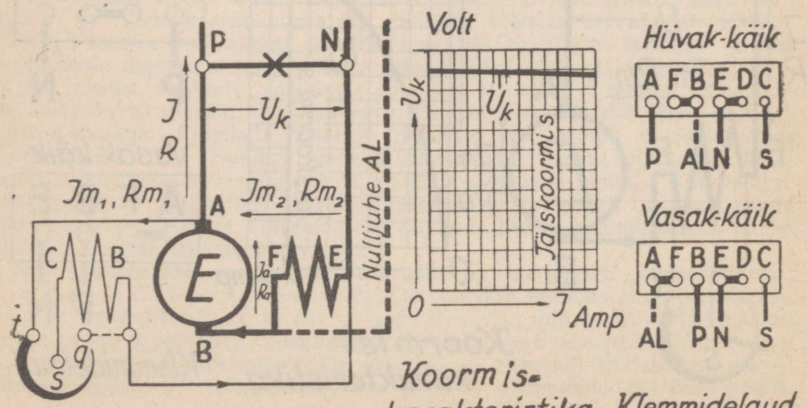
$J = Ja - Jm;\ Uk = E - Ja \cdot Ra;\ Jm = \frac{Uk}{Rm}$:



Koormis= karakteristika

ALALISVOOLU-KOMPAUNDGENERAATOR

$Ja = Jm_2;\ J = Ja - Jm_1;\ Uk = E - Ja \cdot (Ra + Rm_2);\ Jm_1 = \frac{Uk}{Rm_1}$;



Koormis- karakteristika

Klemmidelaud

b) nõrga algpöörde-momendi, mille tõttu on soovitav käivitada väikesel koormisel (0,25—0,4 täiskoormisest), c) ei karda vabakäiku, kasustatakse tööstusmasinate, ketassaagede, pumpade jt. käivitamiseks. β) **Pöördpoolusega harusidegeneraatori** (B) (-mootor) ankur on järjestikühendis pöördepoolusega *GH*, mille ülesandeks on sumbutada ankru reaktsiooni, et vältida harjade ümberpaigutamist koormisel; vooluring ja omadusad nagu eelmisel generaatoril (mootoril). **c) Segasidegeneraator** (kompaund-) (vt. joon. lk. 172) koosneb kahest esimesest liigist, st. selle magnetimähis on kahekordne: üks jämetraadist väikese keerdude arvuga ja järjestikühendis ankruga, ja teine peentraadist suure keerdude arvuga ja rööpühendis ankruga. **Omadus:** 1) Pinge on peaaegu püsiv, kõikuvusega $\pm 2\%$, 2) Pinget saab kergesti reguleerida, 3) Generaator ei võimalda koostööd teiste generaatoritega rööbiti ja akude laadimist. 4) Mootorina erineb teistest: α) püsiva pöörete arvuga (vastusidestatult) ja suure algpöördemomendiga (pärisidestatud), β) ei karda vabakäiku. Tarvitatakse, kus: 1) koormis sageli muutub: tõstekraanad raskete ja kergete esemete tõstmiseks, 2) on nõuetav püsivpöörete arv (ketramismasinad jt.) 3) voolu pinge võrgus sageli muutub.

C. Vahelduvvool. (üksfaasvool).

1. **Üldseletusi**. Vahelduvvooluks (v. v.) nimetatakse seesugust voolu, mis perioodiliselt muutub suuruselt ja sihilt. Graafiliselt v. v. kujutatakse *sinusoidiga*, kus abstsissteljel märgitakse aeg t ja ordinaatteljel voolutugevuse või pinge momentväärtused, s. o. i või e. Suurimat i väärtust nimet. maksimumtugevuseks I' ja suurimat e — maks. pingeks U'; i muutub pidevalt $0 — +I' — 0 — -I' — 0$ ja seda aega, mille vältel vool teeb kõik need muuted nimetatakse *perioodiks* T. Perioodide arv sek. nimet. *sageduseks*, tähis f, $f = 1 : T$. Harilikult valgust. voolu f võetakse 50 ja jõuvoolu f — 25 ja $16^2/_3$. V. v. *efetiivtugevuseks* I nimet. seesuguse v. v. tugevust, millega saavutatakse alalisvoolule vördne soojusefekt samas juhtmes sama aja kestes. $I = I' : \sqrt{2} = 0{,}707\, I'$; samuti $U = U' : \sqrt{2} = 0{,}707\, U'$.

2. **Siinus v. v. valemeid**. 1) Näivvõimsus $N_n = UI$; 2) Ebavõimsus $N_b = \sqrt{N_n^2 - N^2}$, kus N tegevvõimsus, ja 3) $N = \sqrt{N_n^2 - N_b^2}$; 4) Tegevtakistus $R = N : I^2$; 5) Näivtakistus $Z = U : I = \sqrt{R^2 + X^2}$; 6) Ebatakistus $X = \sqrt{Z^2 - R^2}$; 7) Induktiivtakistus $X_i = 2\pi f\alpha$; 8) Mahtuvustakistus $X_c = 1 : 2\pi fc$, kus c — mahtuvus; 9) $X = X_i - X_c$. 10) Ohmi seadus: $I = U : \sqrt{R^2 + X^2}$. Džauli seadus samane alalisvoolu vastava seadusega.

3. **Keerlevvool** (mitufaasvool). Praktikas kasustatakse mitmest ühesuuruste maks. väärtusega ja sagedusega v. v. (üksfaasvoolust) koosnevat vahelduvvoolu või n. n. *keerlevvoolu*. Üksikvoolud on nihutatud faasides ja kui 3-me v. v. faasi nihe $= 120^0$, siis saamegi tehnikas laialt tarvitatava *keerlev-kolmfaasvoolu*. *Faaside ühendusviise on 2*: täht- (⅄) ja kolmnurkühend (△); esimesel juhul tarvitatakse ka null-juhet. Pinge ühes kolmnurga või tähe harus nimetatakse *faasipingeks Up* ja sama harude voolu *faasivoolu tugevuseks* I_p ning vastavalt pinge ja voolutugevused juhtmetes *juhtmepingeks U* ja juhtme voolutugevuseks *I*. *Rippuvus* ülaltoodud suuruste vahel (vt. joon. lk. 175). Mootorid lülitakse kolme faasi juhtme vahele ja lambid faasi ja 0 juhtme vahele.

Märge: Joonistel tähistatakse kolmfaasvoolu juhtmed: 1-faasi *R*-ga, värvit. kollaseks; 2-faasi — *S*-ga, värv. leheroheline; 3-faasi *T*-ga, värv. violett. Nendele vastavad mähised: tähistatakse *U, V, W*-ga.

4. **Keerlevvoolu-generaatorid ja -mootorid.** a) Väiksemad gener. ehitatakse mõnikord paigalseisva magnetiga ja pöörleva ankruga; kollektori asemel seatakse n. n. kontaktrõngad, igale faasile ja 0-juhtmele üks, b) suuremas generaatoris pöörleb väljamagnet (n. n. rootor) ja tekitab tugeva magnetvälja, kus ankur, milles tekib vahelduvvool, on paigal (n. n. staator). Pooluste arv generaatoris: $2p = 120f : n$, kus n pöörete arv minutis. Generaatorit toidetakse väljaspoolt saadud alalisvoolu-generaat., n. n. ergutusmasinaga G (joon. lk. 175) 100—200 V. Nagu toodud valemist näha, võib k.-v. sagedust muuta pöörete arvu muutmisega. Töötavad gener. tähtühendises harva kolmnurkühend. Pinge reguleerimine toimub ergutusmasinaga, mille pinge omakorda reguleeritakse reostaadiga (vt. joonis lk. 175). Gener. pingediagrammist selgub, et pingelange on väiksem suurema cos φ puhul; tihti tõstetakse cos φ abimasinatega n. n. faasinihutajatega.

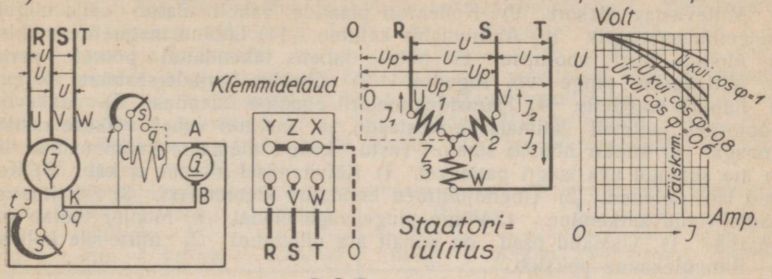
5. **Keerlevvoolu-mootorid.** a) *Sünkroonmootorid.* Rootoris on alalisvool, staatoris keerlev. Mootori head omadused: ta püsiv pöörete arv, mis muutub ainult f muutmisega, kasutegur 0,95; halvad küljed: mootorit peab toitma kahe isesuguse voolu liigiga, teda ei või käima panna koormisel käivitamiseks ja magnetmähiste toitmiseks peab olema abimasin, vooluvõrguga võib teda ühendada ainult siis, kui on saavutatud võrguga samane pinge, perioodide ja faaside arv, kus ühendatavad faasid peavad alaliselt koos pöörlema; mootori pöörete arv on samane generaatori pöörete arvuga: $n = 120f : 2p$, kus $2p$ on pooluste arv ja f on toitva keerleva voolu perioodide arv. Kasustatakse neid mootoreid suurtes tööstustes (500—600 hj). b) *Asünkroonmootor* ei vaja alalist voolu; neid on kahte tüüpi: 1) rõngastega-mootor, millel ind. voolu edasijuhtimiseks on rõngad; rõngastele on asetatud reostaadiga ühendatud harjad; reostaadis on iga faasi jaoks üks haru; 2) lühind- (lühiühend-) mootor; staator saab keerlevat voolu välisahelast, rootoris indutseerub kohalik kolmfaasvool. Lühindmootori ankru juhtmed on jämedast vasktraadist, tihti isolatsioonita; rootori takistus on väikene, ehitus lihtne, neil puuduvad libisevad kontaktid ja kõik nendega seotud kaod (sädemete tekkimine, hõõre j. t.); väikestel mootoritel pundub käivitamis-reostaat; kõigist elektrimootoritest on ta kõige odavam. Puudused: käivitamisel tarvitab ta 3—5 korda rohkem voolu kui kälmisel, pöörete arv pole püsiv; koormise suurenemisega väheneb pöörete arv; teda ei saa väga suurelt välja ehitada. Käivitamine: 1) väikestel kuni 1,1 kW-lülijaga, 2) 1,1—1,5 kW-astmelise („tähtkolmnurk-") lülijaga, 3) 1,5—6 kW see sama, kuid mootor on välja ehitatud kahekordsete nuutidega, 4) 6 kW-st suuremad — käivitamis-transformaatoriga, mis aga teeb sisseseade kalliks ja seetõttu tihti asendatakse ka rõngastega — induktsioonmootoriga, 5) suured induktsioonmootorid käivitatakse abimootoriga tühjal käigul. Väikeste asünkrooniliste mootorite kasutegur kõigub 80 kuni 85%-ni, suurematel kuni 90%. Võimsustegur (cos φ) väikestel masinatel = 0,8, suurematel cos φ = 0,85—0,9, tühjalt käimisel cos φ = 0,2—0,3.

D. Sageli esinevad elektermasinate rikkeid ja nende põhjusi.

a) Laagrite ebaharilik kuumenemine: 1) Rihm on väga pingutatud. 2) Määrderõngas ei käi vabalt. 3) Määrderõngas tiirleb aeglaselt. 4) Määrdeõli ei ole puhas. 5) Laagris vähe õli. 6) Valesti üles seatud. 7) Halvasti valmistatud. b) Õli väljapritsumine: 1) Laager väga täis valatud. 2) Ebaõiged määrderõngad. c) Kollektor väga kuumeneb: 1) Söest harjad väga kõvasti tema vastu surutud. 2) Sädeme tekkimine. 3) Mittevastav söesort. d) Ülemääraline mähise kuumenemine: 1) Ankur halvasti tsentreeritud. 2) Lühindus mähises. 3) Kolmfaasmootor valesti ühendatud võrguga (tähtühend kolmnurkühendi asemel). 4) Mootor ülekoormisega. 5) Puudulik õhu juurdevool mootorile.

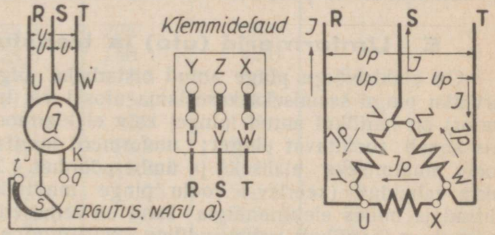
KEERLEV-(KOLMEFAASIVOOLU)GENERAATOR

a) TÄHTÜHEND-STAATOR: $U = 1{,}73 \cdot Up$; $J = Jp$.

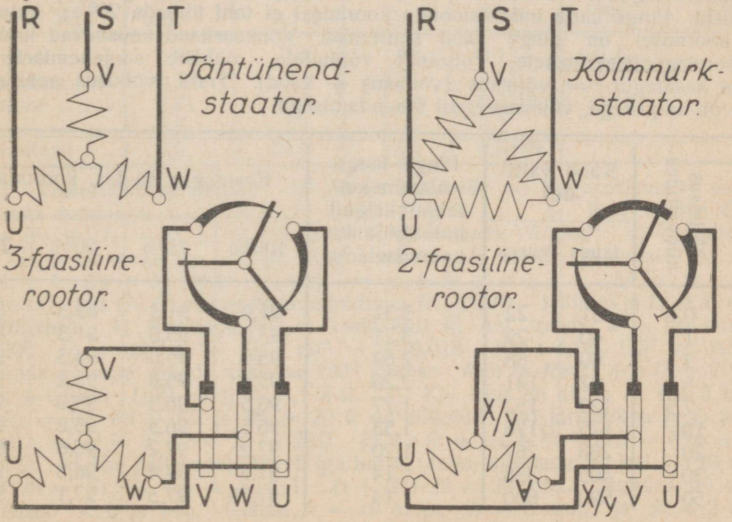


b) KOLMNURK-STAATOR:

$U = Up$; $J = 1{,}73 \cdot Jp$.



KEERLEVVOOLUMOOTOR.



e) Suur rihma ja seibi kuumenemine. Rihm libiseb. f) Sädemed kollektoris. 1) Mootori ülekoormis. 2) Kollektor mudastunud. 3) Kollektorisse on tekkinud kraavikesed või augukesed. 4) Ebaõige harjade asetis. 5) Harjade ridadevaheline kaugus ebaühtlane. 6) Harjad ei puutu hästi kokku kollektoriga. 8) Mittevastav söesort. 9) Kollektori plaatide vahelt ulatub välja vilgukivi (isoleerimismaterjal). 10) Ankrumähis katkine. 11) Lühind magnetite mähistes. g) Mootor täiel koormisel ei pöörle tabelis tähendatud pöörete arvuga. 1) Mittevastav pinge või sagedus. 2) Ebaõige harjade-süsteemi paigutus. 3) Lühind magnetis. 4) Haruside-mootoril ebaõige ühendus. 5) Alalisvoolumootoritel juhtmed käimalaske-reostaadi ja mootori vahel väikese ristilõike pinnaga. h) Rootor hõõrub staatori vastu. Laagri ülemäära kuumenemise tõttu on ära sulanud üks laagri patjadest. i) Käivitamisel mootor ei käi: 1) Kaitsmed läbi põlenud. 2) Ühendjuhtmed eraldatud klemmidest. 3) Käivitus-reostaadis voolu katkemine. 4) Võrgu pinge väga madal. k) Mootor töötab suure müraga: 1) Üksikud osad on kohalt ära nihutatud. 2) Mitte-sile kollektor. 3) Rihmülekanne peksleb.

E. Umformerid (ufo) ja transformaatorid (trafo).

On elektrivõrgu pinge antud otstarbeks liiga kõrge või madal, siis peab tarviliku pinge saamiseks kasustama ufosid või trafosid. 1) Ufo (mootor-generaator) on harilikul antud pingel käiv elektermootor, ühendatud generaatoriga, mis annab soovitavat pinget; umformerit tarvitatakse ka vahelduv- (keerlev-) voolu muutmiseks alaliseks ja ümberpöördult. 2) Praktikas harilikult tarvitatakse vahelduv- (keerlev-) voolu pinge muutmiseks trafosid, mis on ehituselt lihtsad ja milles elektrienergia kaod on väikesed. Ta koosneb kinnisest raudsüdamikust (harilikult neljakandiline, isoleeritud antimagnetilistest kardribadest), millel on primaar- ja sekundaarmähis; mähised on kas teineteise peal või kõrval. Kui e_1 tähistab primaarmähise-, e_2 — sekundaarmähise-pinget, t_1 ja t_2 vastavalt nende keerdude arve, siis (arvestamata kadu) $e_1 : e_2 = t_1 : t_2$; transformatsiooni tegur $n = e_1 : e_2$. Trafodes tuleb arvestada: 1) pinge ja 2) võimsuse kadusid. Pinge kadu induktsioonita koormisel ei tohi ületada 20%; induktiivsel koormisel on pinge kaod suuremad. Võimsuskaod koosnevad kadudest ümbermagnetiseerimisele, Foucaul't vooludele, mähiste soojenemisele j. t. Trafo kasutegur = võimsus : (võimsus + kaod). Trafo võimsus määratakse kilovolt-ampritega, võimsusteguri tähendamisega.

Kaod trafos.

Võimsus kilovattides	Kaod vattides		Pinge lange üleminekul tühjalt käigult induktsioonita koormisele %	Kasutegur %-des, koormisel			
	rauas	vases		100%	75%	50%	25%
0,6	31	22	3,31	91,9	91,3	89,3	82,4
1	40	29	3,21	93,0	93,0	91,3	85,6
3	60	58	2,69	95,0	95,0	94,5	91,5
5	92	141	2,26	95,6	95,6	95,2	92,4
7,5	122	152	1,77	96,5	96,5	95,8	93,4
10	175	176	1,53	96.5	96,5	95,8	93,5
20	288	267	1,20	97,2	97,2	96,6	94,1
30	405	358	1,14	97,6	97,4	96,8	94,6
50	590	600	1,14	97,75	97,5	97,1	95,2

F. Juhtmete-arvestusi.

1. **Vask- ja teistest metallidest juhtmete takistus, kaal ja lubatud koormis 20° C.** Alljärgnevas tabelis on esitatud andmeid Saksa Elektri-inseneride Liidu poolt kindlaks määratud juhtmete normaal-ristilõigetele. Maksimaalne lubatav vaskjuhtmete eritakistus Liidu normide järgi = 0,01784, erik. 8,89. Vastavate suuruste leidmiseks teistele metallidele tuleb andmeid vase kohta korrutada rasvase joone all olevate arvudega, s. o. raudtraadi kaalu leidmiseks peab vasktraadi kaalu korrutama 0,86-ga, manganiintraadi kaalu 0,945, alumiiniumtraadi pikkust korrutama 3,3-ga jne. Näide: Mitu kg kaalub 1 km 16 mm² raudtraati? Võtame vasktraadi kaalu lahtrist 142,1 kg (16 mm² vastu) ja korrutame 0,86, saame ca 122,2 kg.

Ristilõige mm²	Läbimõõt mm	Kaal kg/km	Takist. oom/km	Pikkus m/kg	Pikkus m/oom	Suurim lubatav voolutugevus amp.	Kaitsme minim. tugevus amp.
0,5	0,80	4,45	35,7	225	28,0	7,5	—
0,75	0,98	6,66	23,8	150	42,0	9	6
1	1,13	8,89	17,8	112,5	56,2	11	6
1,5	1,38	13,3	11,9	75,2	84,1	14	10
2,5	1,78	22,2	7,14	45,0	140	20	15
4	2,26	35,6	4,46	28,1	224	25	20
6	2,76	53,3	2,97	18,8	337	31	25
10	3,57	88,9	1,78	11,25	562	43	35
16	4,5	142,1	1,115	7,04	898	75	60
25	5,64	222,1	0,714	4,50	1400	100	80
35	6,68	311	0,510	3,22	1960	125	100
50	8,00	444,5	0,357	2,25	2800	160	125
70	9,45	622	0,255	1,61	3920	200	160
95	11,0	845	0,188	1,184	5315	240	200
120	12,4	1068	0,149	0,937	6710	280	225
Raudtraat . . .		0,86	7,6	1,17	0,132	0,4	
Alumiinium . .		0,30	1,6	3,3	0,61	0,8	
Superioor . . .		0,91	49,0	1,10	0,0205	0,53	
Tsink		0,8	3,4	1,25	0,3		
Konstantaan . .		0,9	27,9	1,01	0,0359		

2. **Takistuste-arvutusi.** a) *Järjestikühend*: α) Kogutakistus = osadetakistuste summaga, s. o. $R = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$ β) Pingekaotus $U_v = U_{v1} + U_{v2} + U_{v3} + \ldots$ γ) $J = I_1$. b) *Rööp (= haru-) ühend*: α) Üldjuhtivus $G = G_1 + G_2 + G_3 + \ldots$ β) Kogu takistus R leiame valemist: $1 : R = 1 : R_1 + 1 : R_2 + 1 : R_3 + \ldots$ γ) $I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$ δ) $I_1 : I_2 : I_3 = G_1 : G_2 : G_3$, kus G_1, G_2, G_3 on harude juhtivus, R_1, R_2, R_3 – takistus ja I_1, I_2, I_3 vool.

Näiteid: 1) Arvutada 100 m vasktraadi R, kui traadi $d = 1{,}6$ mm ja $t = 20°$. $R = \rho l : q = 4\rho l : \pi d^2 = 4 \,.\, 0{,}018 \,.\, 100 : 3{,}14 \,.\, 1{,}6^2 \approx 0{,}89\,\Omega$. 2) Leida eelmise traadi takistus $100°$ juures: $R_{100} = R_{20}\,[1 + \alpha\,(t - 20)] = 0{,}89\,[1 + 0{,}0038 \,.\, (100-20)] \approx 1{,}178\,\Omega$. 3) Kui suur on ahela R, kui 3 takistust $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 5\Omega$ ja $R_3 = 20\,\Omega$ on lülitatud: α) järjestikku ja β) paralleelselt. α) $R = 4 + 5 + 20 = 29\Omega$. β) $1 : R = {}^1/_4 + {}^1/_5 + {}^1/_{20} = {}^{10}/_{20} = {}^1/_2$; $R = 2\Omega$. 4) Kui palju voolu läheb iga harru (eelm. ülesanne b), kui $I = 20$ amp. $I_1 : I_2 : I_3 = {}^1/_4 : {}^1/_5 : {}^1/_{20} = 5 : 4 : 1$. $I_1 + I_2 + I_3 = 20$ amp. Jagades 20 amp. võrdelised 4, 5 ja 1-le, leiame $I_1 = 10$ amp., $I_2 = 8$ amp. ja $I_3 = 2$ amp.

5) Juhtmevool = 1000 amp., takistus — 0,005 Ω. ½ tunnis eraldunud soojushulk $Q = 0{,}239\,I^2Rt = 0{,}239 \cdot 0{,}005 \cdot 1000^2 \cdot 30 \cdot 60 \approx 215100$ cal = 215,1 kcal.

3. **Võimsuse arvutusi.** 1) *Alalisvool ja vahelduvvool valgustuseks.* Vattide arv $N = UI$; 2) *Vahelduvvool* mootorile $N = UI \cos\varphi$, keskmiselt $N = 0{,}86\,UI$; 3) *Keerlevvool* a) valgustuseks: $N = 1{,}732\,UI$; b) mootorile: $N = 1{,}732\,UI \cos\varphi$, keskmiselt $N = 0{,}86 \cdot 1{,}732\,UI = 1{,}5\,UI$; 4) *Alalisvoolu* kasuvõimsus: $N = \frac{1}{8}I$ hj, kui $U = 110$ V, $N = \frac{1}{4}I$ hj; kui $U = 220$ V ja $N = \frac{1}{2}I$ hj, kui $U = 440$ V.

N ä i d e: Mitme hobujõuline mootor võib käivitada elektergeneraatorit, mis annab 115A 220V voolu, kui mootori $\eta = 0{,}88$. (Vahelduv- ja keerlevvoolu puhul $\cos\varphi = 0{,}86$.) 1) Alalisvool: α) Generaat. võimsus (N_g) = $220 \cdot 115 \cdot 0{,}001 = \mathbf{25{,}3}$ kW = 25,3 . 1,36 hj ≈ **34,4** hj; β) Mootori võimsus (N_m) = 34,4 : 0,88 ≈ **39,1** hj. 2) Vahelduvvool-mootorile: α) $N_g = 220 \cdot 115 \cdot 0{,}86 \approx$ **21,8** kW; β) $N_m = 21{,}8 \cdot 1{,}36 : 0{,}88 =$ **33,6** hj. 3) Keerlevvool: a) valgustuseks: $N_g = 220 \cdot 115 \cdot 1{,}732 \approx$ **43,8** kW; $N_m = 43{,}8 \cdot 1{,}36 : 0{,}88 \approx$ **67,7** hj; b) mootorile: α) $N_g = 220 \cdot 115 \cdot 1{,}732 \cdot 0{,}86 \approx$ **37,7** kW; β) $N_m = 37{,}7 \cdot 1{,}36 : 0{,}88 \approx$ **58,3** hj.

G. Elektervalgustus.

1. **Ühikuid ja määranguid.** a) *Valgustugevus J* on Hefneri ehk normaalküünaldes (NK) mõõdetud valgushulk, mille valgusallikas ühes sihis välja kiirgab. 1 NK annab Hefneri 40 mm pikk lambileek, mille taht asetseb valgemetalltorukeses; torukese pikkus lambist = 25 mm; tahi $d = 8$ mm ja seda toidetakse puhta äädika-amüül-eetriga ($C_2H_{14}O_2$) 1 internatsionaalküünal IK = 1,11 NK. b) *Valgustuseks (E)* nimetatakse pinnaühikul olevat valgusvoogu Φ. $E = \Phi : S$; Valgustust mõõdetakse meeterküünaldega ehk luks'idega (Lx). 1 Lx on valgustus, mida saab valge ja valgusallikat läbivale teljele ristiolev pind ühe meetri kaugusel asetsevalt 1 NK valgusallikalt. Kui valgus tugevusega 1 NK langeb risti r meetri kaugusel asetsevale pinnale, siis $E = J : r^2$ luks'i (Lx). Miinimum valgustust: jämedamatele töödele 10 Lx, lugemiseks 25 Lx ja täpsetele töödele (joonestamine) 50 Lx. Keskm. päikese valgustugevus 10000—48000 Lx. Valgusvoo tugevust mõõdetakse lumeniga (Lm). 1 Lm = m² Lx. Valgustoode = $Lm : W$.

Mitmesugustele ruumidele tarvilik valgus- ja valgustustugevus.

Ruumid	Luks 1 m üle põranda	NK 1 m² põranda pinnale	Ruumid	Luks 1 m üle põranda	NK 1 m² põranda pinnale
Magamistoad	8—25	1,5—5	Luksepa-, mööbels.- ja montaažitöökojad .	30—60	6—12
Köögid	10—30	2—6	Trükikojad	50—80	10—16
Elu- ja söögitoad . . .	20—40	4—8	Bürood	40—60	8—12
Pidu- ja kontserdisaalid .	50—80	10—16	Keldrid	2—10	0,5—2
Kuuldesaalid ja klassid .	50—70	10—14	Koridor., ja kõrval. trepid	5—10	1—2
Joonestussaalid	80—120	16—24	Peatrepid	20—50	4—10
Operatsioonitoad . . .	200—400	40—80			
Laduruumid	10—25	2—5	Vabrikuhoovid . . .	1 m² pinnale	0,3-0,5
Valukuurid ja sepikojad .	30—60	4—8	Raudteejaamad . . .		0,5-1,0
			Turuplatsid		1,5-2,5

2. **Hõõglambid.** Elekterlambi eritarve = vatt : NK; näiteks, kui 25 NK lamp tarvitab 30 vatti, siis tema eritarve = 30 : 25 = 1.2 vatti. Lambi praktiline kasutusaeg on see aeg tundides, millel lambi valgustugevus on kahanenud

20% võrra. a) Süsiniit-lambid erinevad teistest odavusega ja suure vastupidavusega põrutustele; pinge kõikuvused mõjuvad süsiniitlambile palju rohkem kui metallniit-lambile. Süsiniit-lambid valmistatakse pingele 10—250 V ja 5—100 NK suuruses. Lambi eritarve 3, 3,5, 4 W/NK ja vastavalt kasutusaeg 300, 600 ja 800 tundi. b) Metallitud-süsiniitlambid on vähemtundlikud pinge kõikuvusele; eritarve 2,2—2.5 W/NK. Kasutusaeg 500 tundi.

c) Metallniit-lambid:

Lambiliik	Eritarve W/NK	Valmistatakse		Kasutusaeg tundides
		pingele V	NK	
Osmium-lamp õhuta . . .	1,4—1,5	16—77	10—32	800—1000
Volfram- „ „ . . .	1	2—260	1—1000	1500—1800
Tantaal- „ „ . . .	1,5	20—240	5—50	500—600
Gaashõõglambid	0,5—1	100—240	25—4000	800—900

Praegusajal tarvitatakse praktikas peamiselt gaasiga täidetud hõõglampe, n. n. poolvattlampe. Lambi hõõgniit põleb lämmastikuga, argooniga, neooniga või teiste gaasidega täidetud ruumis, kus rõhk on 2—3 at. Neid lampe valmistatakse 25 vatist kuni 2000 vatini, s. o. 25 kuni 4000 NK. Suured lambid tarvitatakse projektsioon- ja helgiviske-lampidena; suuremate lampide (kuni 500 NK) eritarve on 0,5 W/NK, vähematel — üle selle ja kõige väiksematel üle 1 vati; seepärast ei ole täiesti õigustatud viimaste nimetamine poolvattlampideks.

Mitmes. lampide valgustugevus ja põletise- ehk energiatarve.

Lambiliik	Valgustugevus NK	Kasutegur %	Soojuskaod %	Põletise ehk energiatarve NK tunnis
Petroollamp	8—20	0,5	99,5	3—2,5 g
Gaaslambid:				
a) lahtine tuli	12—40	0,4	99,6	12—8 liitr.
b) hõõgtuli	30—330	4—6	96—94	1,5—0,7 liitr.
Elekterlambid:				
a) süsiniit-	kuni 100	5	95	3—3,5 W
b) metalltraat-	„ 1000	17	83	1,2—0,85W
c) gaasiga täidetud- . .	„ 4000	32	68	1—0,5 W
d) leeklamp	„ 6000	—	—	1,35—0,5 W

H. Mõne elekteraparaadi ja -masina voolutarve vattides.

1. Voltakaar projekts.-aparaadis.

a) söed nurgi.

		I	U	N	NK
Keerlev-	Alalis-vool	25—30	60	5500—6600	9600—13000
		25—30	50	5500—6600	2500—3200

b) söed otseti.

I	U		N
	Al.-vool	Keerl.-v.	
15	45	29	3300
20	46	29	4400
25	47	30	5500
30	48	30	6600
35	49	31	7700

Pingelange U_v, võimsuskao p %-des, juhtme ristilõike pinna q mm² ja vajanduva pinge U arvutusvalemeid.

Vooluliik	Antud	$U_v =$	$p =$	Kui on teada U_v, siis $q =$	Kui on teada p. siis $q =$	Vajalik pinge $U =$
Alalis- ja üksfaasvahelduvvool puht-oomilise koorm.	I N	$2lpI : q$ $2lpN : qU$	$200lpI : qU$ $200lpN : qU^2$	$2lpI : U_v$ $2lpN : U_vU$	$200lpI : pU$ $200lpN : pU^2$	$200lpI : pq$ $\sqrt{200lpN : pq}$
Üksfaas-vahelduvvool induktiivkoormisega	I N	$2lpI \cos\varphi : q$ $2lpN : qU$	$200lpI : qU\cos\varphi$ $200lpN : qU^2\cos^2\varphi$	$2lpI\cos\varphi : U_v$ $2lpN : U_vU$	$200lpI : pU\cos\varphi$ $200lpN : pU^2\cos^2\varphi$	$200lpI : pq\cos\varphi$ $\sqrt{200lpN : pq\cos^2\varphi}$
Keerlevvool-ind. koormis. (puht oom. koorm. $\cos\varphi = 1$)	I N	$1{,}73lpI\cos\varphi : q$ $lpN : qU$	$100lpI : qU\cos\varphi$ $100lpN : qU^2\cos^2\varphi$	$1{,}73lp^2\cos\varphi : U_v$ $lpN : U_vU$	$100lpI : pU\cos\varphi$ $100lpN : pU^2\cos^2\varphi$	$100lpI : pq\cos\varphi$ $\sqrt{100lpN : pq\cos^2\varphi}$

2. Elektermootorid. *3. Laua- ja seinaventiilaat.*

Võims. hj kuni	Alalisvool vatti hj-le	Keerlevvool vatti hj-le	cos φ
0,5	1080–1000	1300–960	0,62—0,78
2	980—950	900—880	0,82—0,84
5	910—870	870—860	0,85—0,86
30	870—850	860—830	0,86—0,89
100	850—815	830—800	0,91
üle 100	815—795	800—793	0,91

Tiibade suurus mm	1 min liik pandud õhuhulk m³	Veesamba rõhk mm	N alalis-	N üksfaas- vool
200	10	—	15	25
250	15	1,5	20	30
300	25	2	45	55
350	40	2,5	75	90
400	50	2,5	85	110
	60	3,5	125	200
500	90	5	225	280

4. Köögi ja soojendusriistad

a) Triikrauad: Raua kaal kg	a) Triikrauad: N vatti	b) Köögi katlad: Maht. liitr.	b) Köögi katlad: N	c) Lihtkeedunõu: Maht. liitr.	c) Lihtkeedunõu: N	d) Kastrulid: Maht. liitr.	d) Kastrulid: N
0,5	125	5	1100	0,25	250	0,6	400
1	225	7,5	1300	0,5	400	1	550
1,75	300	12	2000	1	550	1,75	600
2,5	400	20	2700	1,5	600	2,5	900
3,5	450	25	3800	2	850	3,5	1000
4,5	500	50	5500	3	1000	4,5	1200
5	550	75	6600	5	1100	5	1400
6	700	100	8300	7,5	1300	6	1500
10	800	250	12500	10	1600	10	2000

5. Tsentrifugaalventilaatorid.

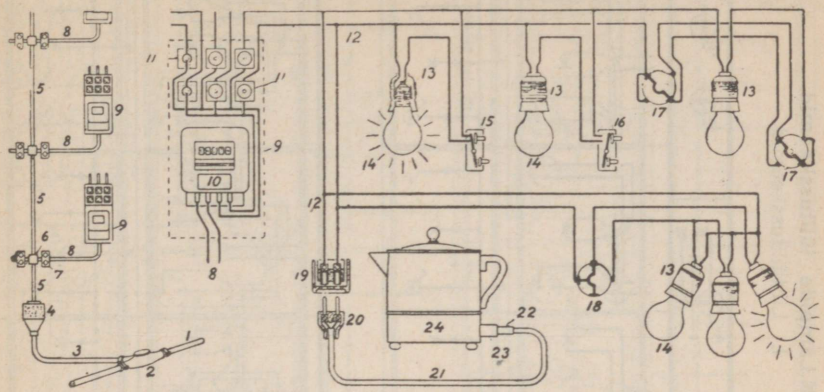
keerl.-	üksfaas-	Voolu liik: Annab 1 min. õhku m³	Veesamba rõhk mm	N
Alalis-		5,5	25	70
		6,5	35	115
		8	45	210
	5		22	100
	6		35	130
	6		22	100
	8		35	120
	10		42	250

e) Mitmesugused

Nimetis	N
Elekterpadi 50 × 30 cm	60
Lokits[1]) . .	100–300
Süüdits[2]) .	100
Vitriinsoendi	380
Jalasoendi .	80—300
Ribisoendi 19,5;12;5,5cm	300
Malm pliidid	300–700

[1]) lokitangid;
[2]) süütaja (sigari).

I. Elektri installatsionskeeme.



Seletusi skeemile: 1 — toitekaabel, 2 — kaabli harkmuhv, 3 — kaabli haru, 4 — majaühendi kast, 5 — maja magistraal-liin, 6 — magistraali haruühend, 7) — korteri magistraali kaitsmed, 8 — korteri magistraal, 9 — arvestaja kilp, 10 — arvestaja (mõõtja), 11 — grupiehk harukaitsmed, 12 — juhtmete haruühend, 13 — lambipesa, 14 — hõõglamp, 15 — suletud lüliti, 16 — avatud lüliti, 17 — vahetuslüliti, 18 — grupilüliti, 19 — harklüliti pesa või seinakontakt, 20 — hark ehk kahvel, 21 — kantav-juhe, 22 — juhtme hargi pesa, 23 — kaitsekestaga keedunõu hark, 24 — elekterkeedunõu.

6. Kvartslambid.

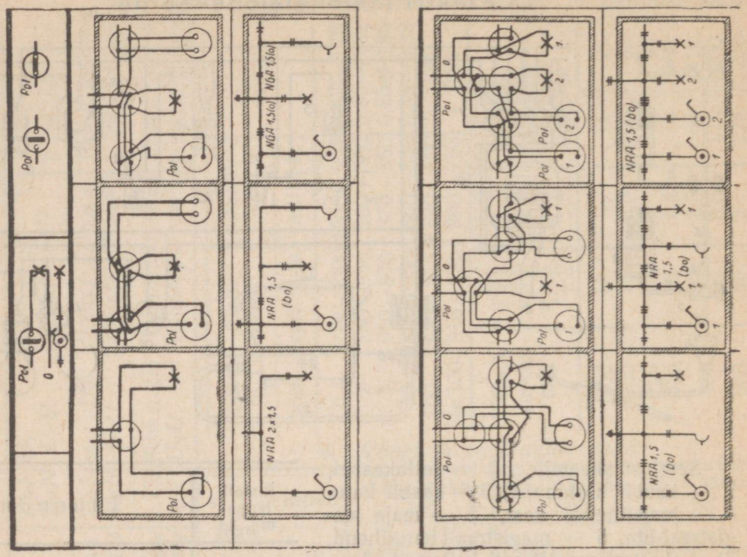
	I	U	N	NK
Väikesed	2,5	110	275	~700
	1,5	220	330	~800
Suured	4	110	440	~1200
	2,5	220	550	~1500
	3,5	220	770	~3000

Märge: Lk. 182 ja 183 on toodud kõik juhud elektri installeerimisel ühes näidetega, kuidas tuleb plaanil märkida juhtmed, lülitid ja lambid.

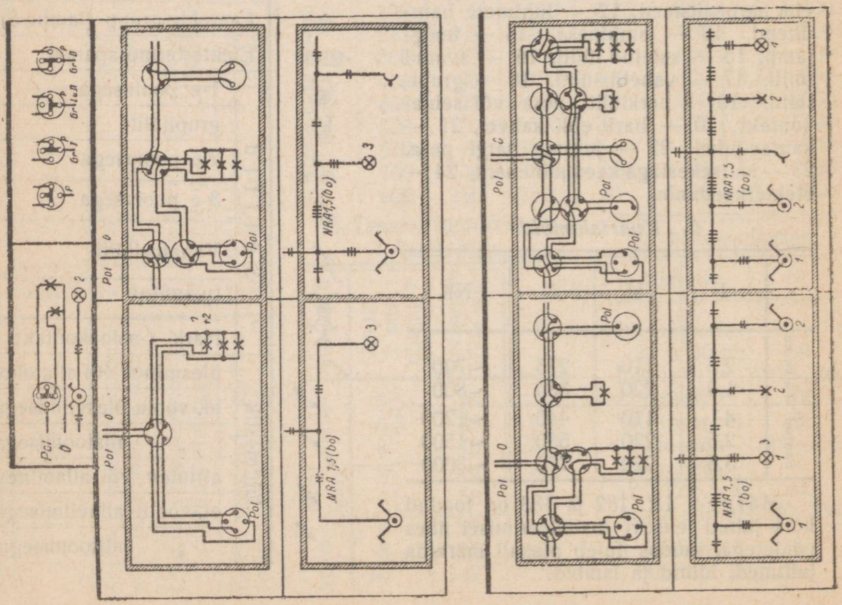
Install. leppemärgid	Tähendus	
	Hõõglamp	
	Kantav hõõglamp	
⊗ 5	Lampide grupp (lampe 5)	
	Elektertermo-aparaat	
	Sülitid	1-e poolusega
		grupilüliti
		2-e poolusega
		3-e poolusega
		Vahetuslüliti
		Ristilüliti
		Hark- (-seinakontakt)
	Juhtmestik	ülesminev või allatulev
		el.-voolu ülesviimisega
		„ allatoomisega
		alttulev või allaminev
		el.-voolu allaviimisega
		„ alttoomisega

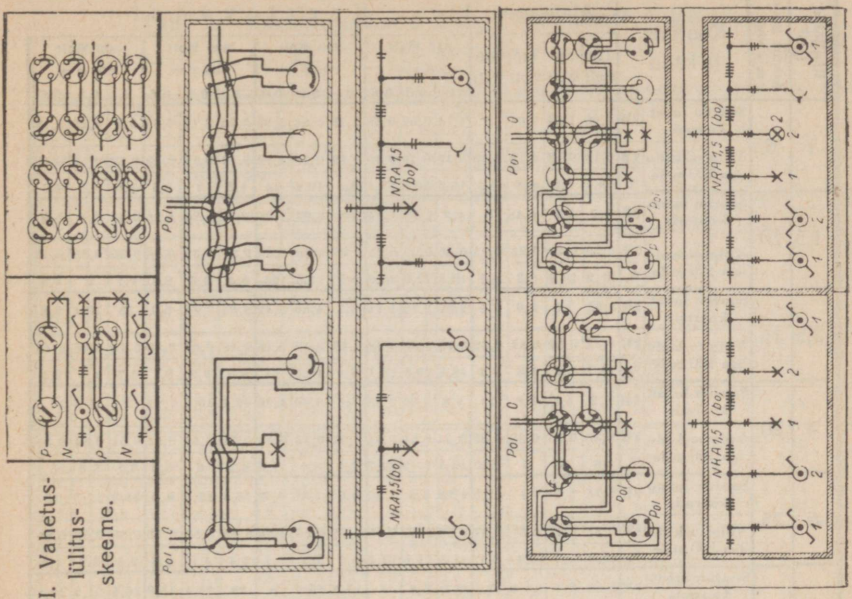
K. Lampide lülitusskeemid.

I. Lihtlülitusskeemid.



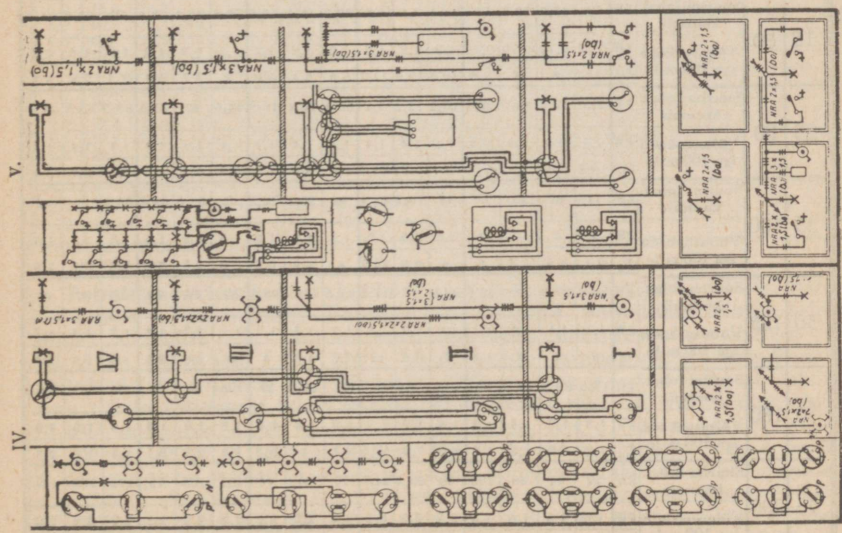
II. Grupilülitusskeemid.





III. Vahetus-lülitus-skeeme.

IV. Trepilülitus (I, II, III ja IV korra). V. Trepi automaatlülitus.



Tab. I. Vaskjuhtmete võimsuskao tabel.

Ristilõige mm²	Kestev koormis amp.	Koormis ja kadu		Alalisvool 110 Volt	220 Volt	440 Volt	500 Volt	Keerlevvool 110 Volt cos φ = 1	110 Volt cos φ = 0,8	110 Volt cos φ = 0,6	220 Volt cos φ = 1	220 Volt cos φ = 0,8	220 Volt cos φ = 0,6	380 Volt cos φ = 1	380 Volt cos φ = 0,8	380 Volt cos φ = 0,6	500 Volt cos φ = 1	500 Volt cos φ = 0,8	500 Volt cos φ = 0,6
1	6	Suurim lubat. koormis	kW	0,66	1,32	2,64	3	1,14	0,92	0,68	2,28	1,84	1,36	3,95	3,16	2,36	5,2	4,15	3,12
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,13	0,13	0,13	0,13	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
			%	19,1	9,6	4,8	4,2	16,5	20,8	27,4	8,3	10,4	14	4,8	6	8,1	3,6	4,5	6,1
1,5	10	Suurim lubat. koormis	kW	1,1	2,2	4,4	5	1,9	1,52	1,14	3,8	3,04	2,28	6,6	5,25	3,96	8,65	6,9	5,2
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,23	0,23	0,23	0,23	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
			%	21,2	10,6	5,3	4,7	18,3	22,9	30,6	9,2	11,5	15,4	5,4	6,6	8,3	4,1	5	6,2
2,5	15	Suurim lubat. koormis	kW	1,65	3,3	6,6	7,5	2,86	2,28	1,71	5,7	4,55	3,42	9,85	7,85	5,9	13	10,4	7,8
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,32	0,32	0,32	0,32	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
			%	19,2	9,6	4,8	4,2	15,6	20,6	28,1	8,3	10,3	14	4,8	5,9	8,1	3,7	4,6	6,2
4	20	Suurim lubat. koormis	kW	2,2	4,4	8,8	10	3,8	3,04	2,28	7,6	6,08	4,56	13,2	10,5	7,92	17,3	13,8	10,4
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,35	0,35	0,35	0,35	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
			%	16	8	4	3,5	14,1	17,2	23,7	7,1	8,6	11,8	4,3	5	6,8	3,1	3,8	5,2
6	25	Suurim lubat. koormis	kW	2,75	5,5	11	12,5	4,75	3,8	2,86	9,5	7,6	5,7	16,5	13,1	9,9	21,8	17,3	13
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,37	0,37	0,37	0,37	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
			%	13,4	6,7	3,4	3,1	11,5	14,6	19,3	5,7	7,3	9,7	3,4	4,1	5,6	2,6	3,2	4,2
10	35	Suurim lubat. koormis	kW	3,85	7,7	15,4	17,5	6,7	5,3	4	13,3	10,6	8	23	18,4	13,8	30,4	24,2	18,2
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,43	0,43	0,43	0,43	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
			%	11,2	5,6	2,8	2,5	9,8	12	16,3	4,9	6	8,1	2,8	3,5	4,7	2,2	2,6	3,6
16	60	Suurim lubat. koormis	kW	6,6	13,2	26,4	30	11,4	9,1	6,8	22,8	18,4	13,6	39,5	31,6	23,6	52	41,5	31,2
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,79	0,79	0,79	0,79	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
			%	12	6	3	2,6	10,5	12,8	17,7	5,3	6,4	8,8	3	3,7	5,1	2,3	2,8	3,9
25	80	Suurim lubat. koormis	kW	8,8	17,6	35,2	40	15,2	12,2	9,1	30,4	24,4	18,2	52,5	42	31,5	69,5	55,5	41,7
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	0,9	0,9	0,9	0,9	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
			%	10,2	5,1	2,6	2,2	9	11	15,4	4,5	5,5	7,7	2,6	3,2	4,5	2	2,4	3,4
35	100	Suurim lubat. koormis	kW	11	22	44	50	19	15,2	11,4	38	30,4	22,8	66	52,5	39,6	86,5	69	52
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
			%	9,1	4,6	2,3	2	8	9,8	13,2	4	4,9	6,6	2,3	2,8	3,8	1,8	2,2	2,9
50	125	Suurim lubat. koormis	kW	13,8	27,5	55	62,5	23,8	19	14,2	47,5	38	28,5	82	66	49	108	87	65
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	1,1	1,1	1,1	1,1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
			%	8	4	2	1,8	7	8,6	12	3,5	4,3	6	2	2,5	3,5	1,6	1,9	2,6
70	160	Suurim lubat. koormis	kW	17,6	35,2	70,5	80	30,4	24,4	18,2	61	48,5	37	105	84	63	138	111	83
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	1,3	1,3	1,3	1,3	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
			%	7,2	3,6	1,8	1,6	6,3	7,9	10,4	3,1	4	5,1	1,9	2,3	3,1	1,4	1,7	2,3
95	200	Suurim lubat. koormis	kW	22	44	88	100	38	30,4	22,8	76	61	46	132	105	79	173	138	104
		Võimsuskadu iga 100 m-le	kW	1,5	1,5	1,5	1,5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
			%	6,7	3,4	1,7	1,5	5,8	7,2	9,7	2,9	3,6	4,8	1,7	2,1	2,8	1,3	1,6	2,1

Tab. II. Voolutugevus *I* (amp.) võimsusel *N* kW-des.

Voolutugevus $I = \text{kW} : U$; keerlevvoolu $I = 1000\,\text{kW} : 1{,}73\,U \cos\varphi$.

kW	Alalisvool				Keerlevvool											
					110 Volt			220 Volt			380 Volt			500 Volt		
					cos φ			cos φ			cos φ			cos φ		
	110 Volt	220 Volt	440 Volt	500 Volt	1,0	0,8	0,6	1,0	0,8	0,6	1,0	0,8	0,6	1,0	0,8	0,6
0,1	0,91	0,445	0,228	0,2	0,525	0,655	0,875	0,262	0,328	0,438	0,152	0,19	0,254	0,116	0,144	0,193
1,0	9,1	4,55	2,28	2,0	5,25	6,55	8,75	2,62	3,28	4,38	1,52	1,9	2,54	1,16	1,44	1,93
1,1	10,0	5,0	2,5	2,2	5,75	7,2	9,56	2,88	3,6	4,78	1,67	2,1	2,78	1,27	1,58	2,12
1,2	10,9	5,45	2,72	2,4	6,3	7,85	10,5	3,14	3,92	5,25	1,82	2,28	3,04	1,39	1,73	2,32
1,3	11,8	5,9	2,96	2,6	6,8	8,5	11,3	3,4	4,25	5,65	1,98	2,48	3,3	1,5	1,87	2,5
1,4	12,7	6,35	3,18	2,8	7,35	9,15	12,5	3,66	4,6	6,25	2,12	2,66	3,54	1,62	2,02	2,7
1,5	13,6	6,8	3,4	3,0	7,85	9,85	13,1	3,94	4,9	6,55	2,28	2,86	3,8	1,73	2,16	2,9
1,6	14,5	7,3	3,64	3,2	8,4	10,5	14,0	4,2	5,25	7,0	2,44	3,04	4,1	1,85	2,3	3,1
1,7	15,5	7,75	3,86	3,4	8,9	11,1	14,8	4,45	5,55	7,4	2,58	3,22	4,3	1,96	2,44	3,3
1,8	16,4	8,2	4,1	3,6	9,45	11,8	15,7	4,7	5,9	7,85	2,74	3,42	4,6	2,08	2,6	3,5
1,9	17,3	8,65	4,3	3,8	9,95	12,4	16,6	5,0	6,2	8,3	2,88	3,6	4,8	2,2	2,74	3,7
2,0	18,2	9,1	4,55	4,0	10,5	13,1	17,5	5,25	6,55	8,8	3,04	3,8	5,1	2,32	2,88	3,5
2,2	20,0	10,0	5,0	4,4	11,5	14,4	19,2	5,75	7,2	9,6	3,34	4,2	5,6	2,54	3,16	4,2
2,4	21,8	10,9	5,45	4,8	12,6	15,7	21,0	6,3	7,85	10,5	3,64	4,55	6,1	2,78	3,46	4,6
2,6	23,6	11,8	5,9	5,2	13,6	17,0	22,6	6,8	8,5	11,3	3,96	4,95	6,6	3,0	3,74	5,0
2,8	25,4	12,7	6,35	5,6	14,7	18,3	24,5	7,35	9,15	12,3	4,25	5,3	7,1	3,24	4,05	5,4
3,0	27,2	13,6	6,8	6,0	15,7	19,6	26,2	7,85	9,8	13,1	4,55	5,7	7,6	3,46	4,3	5,8
3,2	29,0	14,5	7,25	6,4	16,8	21,0	28,0	8,4	10,5	14,0	4,85	6,1	8,1	3,7	4,6	6,2
3,4	31,0	15,5	7,7	6,8	17,8	22,2	29,6	8,9	11,1	14,8	5,15	6,45	8,6	3,92	4,9	6,5
3,6	32,8	16,4	8,2	7,2	18,9	23,6	31,5	9,45	11,8	15,8	5,45	6,85	9,1	4,15	5,2	6,9
3,8	34,6	17,3	8,65	7,6	19,9	24,8	33,2	9,95	12,4	16,6	5,8	7,2	9,7	4,4	5,45	7,3
4,0	36,4	18,2	9,1	8,0	21,0	26,2	35,0	10,5	13,1	17,5	6,1	7,6	10,2	4,6	5,75	7,7
4,5	41,0	20,4	10,2	9,0	23,6	29,4	39,3	11,8	14,7	19,7	6,85	8,55	11,4	5,2	6,5	8,7
5,0	45,5	22,8	11,4	10,0	26,2	32,8	43,8	13,1	16,4	21,9	7,6	9,5	12,7	5,8	7,2	9,7
5,5	50,0	25,0	12,5	11,0	28,8	36,0	48	14,4	18,0	24,0	8,35	10,5	13,9	6,35	7,9	10,6
6,0	54,5	27,2	13,6	12,0	31,4	39,2	52,4	15,7	19,6	26,2	9,1	11,4	15,2	6,95	8,65	11,6
6,5	59,0	29,6	14,8	13,0	34,0	42,5	56,8	17,0	21,2	28,4	9,9	12,4	16,5	7,5	9,35	12,5
7,0	63,5	31,8	15,9	14,0	36,6	46,0	61,0	18,3	23,0	30,5	10,6	13,3	17,7	8,1	10,1	13,5
7,5	68,0	34,0	17,0	15,0	39,4	49,0	65,4	19,7	24,6	32,7	11,4	14,3	19,0	8,65	10,8	14,4
8,0	72,5	36,4	18,2	16,0	42,0	52,5	70,0	21,0	26,2	35,0	12,2	15,2	20,4	9,25	11,5	15,4
8,5	77,5	38,6	19,3	17,0	44,5	55,5	74,2	22,2	27,8	37,1	12,9	16,15	21,5	9,8	12,2	16,3
9,0	82,0	41,0	20,4	18,0	47,0	59,0	78,5	23,6	29,4	39,3	13,7	17,1	22,8	10,4	13,0	17,3
9,5	86,5	43,0	21,6	19,0	50,0	62,0	83,4	25,0	31,0	41,7	14,4	18,05	24,0	11,0	13,7	18,3
10,0	91,0	45,5	22,8	20,0	52,5	65,5	87,5	26,2	32,8	43,8	15,2	19,0	25,4	11,6	14,4	19,3
100	910	455	228	200	525	655	875	262	328	438	152	190	254	116	144	193

Tabeli kasustamine: 1) Leida al.-v. *N*, kui $U = 220$ V ja $N = 4$ kW; otsime kW lahtris 4 ja, liikudes horisont.-rida mööda paremale, leiame lahtris 220 V $I = 18{,}2$ A. 2) Sama võimsusega 380 V keerlevvoolu, mille $\cos\varphi = 0{,}8$, $I = 7{,}6$ A jne. 3) 220 V keerlevvoolu ampermeeter ($\cos\varphi = 1$) näitab 6,3 A. Leida *N*. Tabelist 220 V, $\cos\varphi = 1$ lahtrist otsime arvu 6,3 ja esimesest lahtr. leiame, et $N = 2{,}4$ kW. 4) Vattmeeter näitab 10 kW, amperm. 44 A, voltm. 220 V. Leida $\cos\varphi$. Esim. lahtr. otsime 10 kW ja 220 V 3. lahtrist leiame 43,8 A $\approx$ 44 A, tähend. $\cos\varphi = 0{,}6$. 5) Kui pinge on *m* kord ja võimsus *n* kord suuremad tabelis toodud arvudest, siis otsitav voolutugevus $I_x = In : m$. Näide: Keerlevvoolu pinge 10000 V (20 . 500), võimsus 400 kW (10 . 4), $\cos\varphi = 0{,}8$. Tab. leiame 4 kW horisont.-rea ja 500 V $\cos\varphi$ 0,8 lahtrist $I = 5{,}75$, järel. $I_x = 5{,}75 \cdot 4 : 20 = 28{,}75$ amp.

Tab. III. Mootorite voolukulu-täiskoorm., kaitsmetug., toite- ja reas-sidemootori magnetim. vaskjuhtme ristil. pind.

a) Alalisvool			100 volti				220 volti				440 volti				500 volti			
Mootori võimsus		Kasutegur	Toitevoolu	Kaitsme	Toitejuhtme	Reasside magnetimähis. traadi	Toitevoolu	Kaitsme	Toitejuhtme	Reasside magnetimähis. traadi	Toitevoolu	Kaitsme	Toitejuhtme	Reasside magnetimähis. traadi	Toitevoolu	Kaitsme	Toitejuhtme	Reasside magnetimähis. traadi
kW	hj	%	tugevus amp.		ristil. p. mm²		tugevus amp.		ristil. p. mm²		tugevus amp.		ristil. p. mm²		tugevus amp.		ristil. p. mm²	
0,125	0,17	70	1,65	6	1	1	0,85	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
0,25	0,34	71	3,2	6	1	1	1,6	6	1	1	0,8	4	1	1	—	—	—	—
0,37	0,50	75	4,5	6	1	1	2,3	6	1	1	1,1	4	1	1	—	—	—	—
0,55	0,75	76	6,6	10	1,5	1	3,3	6	1	1	1,7	6	1	1	—	—	—	—
0,75	1,00	79	8,5	10	1,5	1	4,3	6	1	1	2,1	6	1	1	1,9	6	1	1
1,1	1,5	76	13,4	15	2,5	1	6,7	10	1,5	1	3,4	6	1	1	3,0	6	1	1
1,5	2,0	79	17,2	20	4,0	1	8,6	10	1,5	1	4,3	6	1	1	3,8	6	1	1
2,2	3,0	80	25	35	10	1	12,5	15	2,5	1	6,3	10	1,5	1	5,5	6	1	1
3,0	4,0	81	33	35	10	1	16,5	20	4,0	1	8,3	10	1,5	1	7,3	10	1,5	1
3,6	5,0	81	40	60	16	1	20	25	6,0	1	10	15	2,5	1	8,8	10	1,5	1
4,4	6,0	82	48	60	16	1	24	25	6,0	1	12	15	2,5	1	10,5	15	2,5	1
5,0	6,8	82	56	60	16	1	28	35	10	1	14	15	2,5	1	11,4	15	2,5	1
6,0	8,2	82	66	80	25	1	33	35	10	1	17	20	4,0	1	14,2	15	2,5	1
7,4	10	82	78	100	35	1	39	60	16	1	20	25	6,0	1	17,8	20	4,0	1
9,0	12,2	82	100	125	50	1	50	60	16	1	25	35	10,0	1	21,5	25	6,0	1
11,0	15	83	120	125	50	1	60	80	25	1	30	35	10,0	1	26	35	10	1
15,0	20,4	84	162	200	95	1	81	100	35	1	40	60	16,0	1	35	60	16	1
22,0	29,9	84	238	260	150	1	119	125	50	1	60	80	25,0	1	53	60	16	1
30,0	40,8	86	318	350	240	1,5	158	160	70	1	80	100	35	1	67	80	25	1
40,0	54,5	88	415	430	300	1,5	210	225	120	1	105	125	50	1	90	100	35	1
50	68	89	510	600	500	1,5	255	260	150	1	127	160	70	1	110	125	50	1
60	81	89	610	700	800	2,5	305	350	240	1,5	152	160	70	1	134	160	70	1
80	109	90	810	850	800	2,5	405	430	300	1,5	200	225	120	1	175	200	95	1
100	136	91	1000	1000	1000	4,0	500	500	400	2,5	250	260	150	1,5	270	225	120	1,5

Mootori võimsus		Kasutegur	Võimsustegur cos φ	110 volti			220 volti			380 volti			500 volti			Kõigile kõrvalolev. pinged.
				Toitevoolu	Kaitsme	Toitejuht. q mm²	Toitevoolu	Kaitsme	Toitejuht. q mm²	Toitevoolu	Kai'sme	Toitejuht. q mm²	Toitevoolu	Kaitsme	Toitejuht. q mm²	Juhtme q reost. mootorini
kW	hj	%		tugevus amp.			tugevus amp.			tugevus amp.			tugevus amp.			
0,12	0,17	67	0,69	1,5	4	1	0,7	2	1	0,4	2	1	—	—	—	—
0,25	0,34	77	0,79	2	6	1	1	2	1	0,6	2	1	0,5	2	1	—
0,37	0,5	80	0,83	2,9	10	1,5	1,5	4	1	0,9	2	1	0,7	2	1	—
0,55	0,75	83	0,83	3,9	6	1,5	2	6	1	1,2	4	1	0,86	4	1	—
0,75	1	83	0,84	5,8	10	1,5	2,9	6	1	1,7	4	1	1,3	4	1	—
1,1	1,5	85	0,84	9	10	2,5	4,5	6	1	2,6	6	1	1,8	4	1	—
1,5	2	85	0,86	11	15	2,5	5,5	10	1,5	3,2	6	1	2,4	6	1	—
2,2	3	86	0,87	16	20	4	8	10	1,5	4,6	6	1	3,5	6	1	—
3	4	84	0,77	26	25	6	13	15	2,5	7,5	10	1,5	5	6	1	2,5
3,6	5	85	0,83	27	35	10	13,4	15	2,5	7,8	10	1,5	5,9	10	1,5	2,5
4,4	6	85	0,85	32	35	10	15,7	20	4	9,1	10	1,5	6,9	10	1,5	4
5	6,8	86	0,86	36	60	16	17,8	20	4	10	15	2,5	8,2	10	1,5	6
6	8,2	86	0,85	46	60	16	23	25	6	13	15	2,5	9,5	15	2,5	10
7,4	10	86	0,85	54	60	16	27	35	10	15,5	20	4	11,7	15	2,5	16
9	12,2	87	0,87	62	80	25	31	35	10	18	25	6	13,5	20	4	16
11	15	88	0,87	76	100	35	38	60	16	23	35	10	17	20	4	25
15	20,4	89	0,87	100	125	50	50	60	16	29	35	10	22	25	6	35
22	29,9	90	0,87	150	160	70	76	80	28	45	60	16	33	35	10	50
30	40,8	90	0,88	200	225	120	100	125	50	60	80	25	44	60	16	50
40	54,5	91	0,89	270	300	185	135	160	70	80	100	35	60	80	25	70
50	68	91	0,89	330	350	240	165	200	95	95	125	50	72	80	25	70
60	81	92	0,89	370	430	300	185	300	185	110	160	70	85	100	35	70
80	109	92	0,9	500	600	500	250	300	185	145	160	70	110	125	50	95
100	136	92	0,9	600	700	625	300	350	240	180	200	95	130	160	70	95

Märkmeid: 1) Tabelites antud kaitsmed on arvestatud käivitamiseks: α) *alalisvoolul*: α) mootorid 0,17—1 hj pool- ja 1—100 hj — täiskoorm. β) *keerlevvoolul*: α) lühindmoot. 0,17—0,5 hj ja lühindmoot. 0,75—3 hj tähtkolmnurk lülitiga poolkoormisel ja β) 3—100 hj täiskoormisel. 2) Vaskjuhtmete ristilõiked on arvestatud 40 m 110 ja 200 V puhul ja kuni 100 m 380 ja 500 V (pingekadu kuni 4%). Teistel pikkustel tuleb ristil.' eraldi arvutada.

Mitmesugust.

I. Tööstusmasinate tööaeg ja võimsustarve.

A. Üldandmeid.

1. Metallitööstusmasinad. 1. Mulgumasin ja käärid. Et lüüa mulk läbim. d mm kardlehes paksusega δ mm, vaja survet (tungi) $P = \pi d\delta k$, kus k — pinge. Pehmele teraslehele $k = 4000$ kg/cm², rauale — $k = 2400 — 3500$ kg/cm², rauale tumepunasel hõõgel $k = 800—1000$ kg/cm² ja vasele $k = 2000—2500$ kg/cm². Kardlehe lõikamiseks pikkusel b vaja tungi $P = \delta bk$.

Vajalik võimsus hj-des mulgumasinale ja kääridele.

Karra paksus mm	8	10	15	20	25	30	40
Mulgu d	16	20	22	26	30	35	40
Võimsus	3	4	7	10	14	25	40

2. Treipingid. 1 cm² pinna treimisaeg sekundites.
(Seda tabelit võib kasustada ka hööveldamistöö arvutamiseks, kui ajaühikuks võtta töö- ja vabakäigu kestus.)

1 cm² sekundarv $= 6 : vs$, kus v — lõikekiirus m/min ja s — eendekiirus (= ettekande kiirus) mm 1 pöördele.

Lõikekiirus mm/sek	Eendekiirus mm 1 pöördele												
	0,1	0,2	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2	3	5	8	10	
50	20,00	10,00	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,00	0,67	0,40	0,25	0,20	Sekundid
60	16,67	8,33	3,33	2,22	1,67	1,33	1,11	0,83	0,55	0,33	0,21	0,17	
70	14,29	7,14	2,86	1,90	1,43	1,15	0,25	0,71	0,47	0,29	0,18	0,143	
80	12,50	6,25	2,50	1,67	1,25	1,00	0,83	0,63	0,42	0,25	0,16	0,125	
90	11,11	5,56	2,22	1,48	1,11	0,89	0,74	0,56	0,37	0,22	0,139	0,111	
100	10,00	5,00	2,00	1,33	1,00	0,80	0,67	0,50	0,33	0,20	0,125	0,100	
120	8,33	4,17	1,67	1,11	0,83	0,67	0,56	0,42	0,28	0,167	0,104	0,083	
140	7,14	3,57	1,43	0,95	0,71	0,57	0,48	0,36	0,24	0,143	0,089	0,071	
170	5,88	2,94	1,18	0,79	0,59	0,47	0,39	0,29	0,196	0,118	0,074	0,059	
200	5,00	2,50	1,00	0,67	0,50	0,40	0,33	0,250	0,167	0,100	0,063	0,050	
250	4,00	2,00	0,80	0,53	0,40	0,32	0,267	0,200	0,133	0,080	0,050	0,040	
300	3,38	1,67	0,67	0,44	0,33	0,27	0,222	0,167	0,111	0,067	0,042	0,033	
400	2,50	1,25	0,50	0,33	0,25	0,20	0,167	0,125	0,083	0,050	0,031	0,025	
500	2,00	1,00	0,40	0,27	0,20	0,16	0,133	0,100	0,067	0,040	0,025	0,020	
650	1,54	0,77	0,31	0,21	1,154	0,123	0,103	0,077	0,051	0,021	0,019	0,015	

Näide: Malmvõll läbim. 360 mm ja pikkusega 1530 mm treitakse kiirusega 120 mm/sek ja eendekiirusega 2 mm. Ühe laastu treimiseks vajaliku aja leiame järgmiselt: 1) Treitav pind $S = 36 . \pi . 153 \approx 17305$ cm². 2) Tabelist leiame, et 1 cm² treimiseks vaja 0,42 sek, järelikult 1 laastu treim. vaja: $0,42 . 17305 \approx 7268$ sek ≈ 121 min $=$ **2 t. 1 min.**

Keskmised pöörete arvud ja eendekiirused raudesemete treimisel.

Eseme läbim. mm	Lõiketera				Eseme läbim. mm	Lõiketera			
	harilikust terasest		kiirlõike-terasest			harilikust terasest		kiirlõike-terasest	
	Pöörete arv min.	Eendekiirus mm/min.	Pöörete arv min.	Eendekiirus mm/min.		Pöörete arv min.	Eendekiirus mm/min.	Pöörete arv min.	Eendekiirus mm/min.
10	180	50	400	120	55	35	17,5	90	50
12	150	45	340	115	60	32	16	82	46
14	130	40	310	110	70	29	14,5	76	42
16	110	38	280	105	80	26	13	70	38
18	100	35	250	100	90	23	11.5	65	35
20	90	30	220	96	100	21	10,5	60	32
25	70	28	175	90	110	19	9,5	55	30
30	60	25	150	82	125	17,5	9	50	28
35	50	23	130	75	140	16	8,5	45	26
40	46	22	120	68	160	14,5	8	40	24
45	42	21	110	60	180	13,3	7,5	36	22
50	38	19	100	54	200	12,5	7	32	20

Näide: Kuipalju aega vaja 1 laastu mahatreimiseks raudvõllilt, mille $d = 110$ mm ja pikkus 2585 mm: a) hariliku ja b) kiirlõiketeraga. Tabelist leiame, et hariliku tera puhul treimisaeg $= 2585 : 9{,}5 = 272$ min. $= 4\frac{1}{2}$ t., kiirlõiketera puhul — $2585 : 30 = 86$ min. $= 1\frac{1}{2}$ t.

a) Treipingi lõikekiirused mm/sek.

Treimaterjal	Lõiketera		
	harilik. terasest		kiirlõike-terasest
	a)	b)	
Kõvavalu .	30—60	35—70	120—160
Malm . . .	80—140	150—200	250—330
Teras . . .	100—140	150—200	250—400
Raud . . .	140—170	180—220	300—500
Pronksid . .	200—300	350—500	350—650

a — šruppimisel = esimese laastu, b — lihtimisel = järgmiste laastude võtmisel.

b) Eendekiirus $v = s$ (laastu laius) mm ühele pöördele: α) lõiketera harilikust terasest: 1) väikestel pinkidel (kärni kõrgus kuni 200 mm) 0,1—0,7; 2) keskmistel – (200—350 mm) — 0,1—0,2; 3) suurtel — (üle 350 mm) 0,5—3; 4) plaan — 0,5—2,5 mm. β) Kiirlõiketerasest: 1) pinkidel kuni 370 mm kärni kõrgusega – 0,5–2,5; 2) suuremat. — 1–5 ja 3) plaanpinkidel 1—4 mm.

3. Freesmasin.

Kui freesi läbim. $= d$ ja pöörete arv minut. n, siis 1) valatud terasele ja malmile $n = 5000 : d$; 2) valatud rauale $n = 6000 : d$; 3) pronksile $n = 8000 : d$; 4) messingile $n = 10000 : d$.

Näide: Valatud raua puhul vaja anda 75 mm freesile $n = 6000 : 75 = 80$ pööret minutis.

Freesi eende- (ettekande-) kiirus.

Freesi liik mm	Lõike-		Eendekiirus m/min		
	sügav.	laius	Malm	Teras	Pronks
Sõrmfrees . .	2	30	30	30	60
Valts- kuni 100	5	100	30	30	60
Ots- „ 120	5	80	30	28	60
Fassong- „ 400	8	200	70	60	120
Hammasratta-frees	Moodul				
	3		60	40	70
	5		50	35	60
	8		40	30	50

4. Puurmasinad. Otstarbekohased kiirused mulkude puurimisel rauda.

Mulgu läbimõõt mm	Spiraalpuuriga					
	harilikust terasest			kiirlõike-terasest		
	Pöörete arv minutis	Eendekiirus 1 pöördele	Eendekiirus mm/min	Pöörete arv minutis	Eendekiirus 1 pöördele	Eendekiirus mm/min
5	700	0,2	140	1400	0,25	350
8	425	0,2	85	850	0,25	212
10	340	0,175	60	675	0,2	155
13	260	0,175	45	525	0,2	110
16	245	0,175	37,5	425	0,2	75
20	170	0,15	25,5	340	0,175	60
25	135	0,15	20,2	270	0,175	47
30	115	0,15	17,2	230	0,175	40
35	100	0,15	15	200	0,175	35
40	85	0,125	10,6	170	0,15	25,5
45	75	0,125	9,4	150	0,15	22,5
50	70	0,125	8,75	140	0,15	21

Näide: Vaja puurida 10 auku $d = 35$ mm ja sügavus = 40 mm; lisatöödele vajalik aeg = 3 min. augule. Mitu tundi läheb selle töö tegemiseks? Kogu mulkude sügavus = 10 40 = 400 mm. Tab. leiame, et 1 min. võib puurida 15 mm, järelikult puurimiseks vaja 400 : 15 $\approx$ 27*) min.; lisatöödeks vaja 10 . 3 = 30 min., kokku 27 + 30 = 57 min.

5. **Höövelmasinad**. Lõike kiirus v a) suurtel masinatel = 60—100 mm/sek, b) väikestel — 100—140 mm/sek. Taande- (= tagasikäigu-) kiirus harilikult = 4 v. Tera eendekiirus = 0,1—2 mm, šruppimisel ja 3—10 mm lihtimisel. Höövlmete paksus 3—30 mm.

6. **Lihvpingid.** Kettad valmistatakse sõmerkivist; ketaste ringkiirus 20—35 m/sek. Kiirus oleneb lihvitavast materjalist ja ketaste kõvusest. Kõvemad kettad peavad pöörlema aeglasemalt, ketaste kulumisel tuleb suurendada pöörete arvu, et alal hoida ringi kiirust.

7. **Poleerkettad** valmistatakse puidust ja on kaetud nahaga; tarvitatakse sulamite poleerimiseks. Ringkiirus 20—40 m/sek. Pöörete arv n kuni 3000 min.

1 hj tunnis eraldatud materjali hulk cm³-tes ja kg-des.

Töötamisviis	Raud		Malm		Masinateras		Abitööde % kasul. tööst
	cm³	kg	cm³	kg	cm³	kg	
Treimine	1250	10	1800	13	1000	8	10
Hööveldamine . . .	750	6	1100	8	640	5	12

Kõvavalu ümbertöötamisel eraldatud materjali hulk moodustab 1/4 antud normidest.

II. Puidutööstusmasinad. 1. **Saekaatrid**. Lõigete arv 80—200 mm, eendekiirus igale lõikele 4—7 mm pehmetele ja 2,5—4,5 mm kovadele puitudele. Lõikekiirus: a) suurtele kaatritele 2,5—3,5 m/sek, b) kergetele vertikaal- — 3,5—4 m/sek, c) horisontaal- — 4—7 m/sek. Hammaste vahe 2,6—5 cm. Räsa (= hammaste tippude vahe) 1/4—1/20. 2. **Ümmar- (kreis-) saed**. Läbimõõt 0,15—1,2 m. a) põikilõikekiirus kõvaoksalise puidu puhul 15—30 m/sek, tamme — 20—40 m/sek, pehme puidu — 30—65 m/sek; b) põikilõikekiirus

*) Malmile vaja 1,2, masinaterasele — 1,5, messsingile, pronksile jt. 0,75 ja kõvavalule 3—4 korda rohkem aega.

15–30 m/sek. 3. **Lintsaagede** põikilõikekiirus = 20–42 m/sek, piki – 10–25 m/sek. 4. **Põikihöövel-masinad**. Noad teevad 200—250 pöör./min. Eendekiirus 2—5 m/sek. 5. **Valtshöövel-masinad**. Lõikekiirus 18—24 m/sek; eendekiirus igale lõikele 0,3—1,5 mm. 6. **Freesmasin**. Pöörete arv 3500—6000 min. Tarvitatakse korrapäratute pindade ümbertöötamiseks. 7. **Puurmasin**. Teeb 2500—4000 pöör./min. $v_2 = 0{,}5$—2 mm iga puuri pöördele.

B. Tööstusmasinate jõukulu.

Masina liik	Tarvitatavamate masinate keskm. jõukulu hj	Keskm. jõukulu valem hj	Masina liik	Tarvitatavamate masinate keskm. jõukulu hj	Keskm. jõukulu valem hj
I. Metallitööstuses.			Lihvmasin	5—15	25 d[6])
			Keermetamis-	1/4—2	
Puurmasin . .	0,1—2	1/15 d[1])	Käärid . . .	1—12	0,6 δ[7])
Treipink . . .	0,4—3	0,01 h[2])	Karrapainde-	12–30	$b\delta$: 3600[8])
Höövelmasin .	2,5—5	2,5 l[3])	Karrariht.- .	6—30	$b\delta$: 1400
Frees-	0,1—5	10 S[4])	Pikihöövel- .	1/2—10	0,01 s[9])
Saag	1—8	0,01 l[5])	Mulgupress .		0,025 $d\delta$[10])

Masina liik	Tarvitatavamate masinate keskm. jõukulu hj	Masina liik	Tarvitatavamate masinate keskm. jõukulu hj	Masina liik	Tarvitatavamate masinate keskm. jõukulu hj
II. Puidutööstuses.		**III. Trükitööstuses.**		Teljed, žakaar-	1/2—1
Lihtsaag . . .	2—5	Tiigelpress . .	1 1/2—1	Ketramismasin	1/2—3
Treipink . . .	1/2—2	Kaksvärvmas. .	2—3	**V. Põllumajanduses.**	
Höövelmasin .	1 1/2	Kaksikkiirpress	2—5	Rehepeksumas.	
Paksushöövel.-	3—16	Kiirtrükkpress	1—2	suurusele vastavalt . . .	7—25
Ketassaag . .	5	Rotatsioonmas.		Õleveski . . .	2—3
„ (kahek.)	6—15	(liht) . . .	6—7	Hekslimasin .	4—10
Valtsidega täis-		Rotatsioonmas.		Piimajahuti,	
saekaater[1]) .	15—22	(kahekordne)	15	tsentrifugaal-	
Horisont. sae-		**IV. Tekstiiltööstuses.**		pump, jahuti .	2—10
kaater . . .	4			Tuulamismasin	1/2—1
Keelmasin . .	5—7,5	Teljed: harilikud	1/5—1/4	Kultivaator . .	~20
Kombineer. m.[2])	3—5	„ keskm.	1/2—1/3	Turbapress . .	20—30
Automaat-terit.	1/2—1	„ suured .	1/2—1		

1) d — mulgu läbimõõt mm, 2) h — kärnide kõrgus mm, 3) l — lauapikkus m, 4) S — laua pindala m², 5) l — lehe-läbimõõt mm, 6) d — kivi läbim. m, 7) δ — igas valemis karra paksus, 8) b — karra laius, 9) s — terakäik, 10) d — mulgu läbimõõt. Näide: Arvutada tööstuse jõukulu, kui selles on 1 treipink 350 mm ja 2 treipinki 280 mm kärnide kõrgusega, 1 höövelmasin 1,5 m laua pikkusega, 1 puurmasin 30 mm mulkudele. Jõukulu = $0{,}01 \cdot 350 + 0{,}01 \cdot 2 \cdot 280 + 2{,}5 \cdot 1{,}5 + 0{,}07 \cdot 30 \approx 15$ hj.

C. Mitmesuguseid töömasinaid.

1. **Tõstekraanad**: $N = Qv : 75\eta$ hj, kus Q — tõstetav koormis (kg), v — tõstekiirus m/sek, $\eta = 0{,}25$—$0{,}5$ tõstemasinat., 0,55—0,6 liikuvat. montaažkraanadele, 0,8—0,85 — suurtele, pukkidel asetsevatele kraanadele.

2. **Ventilaatorid**. $N = Qh : 60.75\,\eta$ hj, kus Q sissesurutava või väljaimetava õhu hulk m³/min, h — rõhk veesamba mm-tes. **1 veesamba mm (4° C) = 0,07355 mm Hg; $\eta = 0{,}3$—$0{,}75$.**

1) Raami laius 850 mm, käik 550 mm, 195 pööret min., 12 saagi, eendekiirus 600 mm/min. 2) puur-, frees-ja lihvmasin koos.

II. Metallide autogeenkeevitus ja -lõige.

1. **Gaaskeevitus.** Hapnikus põleva atsetüleeni, vesiniku, bensooli või mõne muu gaasi leek juhitakse ühes lisametalliga keevitatavale kohale, kus kõrge kuumuse tõttu (2000—4000° C) metallid sulanduvad ja keebivad. Praktikas enamikus tarvitatakse **atsetüleenkeevitust**. a) **atsetüleeni** (C_2H_2) saadakse karbiidist (CaC_2) vee mõjul järgmiselt: 64 osa CaC_2 + 36 o. H_2O = 74 o. $Ca(OH)_2$ + 26 o. C_2H_2. 1 kg karbiidi teoreetiliselt lahustab 562 g H_2O, andes 115 g $Ca(OH)_2$ ja 400 g C_2H_2, millest saab 300 *l* puhasgaasi 0° C ja 760 mm rõhul; erikaal (õhu suhtes) = 0,9; 1 *l* kaalub 1,1622 g, erisoojus 0,31, kalorsus 11930 kcal; 1 m^3 annab 14040 kcal; plahvatustäpp 480°; 700° juures lagub algosadeks; õhus põlemisel annab temp. 2400°; õhuga moodustab ohtliku plahvatussegu; puhas C_2H_2 on värvitu ja lõhnatu, mittepuhas lõhnab küüslaugu järgi. Kui C_2H_2 saamise aparaati satub õhk, siis võib segu endast plahvatada. Praktikas arvatakse 300 *l* gaasile 1 kg karbiidi. b) **C_2H_2 saamise aparaat** koosneb 3-st osast: 1) karbiidiruumist, 2) gaasistust (-kogujast) ja 3) torustikust. 1) **Karbiidiruumi** projektimisel arvestada 1 kg karbiidile 770 cm^3 (1 *l* kaalub 1,3 kg); saadud ruumala võtta 3—4-kordselt (kustutatud lubjale); 2) **Gaasistu** ruumala oleneb gaasitunnikulust; kui see näit. = *Ql*, siis 8 t. tööbal (tööp = tööpäev) pideva gaasistu $V = 300 . 8Q$ liitrit. 3) **Torustik** valitagu nii, et gaas võiks selleks liikuda surve suurenemiseta — plahvatuse vältimiseks. Gaasi vajanduva kiiruse saavutamiseks arvatakse 1 kg karbiidi tunnikulule 1 cm^2 toru ristilõikepinda. Kui näiteks karbiidi tunnikulu = 30 kg, siis torude ristil.-pind = 30 cm^2. 30 kg karbiidi annab tunnis 9000 *l* C_2H_2 või 2500 cm^3/sek, millest leiame gaasi kiiruse: 2500 cm^3 : 30 cm^2 ≈ 80,3 cm sek, C_2H_2 müüakse kaaluga: 910 *l* kaalub 1 kg (5° C).

Märkmeid: 1) Tuleb vältida aparaadi kuumenemist üle 30°. 2) Aparaadi torustik peab olema täiesti vigadeta. 3) Keevitusviise vt. joon. lk. 195.

c) **Hapnik** keevitamiseks saadakse vastavas tehases õhu vedeldamisega; vedel-õhk peale puhastamist pumbatakse teras-silindritesse 125—150 at. rõhul. Gaasihulka *Q* silindris arvutatakse valemi järgi: $Q = pV$, kus p — rõhk at. ja V — silindri siseruumala liitrites, kui p = 150 at. ja V = 40 l, siis V = 150 . 40 = 6000 l ≈ 6 m^3 (+15° C). Gaas-sulatusleeki kasustatakse ka metallesemete läbilõikamiseks, mis toimub keevituspõletistest erineva **lõikepõletiga**.

Gaaskeevitusel vajanduva gaasihulga ja töökiiruse umbkaudne tabel.

Materjali paksus mm	Gaasitarve tunnis liitrit		1 m keevitamiseks liitrit		Keevitamiskiirus		Lisamaterjali paksus	Lisamatarj. kulu kg 1 m	Kardade vahe *a* mm
	Atsetül.-gaas	Hapnik	Atsetül.-gaas	Hapnik	tunnis m	1 m minut.			
1	100	120	10	12	10	6	1,5	0,02	1
1,5	150	180	20	24	8	7,5	1,5	0,025	1
2	225	270	40	48	6	10	2	0,03	1,5
2,5	225	270	50	60	4,8	12	2	0,06	1,5
3	350	420	90	110	4	15	3	0,09	1,5
4	350	420	120	145	3	20	3	0,13	2
5	500	575	210	240	2,4	25	4	0,25	2
6	500	575	280	320	1,8	33	4	0,35	2
8	750	865	500	575	1,5	40	5	0,50	3
10	1000	1150	830	960	1,2	50	5	0,80	3,5
12	1500	1725	1500	1725	1	60	6	1,15	3,5
15	1500	1725	2200	2500	0,7	85	6	1,40	4

Gaaslõikel vajanduva gaasihulga ja töökiiruse umbkaudne tabel.

Materjali paksus mm	Gaasitarve tunnis liitrit		Lõikekiirus		Materjali paksus mm	Gaasitarve tunnis liitrit		Lõikekiirus	
	Hapnik	Atsetül.-gaas	Tunnis m	1 m lõik. min		Hapnik	Atsetül.-gaas	Tunnis m	1 m lõik. min
10	150	30	20	3	100	1200	120	5	12
20	200	40	15	4	150	2100	160	3	20
30	250	60	12	5	200	3100	200	2,5	24
50	500	80	9	7	250	4200	250	2	30
75	800	100	7	9	300	5400	300	1,5	40

Märge: Kõik andmed on maksvad ainult puht-keevitus- ja lõiketöödele, juurde arvamata igasugused kõrvalised, eel- ja järeltööd.

2. Elekterkeevitus. a) Voltaarkaarega. Kaarkeevitusvoolu tugevus on 60—100 A, tööpinge 15—25 V, kaare süütepinge 45—65 V. Keevitusseadme maks.-pinge 100 V alalis- ja 70 V vahelduvvoolu puhul, et vältida õnnetusjuhtumeid.

Voolu kulu arvutustabel.

a) Tömpkeevitusel					b) Katmiskeevitusel				
Karra paksus mm	Voolu tugevus A	Töö pinge V	Elektr. *d* mm	Kardade vahe *a* mm	Kardade paksus mm	Voolu-tugevus A	Töö pinge V	Elektr. *d* mm	Kätmis-ulatus mm
1,5	40—60	12	1	—	10 ja 10	130—160	20	4	50
2	50—70	16	2	0,5—1	15 ja 15	150—190	20	4,5	60
3	70—100	18	2	1—2	20 ja 20	170—210	20	5	70
4—6	90—120	18	3	1—2	25 ja 25	190—240	22	6	75
6—8	100—130	20	3	1—2					
9—10	130—160	20	4	1,5—3					
10—15	150—190	20	4,5	1,5—3					
15—20	170—210	22	5	2—4					

Märkmeid: 1) Tömpkeevitusviis on samane autegeenkeevitusviisiga (vt. joon. lk. 195), 2) 1 kg keevitusmaterjali (elektroode) vajab sulatamiseks 2 kWh elektrienergiat.

b) Takistusega. Takekeevitus toimub vahelduvvooluga, mille pinge 1,5—5 V ja voolutugevus 300—40000 A. Sel keevitusel ühendatakse keevitatavad pinnad ja lastakse läbi elektrivool, mis puutekoha suure takistuse tõttu tekitab kõrge temperatuuri, milles metallid sulanduvad ja keebivad.

Voolukulu arvutustabel raua keevitamisel.

Tömp-keevitus	Masina või trafo võimsus kVA	1,5	2	3	7,5	15	25	40	60	80	120	200
	Keevituskoha ristilõike *S* mm²	30	50	80	200	400	600	1000	1500	2000	3000	5000
	Keevituskestus sek	2	4	5	15	30	40	60	100	130	180	265
	Võimsustegur	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
Täpp-keevitus	Suurim karra paksus mm	0,5	0,75	1	1,5	4	7,5	10				
	Keevituskestus sek	0,8	1	1,3	1,8	4	7,4	10				

Märge: Elekterkeevitamiseks vajanduvat voolu saavutatakse vastavate keevitusgeneraatoritega või -trafodega.

III. Mõõdud.

1. **Pikkusmõõdud**: α) *Meetermõõdud*: 1 meeter (m) = 10 detsimeetrit (dm) = 100 centimeetrit (cm) = 1000 millimeetrit (mm). 1 müriameeter (mam) = 10 kilomeetrit (km) = 100 hektomeetrit (hm) = 1000 dekameetrit (dam). β) *Eestis tarvitatud mõõdud:* 1 süld (⁰) = 7 jalga (′) = 84 tolli (″) = 840 liini (‴) = 3 arssinat = 2,1336 m. 1 penikoorem = 7 versta = 3500 sülda = 7,466 km. Märge: 1 m = $^1/_{40000000}$ maakera meridiaanist. γ) *Inglise mõõdud*: 1 jard (yd) = 3′; 1′ = 12″ = 144‴; 1 penikoorem = = 880 fathomi = 1760 jardi = 1,609 km: 1 fathom = 2 jardi = 6′ = 1,828767 m. δ) Teisi mõõte: 1 sõlm = meremiil/t = 1,852 km/t; 1 ekvaatori kraad = 111,31 km; 1 meridiaani kraad = 111,11 km.

Pikkusmõõtude võrdlustabel.

Meetrid	Süllad	Jalad	Tollid(″)	Jardid	Kilom.	Verstad	Meremiil.	Ingl. miil.	Geogr. miil.
1	0,4687	3,2808	39,3	1,0936	1	0,9374	0,5399	0,6214	0,1347
2,1336	1	7	84	2,3333	1,0668	1	0,5760	0,6629	0,1437
0,3048	0,1429	1	12	0,3333	1,8532	1,7371	1,0005	1,1515	0,2497
0,0254	0,0119	0,0833	1	0,0278	1,8527	1,7372	1	1,1509	0,2496
0,7112	0,3333	2,3333	28	0,7777	1,6094	1,5086	0,8689	1	0,2169
0,9144	0,4286	3	36	1	7,4204	6,9570	4,0070	4,6116	1

2. **Pinnamõõdud**: α) *Meetermõõdud*: 1 aar (a) = 1 dam^2 = 100 m^2 = 21,9676 ruutsülda; 1 hektaar (ha) = 100 a = 10000 m^2 = 2,691 riia vakamaad = 5,492 tallinna vakamaad. β) *Eestis tarvitatud mõõdud*: 1 ruutsüld (s^2) = 49 jalga^2 = 9 arss.^{2}; 1 tallinna vakamaa = 400 s^2 = 0,1921 ha; 1 riia vakamaa = 816,33 s^2 = 2,04 tallinna vakamaad = 0,37161 ha; 1 tiin (dessatiin) = 2400 s^2 = 2,94 riia vakam. = 6 tallinna vakam. = 1,0925 ha. γ) *Inglise mõõdud*: 1 aakr = 4840 jardi^2 = 888,96 s^2.

Pinnamõõtude võrdlustabel.

Ruutmeetr.	Ruutsüllad	Ruutjalad	Ruutarssin.	Ruutjardid	Ruutkilom.	Ruutverst.	Tiinud	Ingl. aakrid	Hektaarid
1	0,2197	10,7643	1,9771	1,1960	1	0,8787	91,53	247,1	100
4,5523	1	49	9	5,4444	1,1381	1	104,167	281,22	113,806
0,00929	0,0204	1	0,1837	0,1111	0,0109	0,0096	1	2,7	1,0925
0,5058	0,1111	5,444	1	0,6049	0,0040	0,0035	0,3704	1	0,4047
0,8361	0,1837	9	1,6530	1	0,01	0,0088	0,9153	2,4711	1

1 cm^2 = 0,155 $tolli^2$; 1 $toll^2$ = 6,4516 cm^2.

3. **Mahumõõdud**. α) *Meetermõõdud*: 1 liiter (l) = 0,01 hektoliitrit (hl) = 0,001 m^3 = 1 dm^3 = 0,813 toopi (ligikaudu $^4/_5$ toopi); 1 m^3 = 1000 dm^3 = 1000 liitrit. Ehitis- ja küttematerjali põhimõõduks on 1 *steer* = 1 m^3 = 0,102958 s^3 = 35,3147 kantjalga; 1 dekasteer (das) = 10 steeri = 1,02058 s^3. β) *Eestis tarvitatud mõõdud*: 1 kantsüld (s^3) = 343 jalga^3 (j^3) = 27 $arss^3$; 1 pang = 750,568 $tolli^3$ = 10 toopi = 12,299 l; 1 toop = 4 kortlit = 75 $tolli^3$ = 1,22989 l.; 1 riia vakk = 54 toopi = 4000 $tolli^3$ = 66,4101 l.; 1 tallinna vakk = 3 külimittu = 36 toopi = 2700 $tolli^3$ = 44,2774 l. γ) *Inglise mõõdud*: 1 standard (metsamaterjali mõõtmiseks) = 165 j^3 = 4,6695 m^3; 1 registertonn = 100 j^3 = 2,832 m^3; 1 kvarter = 8 bušeli = 290,77 l; 1 bušel = 8 galloni = 36,34 l; 1 gallon = 4 kvarteri = 8 pinti = 3,69 toopi = 4,547 l; 1 kvarter = 2 pinti = 8 killi = 0,92 toopi = 1,11387 l. 1 m^3 = 0,10296 s^3 = 1,308 yd^3; 1 s^3 = 9,7127 m^3 = 12,7037 yd^3.

Mahumõõtude võrdlustabel.

Kantdetsim. (liitrid)	Panged	Kanttollid	Kantjalad	Kant-arssinad	Inglise gallonid	Ameerika gallonid
1	0,0813	61,0234	0,03531	0,00278	0,220	0,2642
12,299	1	750,568	0,4343	0,0342	2,7056	3,25
0,01639	0,0013	1	0,00058	0,0000455	0,0036	0,0043
28,317	2,304	1,728	1	0,07872	6,23	7,48
359,729	29,2436	21,952	12,7037	1	79,0528	94,9424
4,546	0,3696	277,41	0,1605	0,0124	1	1,201
3,785	0,3077	231	0,1336	0,0105	0,8327	1

4. **Raskusmõõdud** α) *Meetermõõdud*: 1 kilogramm (kg) = 10 hektogrammi (hg) = 100 dekagrammi (dag) = 1000 grammi (g) = 1 liitri destilleeritud vee raskusega 4^0 C juures; 1 tonn (t) = 10 sentnerit = 1000 kg; 1 g = 10 detsig (dg) = 100 centig (cg) = 1000 millig (mg). β) *Eestis tarvitatud mõõdud*: 1 puud (pd) = 2 leisikat = 40 naela (n); 1 nael = 32 loodi = 96 solotnikku = 409,5 g. γ) *Inglise mõõdud*: 1 inglise tonn (long ton) = 20 inglise sentnerit (hundredweight (cwt)) = 80 kvarterit = 2240 kaubanaela (avoirdupois lbs) = 1016,0475 kg; 1 ingl. kaubanael = 16 untsi (ounce, oz) = 256 drahmi (drams, dwts) = 453,593 g. Väärismetalli (kulda ja hõbedat) mõõdetakse n. n. troi- (troy-weight) naeladega (tr. n.): 1 troinael = 12 untsi = 240 drahmi = 5760 greini (grains, grs) = 373,242 g; 1 karaat (juveelide kaalu-ühik) = 0,2 g.

Raskusmõõtude võrdlustabel.

Kilo-grammid	Puudad	End. naelad	Inglise naelad	Grammid	Loed	Solotni-kud	Inglise untsid
1	0,06105	2,442	2,2046	1	0,0781	0,2344	0,0353
16,3805	1	40	36,1128	12,7973	1	3	0,4514
0,4095	0,025	1	0,9028	4,2658	0,3333	1	0,1505
0,4536	0,0277	1,1076	1	28,35	2,2153	6,6458	1

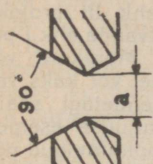
Meeter-tonnid	Puudad	Inglise tonnid = 2240 lbs	Inglise sent-nerid = 112 lbs	Ameerika tonnid = 2000 lbs	Ameerika sentnerid = 100 lbs
1	61,0482	0,9842	19,6841	1,1023	22,0462
0,0164	1	0,0161	0,3224	0,0181	0,3611
1,0161	62,0279	1	20	1,12	22,4
0,0508	3,1013	0,05	1	0,056	1,12
0,9072	55,3820	0,8929	17,8571	1	20
0,0454	2,7691	0,0446	0,8928	0,05	1

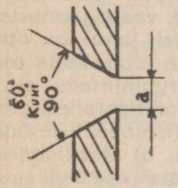
IV. Töö ja võimsus.

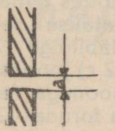
1 düün on tung, mis annab 1 cm^3 veemassile kiirenduse 1 cm/sek^2. 1 erg = 1 düün × 1 cm = tööle, mida teeb 1 düün 1 cm teel; 1 džaul = 10^7 ergi = 1 vattsekund = 1 : 9,81 mkg = 0,102 mkg; 1 kg = 981000 düüni; 1 mkg = 9,81 . 10^7 ergi = 0,81 džauli.

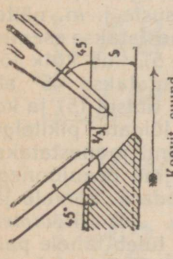
V. Kõvuse skaala (Mohs'i järgi). 1 = talk; 2 = kivisool või kips; 3 = kaltsiit (lubjapagu); 4 = fluoriit (sulapagu); 5 = apatiit; 6 = põllupagu; 7 = kvarts; 8 = topaas; 9 = korund; 10 = teemant.

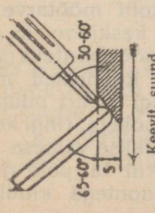
Keevitus-viise autogeenkeevitusel.
(vt. lk. 192)











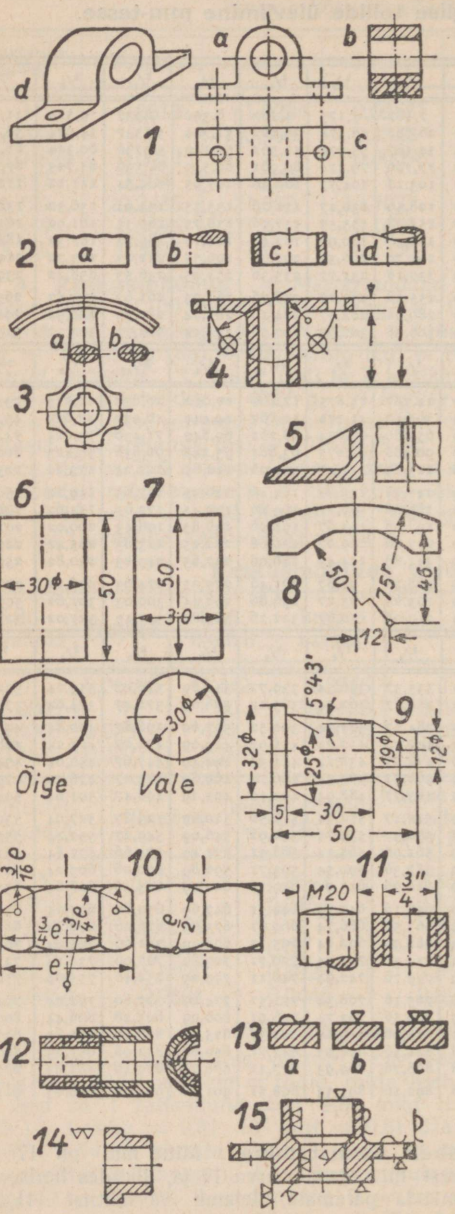
Inglise tollide üleviimine mm-tesse.

Toll.	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16
0		1,587	3,175	4,762	6,350	7,937	9,525	11,112
1	25,400	26,987	28,574	30,162	31,749	33,337	34,924	36,512
2	50,799	52,387	53,974	55,561	57,149	58,736	60,324	61,911
3	76,199	77,786	79,374	80,961	82,549	84,136	85,723	87,311
4	101,60	103,19	104,77	106,36	107,95	109,54	111,12	112,71
5	127,00	128,59	130,17	131,76	133,35	134,94	136,52	138,11
6	152,40	153,98	155,57	157,16	158,75	160,33	161,92	163,51
7	177,80	179,38	180,97	182,56	184,15	185,73	187,32	188,91
8	203,20	204,78	206,37	207,96	209,55	211,13	212,72	214,31
9	228,60	230,18	231,77	233,36	234,95	236,53	238,12	239,71
10	254,00	255,58	257,17	258,76	260,35	261,93	263,52	265,11
11	279,39	280,98	282,57	284,16	285,74	287,33	288,92	290,51
12	304,79	306,38	307,97	309,56	311,14	312,73	314,32	315,91

Toll.	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16
0	12,700	14,287	15,875	17,462	19,050	20,637	22,225	23,812
1	38,099	39,687	41,274	42,862	44,449	46,037	47,624	49,212
2	63,499	65,086	66,674	68,261	69,849	71,436	73,024	74,611
3	88,898	90,486	92,073	93,661	95,248	96,836	98,423	100,01
4	114,30	115,89	117,47	119,06	120,65	122,24	123,82	125,41
5	139,70	141,28	142,87	144,46	146,05	147,63	149,22	150,81
6	165,10	166,68	168,27	169,86	171,45	173,03	174,62	176,21
7	190,50	192,08	193,67	195,26	196,85	198,43	200,02	201,61
8	215,90	217,48	219,07	220,66	222,25	223,83	225,42	227,01
9	241,30	242,88	244,47	246,06	247,65	249,23	250,82	252,41
10	266,70	268,28	69,87	271,46	273,05	274,63	276,22	277,81
11	292,09	293,68	295,27	296,86	298,44	300,03	301,62	303,21
12	317,49	319,08	320,67	322,26	323,84	325,43	327,02	328,61

Toll.	0	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8
13	320,19	333,37	336,54	339,72	342,89	346,07	349,24	352,42
14	355,59	358,77	361,94	365,12	368,29	371,47	374,64	377,82
15	380,99	384,17	387,34	390,52	393,69	396,87	400,84	403,22
16	406,39	409,57	412,74	415,92	419,09	422,27	425,24	428,62
17	431,79	434,97	438,14	441,32	444,49	447,67	450,64	454,02
18	457,19	460,37	463,54	466,72	469,89	473,07	476,24	479,42
19	482,59	485,77	488,94	492,12	495,29	498,47	501,64	504,82
20	507,99	511,17	514,34	517,52	520,69	523 87	527,04	530,22
21	533,39	536,57	539,74	542,92	546,09	549,27	552,44	555,61
22	558,79	561,96	565,14	568,31	571,49	574,66	577,84	581,01
23	584,19	587,36	590,54	593,71	596,89	600,06	603,24	606,41
24	609,59	612,76	615,94	619,11	622,29	625,46	628,64	631,81
25	634,99	638,16	641,34	644,51	647,69	650,86	654,04	657,21
26	660,39	663,56	666,74	669,61	673,09	676,26	679,44	682,61
27	685,79	688,96	692,14	695,31	698,49	701,66	704,84	708,01
28	711,19	714,36	717,54	720,71	723,89	727,06	730,24	733,41
29	736,59	739,76	742,94	746,11	749,29	752,46	755,64	758,81
30	761,99	765,16	768,34	771,51	774,69	777,86	781,04	784,21
31	787,39	790,56	793,74	796,91	800,09	803,26	806,44	809,61
32	812,79	815,96	819,14	822,31	825,49	828,66	831,83	835,01
33	838,18	841,36	844,53	847,71	850,88	854,06	857,23	860,41
34	863,58	866,76	869,93	873,11	876,28	879,46	882,63	885,81
35	888,98	892,16	895,33	898,51	901,68	904,86	908,03	911,21

Tabeli kasustamine. Mitu mm on 17 3/8″. Esimesest lht. otsime arvu 17 ja, liikudes horisont.-rida mööda paremale, leiame 3/8 lahtrist 441,32; tähendab, 17 3/8″ = 441,32 mm.



VI. Tehniline joonestamine. (*DIN* järgi).

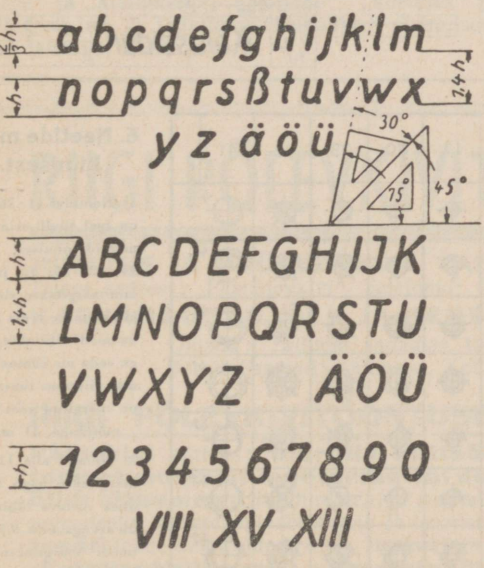
1. **Juhtnööre joonestamiseks.** a) *Vaated.* Üldreeglina peab eset joonistama kolmes vaates: eestvaade ehk II projektsioon (1 a), külgvaade ehk III projekts. (1 b) ja pealtvaade ehk I projekts. (1 c). Mõnikord võib ära jätta ühe või kaks vaadet, kui nendetagi saame kindla ettekujutise esemest. Joon. 4 on poldimulgud pööratud joonestise pinda ja mulkude piirjooned on tõmmatud peenjoontega, millega väldime ühe vaate joonestamise. Mõnel juhul on otstarbekohane joonestada ese paremaks ruumiliseks ettekujutuseks kald-paralleel-projektsioonis (isomeetrilises kujundis) (1 d). b) *Murdjooned.* On joonestatav ese liiga suur või ta osad on ühtlased, siis murtakse mõttes temast tükk ja joonestatakse see, kus kandiline läbilõige (2 a) ja kehalõige (2 c) joonestatakse vaba peenjoonega, aga võllide- (2b) ja torude- (2 d) lõige kõverjoonega. c) *Lõiked.* Seinte paksuste j. m. näitamiseks joonestatakse esemed lõikes (4 ja 5), kus kõik lõikeosad viirutatakse 45^0 all. Võlle, polte, ribisid (5) ja kodaraid ei lõigata pikitelge, vaid lõikepind joonestatakse kodarasse jm. peenjoonega (3 a) või kodara kõrvale jämejoonega. d) *Mõõtmete märkimisel* tuleb tähele panna, et iga mõõde ilmuks ainult üks kord; mõõt- ja keskjooned ei tohi mõõtarve läbistada ja keskjooni ei pea tarvitama mõõtjoonteks (vale 7, õige 6). Raadiused märgitakse ringi kaart puutuva ühe mõõtnoolega; ringi kesktäpp märgitakse väikese ringikesega, kui ta pole ristuvate keskjoontega kindlaks

määratud (8, 10). Langeb kaare kesktäpp väljaspoole joonestist, siis kas murtakse mõõtjoon (8, 50) või tähistatakse „*r*“-ga (8, 75*r*). Mastapile mitte vastavad mõõdud kriipsutatakse alla (8, 46). Koonuses tähendatakse tema suurim ja vähim läbimõõt, koonuse nurk ja pikkus (a) või kantakse sisse kesktelje rööbiti tema aluse läbimõõdu ja kõrguse suhe, näit. 1 : 20 jne. e) *Kruvid.* Mutri ümber joonestatud ringi läbimõõt $e = 1{,}155$ võtmesuust. Kruvi keerme märkimisel on mõõduandev keerme välisläbimõõt (11). Joon. 12 näitab kahte teineteisesse kruvitud keerme märkimist.

f) *Pinna väljatöötamise märgid.* Siledad pinnad ilma järeletöötamiseta tähendatakse ligikaudsuse märgiga (13 a), jämeda viiliga viilitud — 1 võrdhaarse kolmnurgaga (13 b), puhtalt viilitud — 2 kolmnurka (13 c). Kui osa tuleb üleni ühtlaselt välja töötada, siis tähendatakse seda vastava märgiga osa numbri juures (14). Kolmnurgad seisavad teravate otsadega väljatöötataval pinnal või temale kuuluval joonel (15).

2. **Joonestamislehtede suurus mm-tes.**

Formaat			A 0	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
Lehe suurus	enne	lõikam.	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210	105×148
	pärast		880×1230	625×880	450×625	330×450	240×330	165×240	120×165

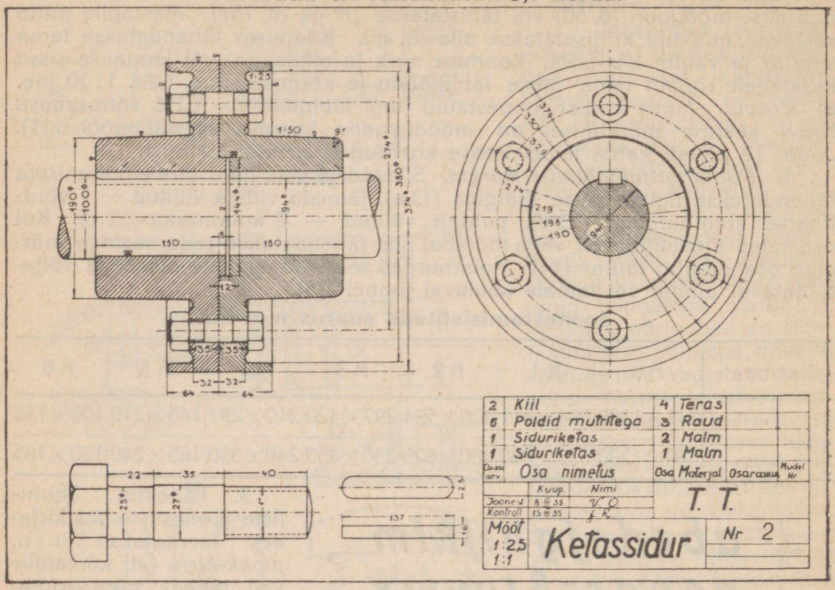


3. **Tähestik.** Tehniliste joonestiste pealkirjades tarvitatakse n. n. *plokk-kirja* (vt. kõrvalolevad tähed), mis kirjutatakse *redissulega.* Kirja kallak on 75°, mida saavutatakse kahe kolmnurgaga (vt. joonis). Suurte ja väikeste tähtede ning ridade kauguse leiame järgmiste arvudega: 1,75—2,5—3,5—5—**7—10—14**—20—28—40—56—80—112—160, kus 3 ükssteisele järjestikku seisvat arvu näitavad väikeste ja suurte tähtede kõrguse ning ridade kauguse.

Näide: 1) Kui väikeste tähtede kõrgus on 7 mm, siis suurte tähtede kõrgus peab olema 10 mm ja ridade kaugus 14 mm; 2) Kui suurte tähtede kõrgus on 28 mm, siis väikeste kõrgus peab olema 20 ja ridade kaugus — 40 mm; 3) Kui ridade kaugus on 7 mm, siis väikeste tähtede kõrgus peab olema 3,5 mm ja suurte — 5 mm jne. Tähtede paksus peab olema $^1/_{10}$ ridade kaugusest.

4. **Mastapid.** 1 : 2,5; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 20; 1 : 50; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 500; 1 : 1000 vähendamiseks ja 2 : 1; 5 : 1; 10 : 1 suurendamiseks.

5 Alljärgnev joonis näitab õieti tehtud tehnilist joonestist; mõõdud on vähendatud 3,7 korda.



			11	14	17	20	23	26	41
Valmis neetida läbim. mm									
Poolümmarpea-needid									41
Needid	Salapea-	ülemine							41
		alumine							41
		mõlemad							41
	Läätspea-	ülemine							41
		alumine							41
		mõlemad							41
Montaaži		neetimisega							41
		mulkude puurimisega							41

6. Neetide märkimisest.

1) Neetidel 11-26 mm on igal liigil erinevad märgid joonisel, kuid 29, 32, 35, 38 ja 44 mm märgitakse ringiga ja pannakse tema juurde needi läbimõõt, nagu seda me näeme joonise viimases reas; seal on märgitud neet läbimõõduga 41 mm.

2) Needid alla 11 mm märgitakse nagu 11 ja ühes vastava läbimõõdu arvuga, näit. 9,5 mm needi märgitakse nii ⊹ 9,5 jne. Montaažil (koha peal) needitavaid neete märgitakse nii, nagu seda näitavad tabeli kaks alumist rida.

Vattidetarve 1 h-j W/hj kasuteguril:

η%	75	76	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
Vatt	980	970	955	945	930	920	910	900	885	875	865	855	845	835	820	810	800

Märgatud trükivigu ja õiendusi.

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema	Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema
35	12 ü.[1]	$a^m : b^n$	$a^m : b^m$	111	2 a.	P üh.	C üh.
60	15 a.[2]	196	1960	114	2 a.	üheltpoolt	ühelt poolt
80	5 ü.	petroolimoot.	petroolmoot.	124	7 a.	1,9	0,9
83	2. tab.	müüritus	müüritis	130	Tab.	1 tun. auru	1 tun. auru kg
83	„	igalpool K_s	igal pool — k_s	140	11 ü.	raamistusi	raamistisi
119	1 ü.	1. Torud ...	IX. Torud ...	169	5 a.	elektrollüüdi	elektrolüüdi
110	2 ü.	lk. 100	lk. 111	174	6 a.	õii	õli
110	Tab.	16,98 ja 12,22	12,98 ja 16,22	185	2 a.	400kW(10.4)	400kW(100.4)
111	2 ü.	lk. 98	lk. 109	185	1 a.	5,75 . 4 : 20	5,75 . 100 : 20

[1]) ü. = ülalt, [2]) a. = alt.

Märkmeid: 1) Igal pool „märkus“ ja „märkuseid“ asemel lugeda „märge“ ja „märkmeid“; „kolvide“, „kolvides“ jne asemel lugeda „kolbide“, „kolbides“ jne. 2) Trükitehnilisil põhjusil on horisontaal-jagamismärk (——) asendatud teistega, nimelt : ja /.

RIIGI PÕLEVKIVITÖÖSTUS

JUHATUS JA MÜÜGIBÜROO: TALLINN, VALLI 4-3.
Telegr. aadress: „Peapõlevkivi“. Telefonid: 450-85, 474-76 ja 450-62.
KAEVANDUSED, ÕLI- JA BENSIINIVABRIKUD:
Õliladu: Tallinna sadamas, tel. 309-07.
Bensiinijaamad: Tallinnas, Kohtla-Järvel.

RIIGI PÕLEVKIVITÖÖSTUSE SAADUSED:

Põlevkivi kütteks; **tooröli; kütteõli; bensiin; mootoripetrooleum; mootorinafta; diislinafta; rasked õlid; bituumen** (Estobituumen) ja **asfalt-emulsioon** teedetegemiseks, katusepapivabrikutele ja isolatsioonitöödeks; **maanteeõli** teede tolmu sidumiseks; **immutusained „Fenolaat“, „Estokarbolineum“** ja **immutusõlid** puidu konserveerimiseks; **viljapuu-karbolineum** viljapuude pritsimiseks; putukamürk **„Puttox“; katuselakk** (katusetõrv); **raualakk** (asfalt-lakk) ja **asfalt-mastiks.**

A/s. Järvakandi Tehased

2 mm, 3 mm ja 4 mm ehitus- ehk aknaklaasi

määrasmõõdu-kastide tabel.

Tabel näitab mõõte, missugused on saadaval määrasmõõtudena ja ruutude arvu 20 m²-lises kastis.

Pikkus sentimeetrites	Laius sentimeetrites																									Pikkus sentimeetrites
cm	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	cm
50		125		111	105	100	95																			50
60		104		92	88	83	79																			60
70		89		79	75	71	68		62																	70
80		78		69	66	62	59		54		50															80
90					58		53																			90
100				55		50			43		40		37													100
110					48		43																			110
120						41			36		33		31		29											120
130							36																			130
140															24											140
160	42	39	37	35	33	31	30	28	27	26	25	24	23	22	21	21	20	19	19	18	18	17	17	16	16	160
	Määrasmõõdud pikkuses 180 cm saadavad ainult 3 mm ja 4 mm klaasis																									
180	37	35	33	31	29	28	26	25	24	23	22	21	20	20	19	18	18	17	17	16	16	15	15	14	14	180
cm	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	cm
	Laius sentimeetrites																									

Igasugused erimõõdud,

s. o niisugused, mis ei ole näidatud ülaltoodud tabelis, on vähemalt 15% kallimad.

Kõik üle 2 mm paksune klaas müüakse ainult „vabamõõtudes", ja tehased müüvad ainult vähemalt 20 mm² ühte paksust. Ainult 3 ja 4 mm klaasi võib saada ka määrasmõõtudena, kusjuures laiused ja pikkused on samad, mis 2 mm klaasi juures, ja peale selle tuleb 3 ja 4 mm laiusel klaasil juurde pikkus 180 cm, nagu selgitab ülaltoodud tabel.

Igasuguste järelpärimustega klaasi asjus soovitame pöörduda äride poole, kes kauplevad klaasiga.

Samuti soovitame härradele ehitajatele ja majaomanikkudele lasta teha tarvisminevad klaasitamistööd klaasiga kauplevate eriäride või tõesti vilunud oskustööliste poolt. Ainult korralikult ja asjatundlikult läbiviidud klaasitamistöö tagab maja fassaadi meeldivat välimust ja selle täielist mõjulepääsmist.

A./s. Järvakandi Tehased.

TARTU EHITAJATE ÜHINGU

LIIKMETE NIMESTIK ERI- JA TÖÖALADE KOHASELT.

Jrk. №	Perekonna- ja eesnimi	Aadress	Tel. №№	Kutse	Märkmeid
1	Jürgenson, Leo	Mäe, 33	758	Prof. dr. ins.	Tartu Ülik.
2	Kesper, Adolf	Promenaadi, 6		Arhitekt	
3	Kirsipu, Artur	Tiigi, 19	3—92	„	
4	Kusmin, Nikolai	Kalda, 3	10—72	„	
5	Matteus, Arno	Veski, 4	9—19	„	
6	Sultson, Harald . . .	Hetseli, 1-b	71	„	„
7	Unt, Karl	Riia, 85		Kardsepp-m.	
8	Roo, Julius	Tööstuse, 15	5—42	Insener	Tartu Linn.
9	Sööt, Harald	Herne, 1	7—49	„	„ Maav.
10	Bumeister, Ernst	Lepiku, 6-5		Mrsp.- psp.-mstr.	„ Linn.
11	Kompus, Juhan	Võru, 39	7—15	„	
12	Schiffer, Jaan	Riia mnt., 3	8—91	„	
13	Kirk, Karl	V-Maarjam. 13	10—35	„	
14	Subčenkov, Peeter . . .	Kuperjan. 38-a	11—97	„	
15	Kaart, Karl	Raekoja, 24		Puitsp.-mstr.	
16	Üts, Juhan	Kastani, 173-a		„	
17	Saukas, Hans	Tähe, 90		„	
18	Reimann, Oskar	Vabaduse, 31		„	
19	Pärtelpoeg, Gothard . .	Lõuna, 14		„	
20	Oinas, August	Võru, 1	3—04	San.-tehnik	
21	Ruuben, Aleksander . .	Aleksandri, 1	2—70	Ärim.-tööst.	
22	Raadi, Richard	Suurturg, 10	4—91	Elektrik	
23	Neider, Karl	Vene, 11		Mööblsp.-m.	
24	Nuut, August	Kalda, 1-1		Potiseppmstr.	
25	Utter, Karl	Pikk, 52-c		„	
26	Ammas, Konstantin . .	Mäe, 47		„	
27	Loderaud, Peeter	Uueturu, 11	5—01	Mlr.-, klsp-mstr.	Peeglitööst.
28	Jürgenson, Christfridt . .	Narva, 71		Sepp-mstr.	
29	Veski, Arnold	Lai, 36	592	Ehit.-k. assistent	
30	Amberg, Jaan	Ilmatsalu	6—70	Tlskv.-tööst.	
31	Veski, Hendrik	Tiigi, 54	3—74	„	
32	Gross, Bruno	Sangaste	2	Tlskv.- ja metsat.	
33	Särg, Vidrik	Promenaadi, 2	78	Ärim.-tööstur	
34	Tartu Eesti Majand. Ühisus	Holmi 12, Võru 4	10; 10-30	Kaubamaja	
35	Tallo, Juhannes	Riia, 55	16—17	Ärimees	
36	Miina, Jakob	Riia, 45	4—11	„	
37	„Rästa & Laan“	Holmi, 7	4—32	„	
38	„Vennad Paabo“	Aleksandri, 104	2—20	Metsatööstur	
39	Univer, Aleksander . . .	Meltsiveski 42	3—49	„	
40	Kolovsky, Mark	Lao, 41	3—66	„	

Tartu parimad ostuvõimalused

Ehitusmaterjali. Parimate tehaste käsitööriistu. Majapidamistarbeid.

Klaasi. Originaalset inglise linoleumi. Kunstnahka. Masinarihmu. Meriheina.

Elektrimaterjalid ja installatsioon. Elektritarbed.



Soodsad maksutingimused.
Eelarved hinnata.

K/m. Venn. Prüüs

Tartus, Kaubahoov 20/21, tel. 12-92.



T-Ü. „MAJA“

Tallinn, Estonia pt. 25, tel. 461-39, 458-37
Tartus, Riia t. 55, tel. 16-17, Suurturg 3, tel. 4-00

Pakub hääs valikus:

Ehitusmaterjale.

Vesivarustustarbeid ja sisseseadeid.

Elektritarbeid ja sisseseadeid.

Värve, värnitsat ja maalritarbeid.

Tööriistu. Tapeteid.

Foto- ja raadioaparaate ning nende osi.

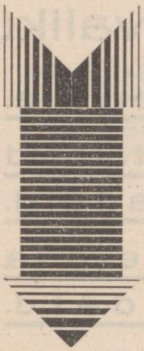
Müük suurel ja väikesel arvul.

Ehitusmaterjali

soodsaim ostukoht

Tartu Eesti Majanduse Ühisus

Laos suures valikus võistlemata hindadega ja hääduses saada:



ehitusrauda ja talasid, katusekarda (-plekki), naelu, ahju ja pliidi rauamaterjali, uste ja akende rauamaterjali, vesivarustustarbeid.

NÕUDKE MEIE KAUBAHINDU!

Tsementi, lupja, kipsi, šamott- ja telliskive, aknaklaasi, värnitsat ja värve, katusepappi jne.



Tutvuge meie kauba kvaliteedi ja valikuga.

Ehitus- ja Metallitööstus „TEHNIK"

Kõnetr. 304. Tartus, Võru t. nr. I. Kõnetr. 304.

Vesivarustise, kanalisatsiooni, keskkütte, ventilatsiooni, puurkaevude ja pumpade seadised. — Raudkonstruktsioonide valmistamine, metallide autogeenkeevitamise, treimise, hööveldamise, freesimise ja vasevalamise tööd. — Aurukatelde, masinate, pumpade ja põllutööriistade parandus.

Laos: Supelvanne, vanni-ahje, pesulaudu, klosette, köögikausse, mitmesuguseid armatuure, jõu- ja käsipumpi, vesioinaid, tuletõrje-pritse, küttekehi, torusid ja ühendusjagusid.

Mehaaniline puidutööstus

FERD. SASSI

Tartus, Aleksandri t. III, omas majas, tel. 10-90.

Valmistan korralikult kuivatuses kuivatatud materjalist igasuguseid puidutöid, nagu:

mööblit, uksi, aknaid, treppe, autotõldu jne.

Hinnad töökohased; aastane järelmaks ja vastutus. Enne kui tellite kuskilt teisalt, palun külastage minu tööstust ja tutvuge tööhindadega.

TARTU LINNA
TÖÖSTUSKOOL

on omavalitsuse (ja riigi) poolt ülalpeetav avalik kutsekool, mille õpilasteks võetakse vastu vähemalt 6 kl. algkooli haridusega noormehi. Õppeaeg kestab 3 aastat, iga nädal 18 teoreetilist tundi klassis ja 30 tegelikku töötundi töökodades.

KOOLI TÖÖKOJAD

on varustatud küllalt täielise sisseseadega ja täidavad eratellimusi igasugu puidu- ja metallitöö alal.

Mööblid, sisseseaded, tõldsepa-tööd, autokorpused, trei-, lukusepa- ja sepatööd, vasevalamine, autogeen- ja elekterkeevitamine, autoremont.

Kooli töökodades on vilunud meistrid ja üle paarikümne vanema valitud töölise, peale selle üle saja õpilase. Omas majas sadulsepp ja maaler-lakkija, mille tõttu kogu auto-tööd saab teha koos.

VÕIMALIK IGASUGUSTE NÕUETE TÄITMINE.

KOOLI JUURES
AUTOJUHTIDE-KURSUSED

mis korduvad vajaduse järgi ja kestavad 2 kuud. Kursustele võetakse kõiki soovijaid, kes loodavad valmis saada õppusega. Edaspidi kavatsusel automehaanika-osakond, mille õpilasteks võiksid olla lukusepa tööala õppinud-töölised (või suurema vilumusega juhid.) Õppeaeg 1 aasta.

Kooli ja kursuste õppekavad
saadetakse välja 15 sendi postmarkide vastu (kumbki).

Masinatöökoda

August Ratnik

Tel. 13-04. ✳ **Tartus, Võru 30-a.** ✳ **Tel. 13-04.**

Autode, mootorite, traktorite ja igasuguste põllutöö- ja teiste masinate parandused.

Müüa: Igasuguseks otstarbeks sisepõlemootoreid.

Hinnad mõõdukad.

Vidrik Särg

Tartus, Promenaadi 2, tel. 78.

JAHI-, ELEKTRITARVETE JA TERASKAUPADE IMPORTÄRI.
MÜÜK SUUREL JA VÄIKESEL ARVUL.

Oma betoonitööstus, kus alati laos kõik vajalikud tsemendisaadused.

Keskkütte-, veevärgi- ja lukusepa-töökoda

R. TURK

TARTUS, ÜLIKOOLI 28.

Soodsad tingimused. ✳ Töö korralik.
Eelarved tasuta.

Austusega **R. TURK** (Dipl. meister.)

TRÜKIKODA VARRAK

TEL. 3-20. ✳ TARTU, SUURTURG 2 ✳ TEL. 3-20.

Valmistab maitsekalt ja parajate hindadega
IGASUGUSEID TRÜKITÖID
kõige lihtsamatest kõige keerukamateni.

KÖITEKODA ✳ **Raamatukauplus** ✳ KÖITEKODA

Valik ilukirjandust, kooliraamatuid, raamatukogude ja koolide rakendusraamatuid.

TSINKOGRAAFIA

ADALBERT RABA (Dipl. meister)

TARTUS, HÄRNE TN. 41. TEL. 10-61.

Valmistatakse: Joon-, võrk- ja mitmevärvil. klišeid. Klišeejooniseid, kavandeid I järgu kunstnikelt. Puit- ja linoollõiked. Vaskklišeed.

TÖÖ HÄÄ! HINNAD ERITI SOODSAD.

M. VELLEMA

TEHNIKA KÄSIRAAMATU

PEALADU

Tartus, Riia mnt. 25, tel. 13-01.

Hind pappköites kr. 3.75, kalingurköites kr. 4.—.

Trükikoda „Varrak" Tartus, Suurturg 2. 1936.

A
9852
c 110952908