

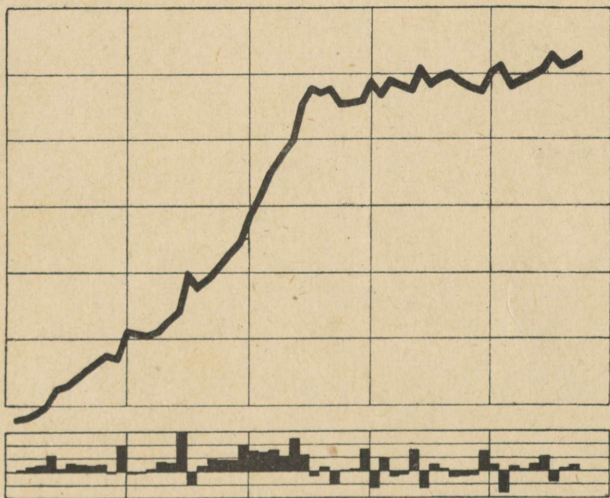
1781

A. TOOMS

ARVJONISED

DIAGRAMMIDE, KARTOGRAMMIDE,
KÖVERATE JA MUUDE ARVJOO-
NISTE VALMISTAMISE ÕPETUS

164 JONISEGA



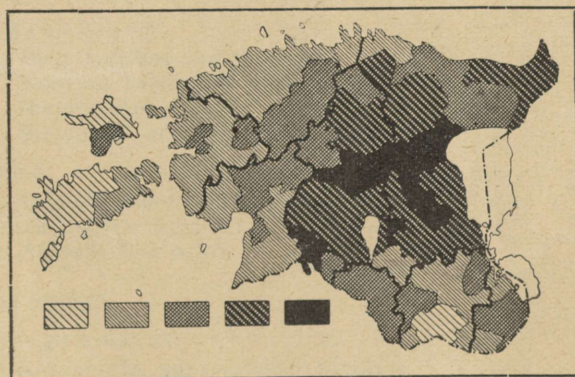
K./Ü. „LOODUS“, TARTUS, 1931

A. TOOMS

ARVJONISED

Diagrammide, kartogrammide
kõverate ja muude arvjooniste
valmistamise õpetus

164 joonisega



~~3307~~ 17533

K./Ü. „LOODUS“, TARTUS, 1931

K.-Ü. „Looduse“ keeleline korrektor H. Pürkop.



A-7481

Sisukord.

	Lk.
Oskussõnu	7
Sissejuhatus	9
A. Lihtsamad demonstreerimise diagrammid.	
I. Tulpjoonised.	
1. Joonte kõrvutus	15
2. Tulpjoonis	16
3. Tulpjoonise eriliigid	21
4. Tulpjooniste kõrvutus	25
5. 100% tulpjoonis	29
II. Pindjoonised.	
6. Kujutiste kõrvutus	33
7. Nelinurga külgede kasutamine	35
8. Kahemõõtmeline koostisruut	37
9. 100% koostisruut	39
III. Ringjoonised.	
10. Ring koostise kujutamiseks	41
11. Koostise üksikosade täiendav rühmitus	44
12. Ringjooniste võrdlus	46
13. Ringiosad koostisena	48
IV. Kavad.	
14. Organisatsiooni ja alluvuse kavad	50
15. Järgnevuse kavad	52
16. Arvustikuline kava	54
B. Arvjoonised kaardil.	
I. Kartogrammid.	
17. Asukohtade geograafiline asetus	57
18. Punkt-kartogrammid	59
19. Territooriumi võrdlus	61
20. Nähise ulatus mitmesugustel aegadel	62
21. Vahemiklik kartogramm (nähise intensiivsusemäär)	63
22. Vahemikkude kujundamine	65
23. Levikukartogramm (nähiste territoriaalse leviku kujutamise)	74
24. Territooriumi kohandamine erinõudeile	75

II. Kartodiagrammid.

25. Diagrammide asetamine kaardile	78
26. Kaarti imiteerivad kujutised	84
27. Liiklemise kartodiagrammid	84

C. Kõverad.

I. Kõverad lihtmõõdul.

28. Kõvera joonestamise põhimõtted	88
29. Kõvera väliskujust	93
30. Kõver ja tulpjoonis	96
31. Histogramm (ajastukõver)	99
32. Kumulatiivne histogramm	103
33. Liikuv kogusumma ja keskmine	105
34. Ajastute võrdlus	107
35. Sageduskurv	108
36. Ribakõver	116
37. Vöökõver	118
38. Tasemekõver ja hajumuslehvik	122
39. Mitme kõvera ühendamine samal joonisel	125

II. Kõverad logaritmilisel mõõdul.

40. Logaritmiline mõõt	131
41. Logaritmilise mõõdu konstrueerimine	132
42. Logaritmilise mõõdu lugemine	138
43. Logaritmilise mõõdu omadused	140

D. Tähtsamad erijoonised.

44. Z-joonis	145
45. Völvkurv (kumulatiivne sageduskurv)	146
46. Lorenzi kurv	152
47. Tõenäosuskurv	155
48. Keskmekõverad	162
49. Ühiskeskmekõverad	164
50. Kolmebaasiline joonis	165
51. Gantti jooned	168
52. Nomogrammid	174

E. Stereogrammid.

53. Kõva mudel	181
54. Aksonomeetriline projektsioon	183
55. Sageduspind	185
56. Histogramm mudelina	187
57. Lihtstereogrammid demonstreerimiseks	187

F. Joonistised ja pildid jooniseis.

58. Piltjoonistised väliskontuuride vastavusega	189
59. Loomulikkude mõõtudega kokkükõlastatud joonistised	192
60. Pildid puhtillustriativse elemendina	192
61. Illustratsioonid kartogrammil	195

G. Arvjooniste tehnika.

I. Jooniste tehnika.	
62. Vajalised abinõud	197
63. Arvjoonised analüüsi abinõuna	200
64. Demonstreerimisjoonised	201
65. Kino	202
66. Paljundamine	203
67. Erivõtteid klišeede valmistamiseks	205
68. Optilisi ja tehnilisi näpunäiteid	209
69. Standartimine	213
II. Arvjooniste aparaadid.	
70. Stepanovi aparaadid	214
III. Arvjoonised igapäevses elus.	
71. Arvjoonised koolis	217
72. Arvjoonised äris ja ettevõttes	221
Kirjandus	225
Jooniste loend	229
Jooniste kohta käiv andmestik	235

Oskussõnu.

Aksonomeetriline projektsioon — perspektiivjoonis 60° telgede vahega.

Arvjoonis — üldine nimetus diagrammide, kartogrammide, kõve-rate ja t. s. jooniste kohta (ingl. k. *graphs and charts*, prants. k. *graphiques*, saksa k. *graphische Darstellungen*).

Gantti jooned — ins. Gantt'i poolt leiutatud märkimisviis töö-protsesside ja tegevuse märkimiseks, võrreldes tegevuskavaga (ingl. k. *Gantt chart*).

Histogramm — kõver, mis nähise arve või summasid näitab ajalises järgevuses (ajastute järgi).

Kartodiagramm — arvjoonis kaardil, kus üksikutel territoriaalühikutel on tehtud diagrammid.

Kartogramm — arvjoonis kaardil territoriaalühikute katmise teel mitmesuguste värvuste või astendusega.

Keskmekõver — kõver, millel alusjoone asemel aluspunkt (ringi kese) ja mille võngud projekteeruvad ringil.

Kolmebaasiline joonis — erijoonis kolme komponendi näitamiseks võrdkülgse kolmnurga sees.

Koostisruut — joonis, millel ruut on jaotatud osadesse (100% jne.) nähise koostise näitamiseks.

Kurv — joonis, millel arvud näidatud kõvera kujul enamasti pehmendatud nurkadega.

Kõver — joonis, millel arvud näidatud kõvera kujul.

Nomogramm — matemaatilise valemi põhjal konstrueeritud joonis, mis annab võimaluse valemit kasutamata arvutada selle tulemusi graafiliselt (ingl. k. *nomogram*, *nomograph*).

Nähis — *Erscheinung* (pro nähtus — väljendina ühiskondliku, majanduselu jne. alal).

Pindjoonis — diagramm, millel mõõduliselt võrreldakse arve kuju-
tavaid geomeetrilisi pindu (nelinurki, ruute jne.).

Ribakõver — kõver, millel rida üksikuid kõveraid asetatakse
üksteise peale ja igal järgneval on alusjooneks alumine kõver.

Ringjoonis — diagramm, millel arvude väljendamiseks kasutatud
ringi või selle osi (segmente ja sektoreid) (ingl. k. populaarselt *pie-
chart* — tordijoonis).

Rõhtjoon — horisontaaljoon.

Rõhtsalt — horisontaalselt.

Rööpnomogramm — nomogramm, mille konstrueerimiseks tarvi-
tatud rööpjooni.

Sageduskurv — kõver, mis näitab sageduse (*frequency*) arvusid.

Stereogramm — kolmepinnaline perspektiivne joonis või mudel.

Tulpjoonis — kõrvutiseisvatest tulpadest või tulbastikkudest moo-
dustatud joonis (ingl. k. *bar-chart*, *pipe-organ chart*).

Tõenäosuskurv — (*probability curve*) erikurv kumuleeritud
arvuderidade õgvendamiseks, sihiga määratella ligidust normaalkurvile.

Värvus — vene k. *okraska*, *tsvet*, saksa k. *Färbung*.

Võlvkurv — joonis, millel kõver omab võlvi kuju, olles kumu-
leeritud arvuderea kujutis (ing. k. *ogive*).

Vöötikõver — joonis, millel üksikud koostist näitavad kõverad
kulgevad vöötidena üle joonise.

Ühiskeskmekõver — keskmekõver pidevalt suureneva arvude-
rea kohta, mis keskmest tiirleb ikka rohkem ja rohkem väljapoole.

Sissejuhatus.

Andmeid suuruste, sageduste ja koguste üle väljendatakse arvudes. Arvused omakorda võib piltlikult kujutada, kasutades selleks jooni, tulpi, pindu, mahtu, kaarte jne. Kõiki selliseid mitmekesiseid arvude piltliku esitamise viise nimetame arvjooniseiks. Selle oskussõna alla kuuluksid meil küllalt tuntud diagrammid, kartogrammid ja kõverad, peale selle aga ka stereogrammid ja rida teisi jooniseid, mis meil seni laiemalt tundmata.

Seni on meil puudunud see mitmekesiseid liike ühendav oskussõna, mida inglased väljendavad „charts“, prantslased „graphiques“ (ka „représentations graphiques“), sakslased „graphische Darstellungen“. Näitusil esinenud mitmekesiseid jooniseid on tavaliselt nimetatud diagrammideks, kuigi seal hulgas on olnud ka kartogramme jne. Isegi tabeleiks on ajakirjanduses nimetatud selliseid jooniseid, mis muidugi hoopis vale.

„Arvjoonis“ ei ole küll tuletamisuuksuselt särav, ent arusaadav ja, ütleksime veel, mõtet täpsalt edasi andev väljend. Ta näitab, et kõnesolevad joonised väljendavad arvused, sest arvjoonis on — joonisenena esitatud arvud.

*

Nägemine on peamine meel, mille kaudu saame suurema jao oma muljeist. 60% inimeste kujutlusvõime baseerub nägemiskujutlusil. Seejärest on kujutis peaaegu alati selgem kui arv, mida ta esindab: viie kõrvutatud joone pikkuse suhe on alati kergemini tajutav, kui viie arvu vahekord.

Tuhandeid aastaid on inimsugu pannud tähele ruumisuhteid oma ümbruses ja rajanud neile oma toiminguid. Suuruste abstraktsete väljenditega — arvudega — ümberkäimine on aga võrdlemisi uus. Vaevalt mõned sajandid kuuluvad aritmeetilised tehted laiemate hulka, ja ainult paarsada aastat on möödunud sellest, kui keskmine kodanik hakkas pidama meeles arvused ühe ja teise

tema tähelepanu köitnud ala kohta statistiliste andmete näol. Nende andmetega opereerimine on veelgi hilisem.

Seepärast on arvjoonis arvude populaarseks esitamiseks peaaegu alati kohasem kui arvud ise. Tema tarvituselevõtt vastab aastatuhandete kestel saavutatud inimsoo kogemusile.

Arvjoonis aga ei räägi mitte ainult silmale, vaid silma kaudu ajule. Arvuderida vaadeldes näeb ja saab mõelda üksikute arvude üle; et saada kujutlust kogu reast arvudest, peame neid mitu korda vaatlema, kõrvutades mõttes kord üht, kord teist. Kõver aga, mis väljendab samu arve, on korruga ülevaadatav ja näitab silmapilkselt, kus on arvudereas tõus, kus lang. Kohe astub tegevusse mõte, juureldes, miks on tõus just seal, ja mitte teisel, ning millest on ta põhjustatud. Energia, millest suurem osa muidu kuluks arvude seedimiseks, saab astuda tegevusse kohe.

*

Varemad arvjoonised olid määratud ainult demonstreerimiseks. Tarvitati diagramme arvude võrdlemiseks, tehti kartogramme arvude territoriaalse paigustumise näitamiseks, kõveraid nähise ajalise käigu vaatlemiseks. Nende jooniste valmistamine oli kulukas, aeglane ja vaadeldav luksusena.

Viimane aeg, eriti viimane aastakümme, on toonud siia täieliku pöördde. Arvjoonis on saanud peamiselt analüüsi ja tööabinõuks, mis julgelt asendab terve rea matemaatilisi võtteid, olles neist kiirem ja otstarbekam. Ta annab paljudel aladel tulemused mitu korda kiiremini, mitmel alal aga saavutab tagajärgi, milliseid teisel teel ei saagi. Vana, vaid demonstreerimiseks määratud arvjoonis kaob ikka enam ja enam sel määral, kui leiutatakse uusi arvjooniste tüüpe ja levivad senised.

Logaritmilise mõõduga arvjooniste tarvituselevõtt avas täiesti uue silmaringi kõverate koostamises, andes võimaluse kõrvutada samal joonisel piiramatu arvu kõveraid mitmekesiseimates mõõtudes, mille juures kõverate suhteline vahekord kõikjal on ühtlane. Rida logaritmilisi kõveraid asendab enamalt jaolt korrelatsiooniarvutused ajaliste arvuderidade jaoks.

Vana ajastukõvera kõrval kerkisid kumulatiivne ja jooksva keskmise histogramm majanduselu nähiste vaatlemiseks. Võlvkurv ja Lorenz'i kurv lubavad toimetada sageduskurvi analüüsi ja puuduvate vahearvude leidmist peaaegu sama kindlalt kui interpolatsioon.

Tõenäosuskurv analüüsib sagedusrea vastavust Gauss'i kurvile ja näitab tabavalt dispersioonimäära.

Kolmebaasiline joonis loob uued võimalused kolme teguri vahekorra määritlemisel, olles eriti kohane ettevõtte tulukuse vaatlemisel.

Kuid ka puhtpraktilisil aladel asub arvjoonis asendama vanu meetodeid. Gantt'i jooned, mida mitmed majandusteadlased peavad käesoleva sajandi suurimaks leiutiseks töökorralduse alal, asendavad tööviljakuse jälgimisel, masina- või inimtöö tagajärgede märkimisel jne. täielikult sellekohase raamatupidamise või märkmete tegemise, mitte ainult andes ülevaadet vastava ala edukusest, vaid ka alati näidates, palju jääb veel täita ettevõtetud tööst.

Nomogrammide, mida ühtelugu uusi leiutatakse, annavad võimaluse keerulisemate matemaatiliste valemite järgi arvutamist usaldada matemaatiliste teadmused isiku hooliks.

*

Praegumainitud leiutised arvjooniste alal on tehtud enamalt jaolt Am. Ühendriiges, sõja ajal ja sellele järgnevatel aastail. Praktilised ameeriklased võtsid uued meetodid oma äri- ja tööndusilmas kohe igapäevsele tarvitusele ja see aitas tähtsal määral kaasa nende suurejoonelisele edule viimastel aastail. Ettevõtteis hakati otsekohe tegevust analüüsima arvjooniste abil, seati sisse alaliste arvjooniste pidamine seal, kus see jooksva tegevuse registreerimiseks osutus viljakaks jne. Keegi majandusmees, kes Ühendriike varsti peale sõda külastas, julges muljena mainida, et kogu maa näib olevat sattunud arvjooniste hullustusse.

Kuid see „hullustus“ kestab ja areneb veel suurejoonelisemalt. Suured ettevõtted eriosakondade kaudu, väiksemad — iga toiminguid juhtiva ametniku kaudu, peavad iga päev jooksvaid arvjooniseid. Neist saavad ettevõtte juhid igal silmapilgul ülevaate ettevõtte arengust paremini ja kiiremini kui nad seda saaksid ühelgi teisel teel.

Ja kahtlemata on arvjooniste tulevik veel ees. „Teel parema tuleviku poole saab maailm arvjooniseid ikka enam ja enam tarvitama,“ ütleb tabavalt G. Karsten, suur autoriteet arvjooniste alal.

Kuidas võikski olla teisiti, kui kultuuriedu oleneb individide selgeltmõtlemisest; selgelt saab mõelda paremini arvudes, arvudega opereerimist aga võimaldab vaid matemaatika ja sellest veel kiiremini — arvjoonised.

*

Huvitav on arvjooniste suhe matemaatikaga. Ühelt poolt, arvjooniste alus on alati matemaatiline, vahel põhinevad nad isegi sügavmatemaatilisel valemil. Kuid suurema osa neist saab valmistada matemaatikat käsitlemata. Isegi raskeimaid arvjoonise tüüpe, näit., tõenäosuskurve ja nomogramme, saab teha igauks matemaatiliste teadmusteta, kui tal ainult on olemas vastavas mõõdus paber või eeskuju. Ja võib väita, et enam jagu arvjooniseid valmistavaid isikuid ei tarvitaks neid, kui oleks nende valmistamisel vaja tarvitada matemaatikat (muidugi peale elementaarsete tehete).

Teiselt poolt, arvjoonised annavad võimaluse toimetada terve rea keerulisi matemaatilisi tehteid mitu korda, vahel isegi mitukümmend korda kiiremini kui originaaltehe.

Milleks, näiteks, teha tundide- ja päevadepikkusi korrelatsiooni-arvutusi leidmiseks, et kahe vaadeldava arvuderea sõltuvus on äärmiselt nõrk, või et teda ei olegi, kui logaritmilisel mõõdul kõvera (histogrammi) abil võib sama kiiresti kõrvutada mitukümmend sõltuvuse suhtes kahtlast kõverat.

Kõverad näitavad kohe, kas oleleb seos arvuderidade vahel või kui suur on erinevus, ning alles siis võib tõesti sõltuvust avaldavate ridade vahel arvutada korrelatsioonikoeffitsiendid, et saada mingi vahetõrva määritlev arv.

Samane on olukord mitmel teisel alal.

*

Meil on seni levinud vaid lihtsamad arvjooniste tüübid, peamiselt kõiksugu tulp- ning ringjoonised, mis määratud demonstreerimiseks. See on ka arusaadav, kuna enam jagu arvjooniseid on tehtud kõiksugu näituste jaoks, kus ainult see otstarve tähtis. Sellised joonised on loonud isegi teatava tüdimuse, kui neid on tahetud tarvitada ka kitsamais ringkonnas. Ometi on meil tung arvjooniste järgi olemas. Kooles vajatakse neid õppetundides, eriti geograafia ja majandusgeograafia alal. Mitmed ettevõtted tarvitavad hindade jälgimiseks jne. kõveraid.

Kuid on ometi rida jooniseid, millest mõni paljude isikute vaeva võiks tunduvalt kergendada ja anda rikkalikke tulemusi, kui ainult teataks nende olemusest ning osataks neid tarvitada.

Seni puudus meil see võimalus kirjanduse puudumisel. Käesolev

väljaanne tahab seda puudust kõrvaldada, tutvustades senileiutatud arvjooniste valmistamismeetoditega vähemalt üldjoonis.

Muidugi peab seejuures seadma üles teatud piirid. Meie käsitlusele kuuluvad ainult arvjoonised, mis statistiliste andmete demonstreerimisel ja analüüsil seni tarvitusel ja millest arusaamine ei nõua sügavamaid matemaatilisi teadmusi. Arvjoonised muudelt aladelt (näiteks mehaanika, arhitektuur j. m. erialad) ei kuulu vaatlusele.

*

Väljaande koostamisel on pandud rõhku peamiselt selle praktilisusele ja näitlikkusele. Igast tähtsamast arvjoonise tüübist on antud joonised, lootes, et need selle valmistamist paremini näitavad kui pikad tekstilised seletused. Oleks olnud väga soovitatav iga tähtsama arvjoonise kohta esitada ka vastav arvmaterjal, mille alusel ta koostatud, nii et joonise valmistamist saaks omalt poolt kontrollida ja tarbe korral iseseisvalt korrata, kuid kahjuks on enamal jaol juhtudel kokkuvõid sundinud sellest loobuma. Küll on aga jooniste loendis (vt. lk. 229) mainitud, kus vastavaid andmeid võib leida.

Samuti on tulnud pikemaid matemaatilisi selgitusi ja põhjendusi teadlikult vältida, et väljaannet mitte suurendada.

Väljaanne on püütud teha arusaadavaks kõigile, kel geomeetria ja statistika alal elementaarteadmused olemas.

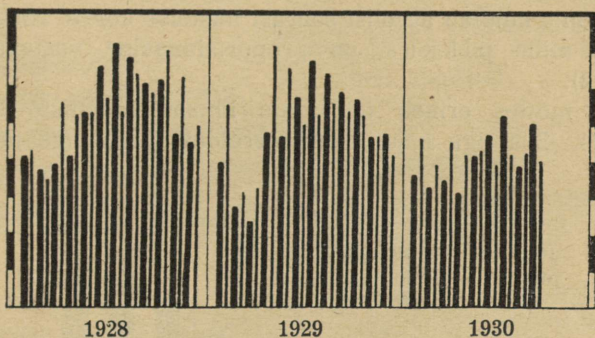
*

Näiteina toodud jooniste kliše edest on suur osa saadud kasutamiseks Riigi Statistika Keskbüroo kliše edekogust, mõned Eesti Pangast, suur hulk toodud mitmekesiste vastavate väljaannete järgi, peamiselt ameerika autorite töist. Eriti väljaande jaoks joonestatud on joonised, mis täielikult puudusid muis kliše estikes, või kus Eestile kohaste andmete näitamine tundus tarvilisena.

Sellest ka võrdlemisi suur mitmekesisus jooniste võrdlemisi rikkalikus kogus, ja paradoksaalne nähis, et väljaanne, mis teatud määral taotleb eeskujulikkust arvjooniste tehnikas, ise sellega ei hiilga täiel määral. Kuid joonistekogu täielik ümberkorraldamine oleks muutnud raamatu hinna meie oludes liiga kõrgeks.

*

Kuna aine on uudne meie kirjanduspõllul, tuli luua terve rida oskussõnu, millest tähtsamate nimestik on toodud eraldi lk. 7—8. Need on tuletatud võimalikult lihtsalt ja sõna sisulisele mõttele vastavalt, enamasti inglise eeskujul. Nad kõik on väljaandes tarvitatud kokkuleppel lektor J. V. Veski ga, mõned otse hr. Veski poolt loodud. Võimalik, et neist mõnede asemele tulevikus leidub parem sõna, seni aga oleks väga soovitatav, et keelelise ühtluse mõttes tarvitataks vähemalt neid.



Joon. 1. Joonte kõrvutus. — Väliskaubandus 1928—30.
Jämedad jooned näitavad väljavedu vastaval kuul,
peened nende kõrval — sissevedu.

A. Lihtsamad demonstreerimise diagrammid.

I. Tulpjoonised.

1. Joonte kõrvutus.

Lihtsaimat geomeetrilist kujundit — punkti — ei saa kuidugi võrdlusiks kasutada, kuna kõik punktid on teoreetiliselt mõõtmeta. Seepärast on lihtsaim diagramm joonte võrdlus. Joonel on juba üks mõõde — pikkus (tegelikult on tal ka teatav laius). Kui paberile tõmbame ühe joone ja arvame selle ühele arvule vastavaks, siis, tõmmates teist joont teise arvu jaoks, see tuleb teha vastavalt pikem suurema arvu jaoks, lühem esimesest väiksema jaoks. Joonte proportsionaalsust arvudele võib kujutada täpsalt ja saadav joonis võib olla küllalt piltlik, nagu näitab joon. 1. Juba selles lihtsaimas joonises ilmneb arvjooniste iseloom ja tähtsus.

Inimese mõttelend on enamasti vähe kohanenud abstraktsete suuruste kujuteluga: kuuldud mingit arvu, ei teki ajus õieti mingit kujutelm. Ruumilised kujutised on palju meelde jäävamad ja kergemini võrreldavad. Kümne arvu võrdluseks omavahel on vaja nad kõik üksikult läbi silmitseda, et näha, milline neist väiksem ja milline suurem. Kümme joont aga, mis tehtud arvudele vastavalt pikkusis, näitavad korraga suurima ja väikseima arvu ning lubavad kõiki omavahel võrrelda.

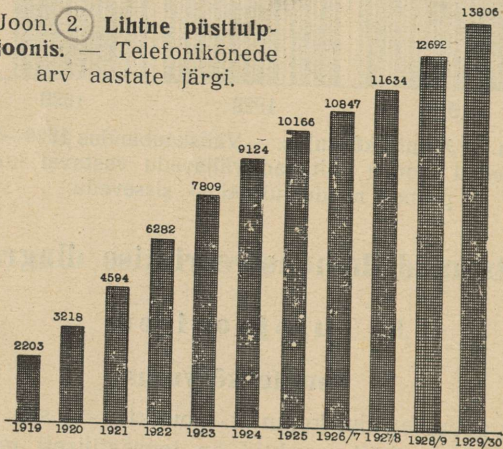
2. Tulpjoonis.

Tulpjoonis on joonte kõrvutuse edasiarendamise saadus, millele antud veidi täpsam iseloom. See on sagedamini esinevaid jooniseid.

Tulpjoonis kujutab arvilisi suurusi üksteise kõrval rööbiti asuvate tulpadena, mille pikkus on proportsionaalne vastavaile arvele (vt. joon. 2).

Selles mõttes erineb tulpjoonis lihtsast kujutiste kõrvutusest (vt. ptk. 6). Seal iga kujutis on võrreldav kogu oma mõõtmeoma-

Joon. 2. Lihtne püsttulpjoonis. — Telefonikõnede arv aastate järgi.



Tulpade otsa on paigutatud arvud, milliseid nad kujutavad.

duste ulatusel (ühemõõtmeline joon — ühes mõõdus; kahemõõtmeline pind — kahes mõõdus jne.). Siin aga kahemõõtmelisel kujutisel on tähtis vaid tema pikkus; laius antakse puhtillustriivse eesmärgiga.

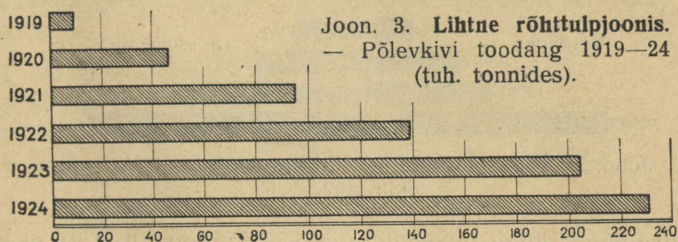
Tulpjoonise tulbastikku võib asetada kõrvuti püstiseisvana (vt. joon. 2 ja 4), samuti ka rõhtsalt (vt. joon. 3). Ameerikas ollakse arvamusel, et rõhttulbastik on teaduslikum, püsttulbastik — populaarne kujutusviis. Tegelikult on mõlemad vormid seni rööbiti tarvitusel.

Vahest võiks lugeda otstarbekaks mingeid üksteisele ajaliselt järgnevaid arve (nagu joon. 2) kujutada püsttulbastikuna (aja järgnevus vasakult paremale!). Kõik muud tulbastikud, eriti aga mitmesuguseid rühmitisi kujutavad, võiks asetada rõhtsalt. Kuid põhimõttelist vahet eristamiseks siin võib vaevalt leida.

Tulpjoonise tulbad moodustavad ühendatud terviku, mis tavaliselt ühendatakse ühise alusjoonega ja enamasti ka mõõduvõrguga.

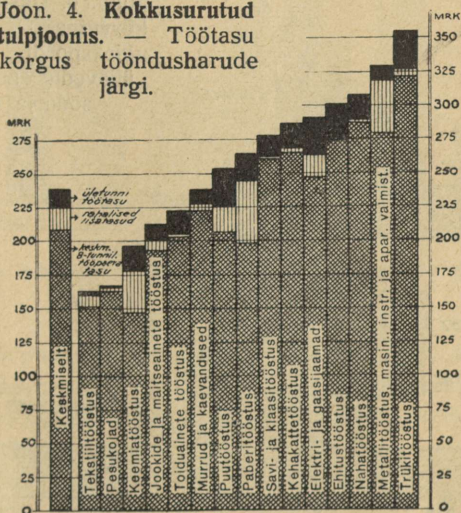
Tulpade alusjoon asub alati all püsttulpade puhul (vt. joon. 2) ja rõhttulpadel vasakul serval (vt. joon. 3).

Alusjoonega ristival joonel märgitakse mõõt, mille kohaselt tulbad



joonestatud. Mõõdu märkimine toimub samuti kui geograafilisel kaardel: tõmmatakse peened ristjooned ja nende kohal märgitakse arvud mingi süsteemi kohaselt (kas iga 10, 100, 1000 jne., või jälle iga

Joon. 4. Kokkusurutud tulpjoonis. — Töötasu kõrgus tööndusharude järgi.

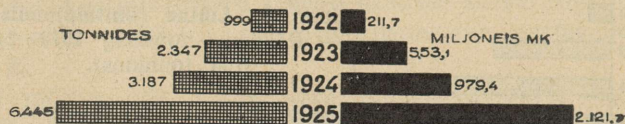


Töötasu on markades (praegusis sentiides) 8-tunnise tööpäeva eest. Andmed käivad 1926. a. kohta.

5, 10, 15 jne. järel). Mõõdumärkmed asetatakse vasakule püsttulpade puhul ja rõhttulpade jaoks soovitatavalt üleval. Üles (ja mitte alla, nagu sageli tehakse — näiteks joon. 3) paigutamise põhjuseks on soov aidata kaasa tulpjooniste võrreldavusele. Kui mõõdujoon on teh-

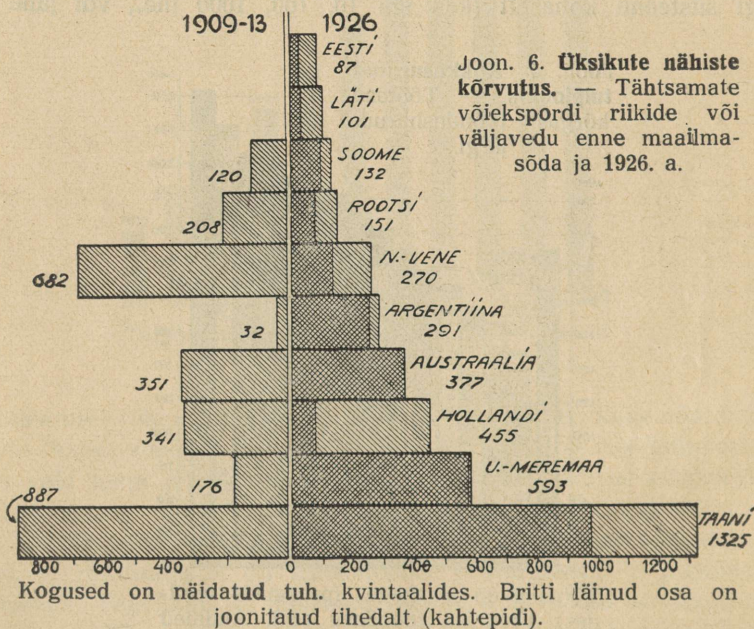
tud selle soovi kohaselt, siis võib iga rēhttulpjoonist, pöörates püsti, asetada kõrvu püstitulpjoonisega ja vastupidi.

Tulpade vahedes, nagu nende taga asuvaina, võib tõmmata ker-



Joon. 5. Kaks kõrvutatud lihttulpjoonist. — Või väljavedu 1922—25.

ged mõõdujooned kogu tulbastiku ulatusel (vt. joon. 3 ja 7), et kergesti võimalik oleks määratella tulpade pikkust. Pikaksveninud joonisel on soovitatav mõõdumärkmed teha mõlemal küljel (vt. joon. 7 ja 12).



Joon. 6. Üksikute nähiste kõrvutus. — Tähtsamate võieksporti riikide või väljavedu enne maailmasõda ja 1926. a.

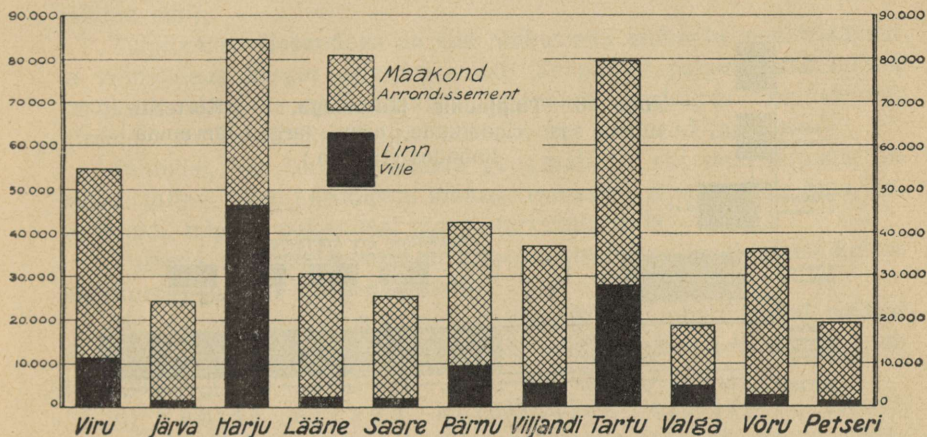
Iga joonise tulbad olgu ühtlaste vahedega ja ühtlase laiusega. Soovitamam on tulpi teha laiemaina kui nende vahesid. Viimased võivad olla üsna kitsad ja sageli lükatakse tulbad nii üksteise ligi, et üks ja sama joon on vaheks ja kahe kõrvuasuva tulba külgedeks ühtlasi (vt. joon. 4).

Tavalisim viis on tulpi teha nelinurkadena, mille pind on kas

valge, värviga kaetud või joonitatud. Effektsed on ka täismustad nelinurgad valgel pinnal (vt. joon. 5, parempoolne osa).

Tulpjoonis on universaalne abinõu mistahes arvuliste suuruste võrdlevaks kõrvutamiseks. Peamisi tarvitamisalasid võiks eristada järgmiselt:

- üksikute nähiste võrdlus,
- nähist koostavate rühmade võrdlus,
- nähise jaotumine ruumiliselt,
- nähise arengu kujutamine ajalisel.



Joon. 7. Nähise ruumiline jaotumine. — II Riigikogu valimisel antud häälte arv maakondade järgi.

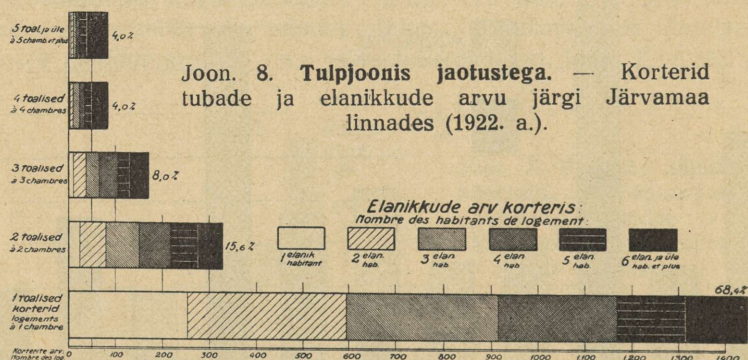
a) Üksikute nähiste võrdlus. Iga nähis, väljendatud ühtlasis mõõduühikuis, kujutatakse iseseisva tulbana, mille pikkus joonestatud mõõduühikute arvule proportsionaalselt. Sellise kõrvutuse esineb, näiteks, joonis 6.

Nagu näha, sarnaneb see joonis nelinurkade lihtsa kõrvutusega joon. 23 (vt. ptk. 6). Väline vahe on vaid selles, et tulpjoonis joon. 6 moodustab omavahel seotud süsteemi, ühise mõõduvõrgu ja alusjoonega, kuna joon. 23 nelinurgad on vaid üksikud geomeetriselised kujutised. Sisemine vahe on aga palju sügavam, mis jooniste võrdlusel kohe selgub: joon. 6 mõned tulbad on palju pikemad, kuna neis on vaid pikkus mõõtuandev, joon. 23 omad aga lühemad, kuna siin on esijoones pinnad proportsionaalsed.

b) Nähist koostavate rühmade võrdlus on tulpjoonise peaaesandeid, kus ta esineb otstarbekaima kujutusviisina.

Nähist koostavad rühmad kujutatakse igauks tulbana; nende võrdlev kõrgus annab silmapilke ülevaate iga rühma võrdlevast suurusest.

Selliste tulpooniste näiteks on joon. 4 ja 8. Joon. 8 jaotus on muutmatu aritmeetiline järjekord (1, 2, 3 jne. tuba). Töõndusharude rühmitus vastupidi on puht-fakultatiivne: kõik ettevõtted on jaotatud 15 rühma, aluseks võttes materjali saavutamisala looduses, ainete iseloomu jne. Muidugi oleks võinud selliseid rühmi olla vaid 5, või jälle 50, kuidas oleks soovitud. Antud rühmade arvu kohaselt näitab joonis 4 võrdlevat rühmade suurus (käesoleval juhul palga võrdlevat kõrgust).



Kerge on panna tähele, et seda liiki tulpoonise rühmitusel on järjestuse vabadus nagu nähistegi võrdlusel: tulbad võib asetada mistahes järjekorras: kas rühmade loogilises järjestises või kuidagi teisiti, näiteks, ülenevalt või alanevalt (nagu joon. 4).

Kui järjekord pole sisuliselt või loogiliselt väga seotud, on alanev või ülenev järjestis tihti kohaseim.

Alanev või ülenev järjestamine omab mõtet siis, kui võrdlevad vahed üksikute rühmade vahel on ebahütlased ja kaunis suured. Juhudel, kus rühmi vähe ja vahed pole suured, muutub tulpoonise valmistamise tulu küsitavaks. Neil puhkudel järjekorras kirjutatud nimetiste tabel, ühes vastavate arvudega, on teinekord peaaegu sama näitlik kui tulpoonis.

Joon. 6 1926. a. kohta käiv (parempoolne) osa, näiteks, omab tähtsust vasakpoolsete sõjaeelsete arvudega võrdlemisel. Ainult 1926. a. arvud üksi ja alajaotuseta (Britisse veetud kogus) vaevalt vääriksid joonist, sest peaaegu sama näitlik on järgmine tabel:

Eesti . . .	87
Läti . . .	101
Soome . . .	132
Rootsi . . .	151
N.-Vene . . .	270
Argentiina . . .	291
Austraalia . . .	377
Hollandi . . .	455
U. Meremaa . . .	593
Taani . . .	1 325

c) Nähise jaotumise näitamiseks ruumiliselt on samuti tulpjoonis kohaseim kujutusviis. Iga üksiku territooriumi kohta käiv arv näidatakse tulbana. Tulpade võrdlev pikkus näitab suuremaid ja väiksemaid arve (vt. joon. 7 või joon. 14, ükskõik milline osa).

Tulpjoonise ülesandeks on siin hõlbustada andmete meeldejäävust ja võimaldada kerget orienteerumist. Seepärast paigutatakse tulbad tavaliselt ülenevas või alanevas järjestises, kusjuures territooriumi nimetuse asukoht teiste hulgas peab andma soovitud tagajärje.

Juhtudel, kus territooriumide geograafiline või muu järjestis on küllalt tuttav, nagu käesoleval joonisel esinevate maakondade oma, on vastupidi, tulpade paigutusel parem tarvitada seda.

Tulpade rohkuse juures on vahel otstarbekas isegi tähestikuline järjekord otsimiste kergendamiseks.

Kui selline tulpjoonis esineb iseseisvalt või tahab teatud määral asendada tabelimaterjali, on soovitatav igale tulpale märkida arv, mida ta kujutab.

d) Nähise arengu kujutamine ajaliselt. Kestev nähis, mille kohta andmed kogutakse ajastute (aastate, kuude, nädalate jne.) kaupa, kujutatakse tulbastikuna. Iga tulp näitab nähise kogust vastaval ajastul.

Sellised on, näit., joon. 2, 5 ja 13.

Erandina muist tulpjooniseist on ajalisel tulpjoonisel tulpade järjekord juba ette kindel: need asetatakse vasakult paremale, liikudes varemast ajastust hilisema poole. Selles avaldub meie loomulik kujutelu aja liikumisest — positiivses suunas.

Olgugi et ajalist tulpjoonist tarvitatakse üsna sageli, eriti populaarseid sihte taotlevais jooniseis, on see põhimõtteliselt ebasobiv kujutusviis. Ajalise arengu parim kujutaja on kõver (vt. selle kohta tagapool ptk. 30 — „Kõver ja tulpjoonis“).

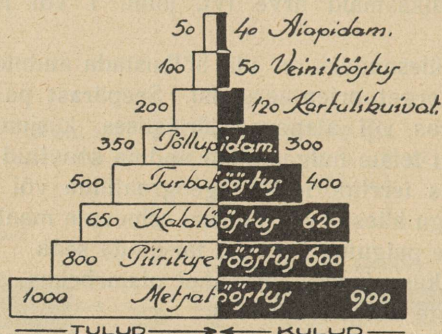
3. Tulpjoonise eriliigid.

Lihtsa tulpjoonise kõrval, mis ainult kõrvutab mingi nähisterea tulpadena, on tarvitusel enam komplitseeritud tulpjoonise vormid. Mainime neist tähtsamaid.

a) Tulbad jaotustega. Tulba pinda, mis joon. 2, 3 ja 5 jäetud valgeks või kaetud joontega kogu ulatusel, võib kasutada iga nähise sisemise jaotumise märkimiseks.

Sellisel joonestamisviisil on valmistatud joon. 8. Tulpade pikkus vastab iga liiki kuuluvate korterite üldarvule. Iga tulba sisemine jaotus aga on tehtud elanikkude arvu kohaselt kortereis. Võrrelda saab nii korterite arvu kui ka asustamistihedust igas eriliigis.

Iga alajaotus tehakse muidugi samas mõõdus, mis tulba üldpikkuski. Jaotused eraldatakse üksteisest sirgetega. Ainult kahe jaotuse puhul piisab neid lahutavast joonest. Kolme ja enam jaotuse



Joon. 9. Tulpjoonis kahe võistleva jaotusega. — ETK osakondade tulud ja kulud 1922. a. (tuh. mk.).

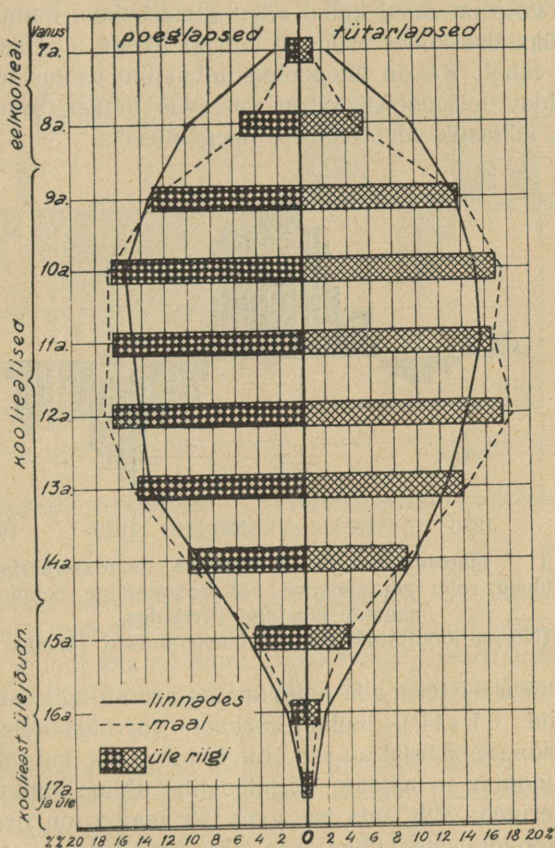
puhul aga kaetakse iga jaotuse pind erineva värvi või astendusega. (Näiteid erineva ja üleminekutega astenduse joonestamise üle vt. ptk. 21 ja 22.)

Ainult kahe jaotuse puhul, millest kumbki moodustab umbes poole nähisest, ja mis niiviisi teineteisega võistlevad ülekaalu pärast, nagu jaotus soo järgi, on otstarbekas paigutada tulbad teineteise peale trepina ja alusjooneta. Seejuures tulpade keskkohad asetatakse täpsalt samale joonele. Kui nüüd teha iga tulba sees jaotus, siis näitab selle jaotuse asukoht (vasakul või paremal õigest keskkohast) kohe, milline osa on selles tulbas ülekaalus. Joon. 9, kus tegemist sarnaste nähisetega (tulude ja kulude näitamine, kusjuures eesmärgiks on vähemalt tasakaal), on vahe jäetud just keskele ning seetõttu ei paista tulude ülekaal üksikute liikide järgi mitte nii selgelt.

b) Tulbastik mõlemal pool 0-joont on paigutatud joon. 10. Mõõt läheb suurenedes mõlemale poole 0-joont, mis ühiseks alusjooneks. Ühevanuste poeglaste ja tütarlaste tulpade paigutamine

kõrvuti lubab silmitseda mõlemaid koos. Tulbastiku otsade kontuuri iseloomulikkus on ülevaatlikum ja moodustab nagu mingi erilise polügooni.

Joon. 10. Tulbastik mõlemal pool 0-joont. —
Algkooliõpilaste vanuslik koostis 1922. a.

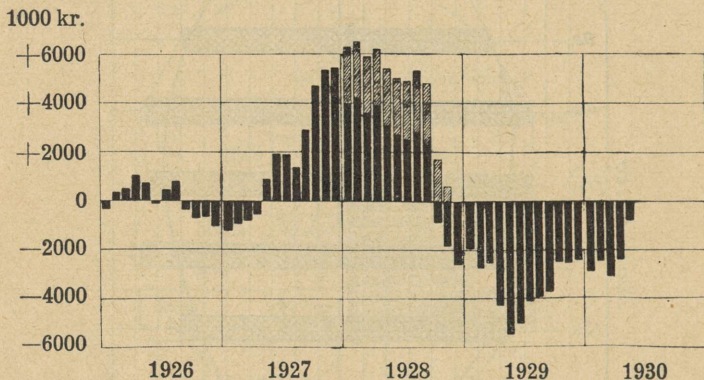


Tulbastikud mõlemal pool 0-joont näitavad üleriiklikku $\%$. Kõverad nende ligi — maakondade ja linnade õpilaste vanust $\%$ eraldi. Joonisest ilmneb selgesti, kuivõrt ligidane on sageduse tulpjoonis sageduskurvele, milliseks on joonisel esinevad neli kõverat linnade ja maakondade arvudega.

Veel otstarbekam on selline võte, näiteks, väliskaubanduse rühmade kaalu ja väärtuse võrdlemiseks. Ühel pool 0-joont asuvad tulbad

näitavad väliskaubanduse rühmade võrdlevat suurust kaalu järgi. Samade rühmade kohta on näidatud aga ka väärtus teise tulpade-
reaga teisel pool 0-joont. Selline joonis näitab kujukalt, kuidas mõned
kaalult suured rühmad oma suure, kuid odavama kogusega väärtuse
järgi võivad jääda üsna tagaplaanile (eriti kivid, maagid, süsi jne.).

Selline võtte on omal kohal väga otstarbekas, kuna ühine 0-joon
ja tulpade üksteise küljes asumine loovad tiheda loogilise sideme tul-
bastikkude vahel. Ka on ühepoolne tulbastiku asetus ja laad kerge-
mini võrreldav teisepoolsega: on vastavus umbes samasugune, siis
on ka teine tulbastik nagu esimese peegelduseks.



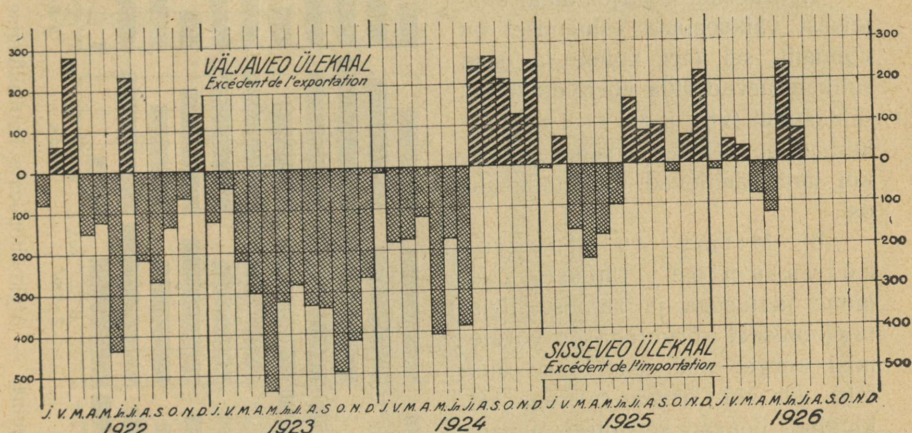
Joon. 11. Suurenemise ja vähenemise demonstreerimine. —
Liikveloleva raha suurenemine või kahanemine eelmise aasta
samade kuudega võrreldes.
(Nõrgaltjoonitatud osa — ühekroonised tähed.)

Tulpjooniste üksteise alla paigutamine asetab küll vastavad tulbad
kõrvuti, kuid üksiku tulba kõrgust võrrelda teise vastavaga
on siiski raske. Seepärast on see võtte kohane siis, kui tähtis on võrd-
lus vaid üldjoontes — näidata, et tulbastiku üldine kontuur üksteisele
vastab või erineb. Pilt, mis me joon. 10 saame, on oreliitorustikule
vastav: algkooliõpilaste tulbad (arv) tõusevad kõrgeimale keskkohas,
alanedes mõlema serva poole minnes, mille juures paistavad välja ise-
loomulikud muhud. Samalaadilisi andmeid väljendavad aga veel sel-
gemini kõverad (vt. samal joonisel andmeid linnade ja maakonde-
dade kohta).

c) Suurenemise ja ülekaalu näitamine. Alusjoont
võib tarvitada tagajärjekalt ka vahena suurenemise või ülekaalu
näitamiseks. Joon. 11 toob näite suurenemise ja vähenemise
demonstreerimise võttest. Liikveloleva raha koguväärtus on võrreldud
kuude järgi sama väärtusega eelmisel aastal (samal kuul). Alusjoon on

tasakaalujooneks, suurenemine märgitakse ülalpoolse, vähenemine — allpoolse tulbaga. Muidugi võiks suurenemisi ja vähenemisi arvutada ka suhteliselt eelmise kuuga samal aastal jne.

Kahe nähise omavahelise ülekaalu näitamiseks samal ajastul tarvitatakse sama võtet. Näiteks, väliskaubanduse passiivsus ja aktiivsus omab piltlikemat väljendust joon. 12 laadilises kujutises. Alusjoon



Joon. 12. Ülekaalu näitamine. — Väliskaubanduse passiivsus ja aktiivsus 1922–26 (kuude järgi).

on tasakaalujooneks. Kuudel, mil väljavedu oli ülekaalus, näitame selle ülekaalu võrdlevat suurust tulpadena ülalpool joont; sisseveo ülekaalu sama moodi allpool joont. Üleminekud passiivsuselt aktiivsusele ja vastupidi on näha selgelt ja tulbastiku tõus ning vajumine näitab kõikumuste ulatust.

Tavaliselt paigutatakse ülalpool joont nähis, mida loetakse paremaks või eelistatakse — positiivne ülekaal (käesoleval juhul väliskaubanduse aktiivsus).

4. Tulpjooniste kõrvutus.

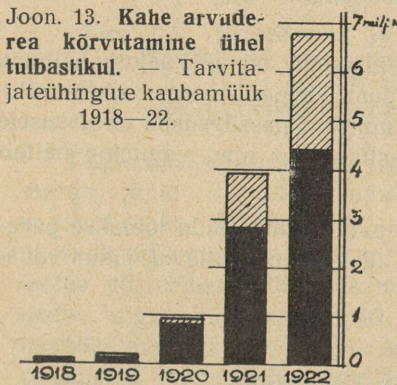
a) Arvuderidade võrdlus samal tulbastikul. Ühe arvuderea võrdlemiseks teisega võib kasutada ka ainult üht tulpaderida. Üks arvuderida kujutatakse tulpadena, teine asetatakse samade tulpada peale, eraldades värvusega. Tavaliselt joonestatakse tulbad valmis suuremate arvudega rea kohaselt, ja neile kantakse peale väiksema rea tulbad mustadena (vt. joon. 13). Võib muidugi joones-

tada ka enne väiksemate arvudega rea ja selle tulpadele anda juurde punkteeritud lisaosa suuremate arvudega rea kohaselt.

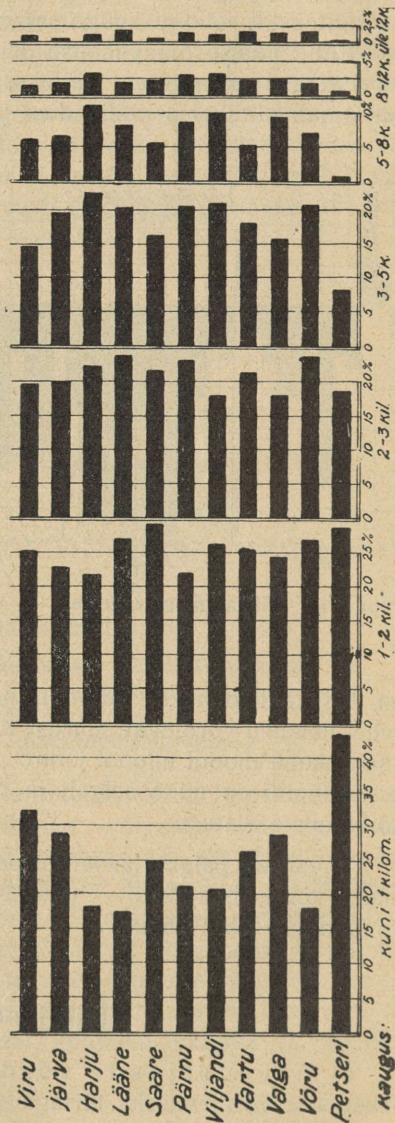
Ebajärjekindlate (kord suuremate, kord väiksemate arvudega) ridade võrdlusel tuleb teinekord tarvitada mõlemaid võtteid.

Arvuderidade järjekindlal üks teisest väiksemana esinemisel on võimalik sel teel kolme ja isegi rohkem arvuderida võrrelda samal tulbastikul (vrd. joon. 4). Loomulikud on sellised võrdlused siis, kui nad käsitlevad ühte kuuluvaid osi.

b) Mitme tulpjoonise kõrvutamine. Ühtlase alusjoone jaotusega ja samast liigist tulpjooniseid kõrvutada on võrdlemisi kerge; nad asetatakse üksteise alla või kõrvale (vt. joon. 14). Muidugi peavad seejuures tulpade laiused ja vahed olema ühtlased.



Tulbad näitavad kaubamüügi üldsummat, must osa — sellest liikmeile müüdud kaubad.



Joon. 14. Mitme tulpjoonise kõrvutamine. — Algkooliõpilaste koolitõukäimise kaugus maakondade järgi (ainult maakoolide õpilased).

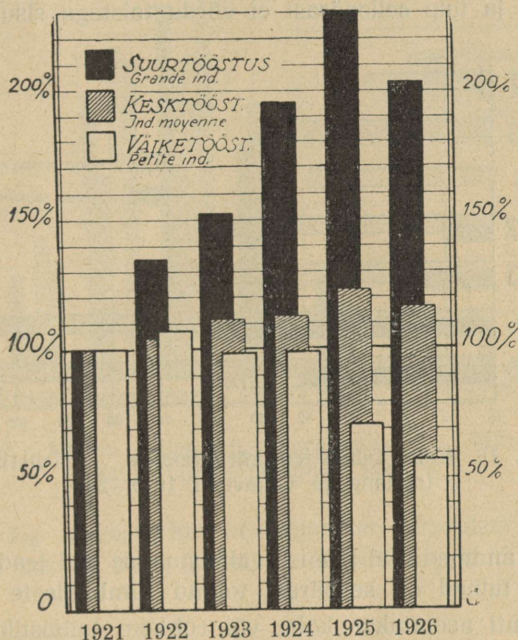
Ühtlaste mõõduühikute puhul tuleb muidugi võtta ka ühtlane mõõt kõigi kõrvutatavate tulpjooniste jaoks. Ebahühtlaste mõõduühikute puhul on soovitatav püüda anda neile ligikaudu õige vahetõde

(näit. kauba kaalu ja väärtuse võrdlemisel kaubakaalu jaoks võetud mõõt vastaku sama kaubakoguse väärtuse määrdle jne.).

c) Mitme tulbastiku kõrvutamisel on sihiks igale tulbale kohe kõrvale asetada teisi vastavaid tulpi, nii et võrrelda saaks iga üksikut tulpa sellele vastavatega.

Seda saab teha mitme võttega.

Lihtsaim neist on see, kui üks tulbastik kujutatakse mustana,



Joon. 15. Kolme tulbastiku kõrvutamine. —
Ettevõtete arv suur-, kesk- ja väiketööstuses
1921—26.

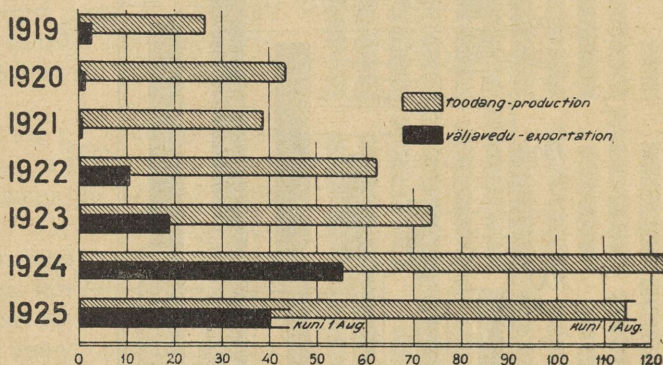
teine valgena, või üks mustana, teine joonitatuna (vt. püsttulpoonist joon. 15 ja rõhttulpoonist joon. 16).

Joon. 15 võrreldakse kolme iseseisvat suurust — kolme liiki ettevõtete arvu — aastate järgi. Ruumi kokkuhoiu mõttes on tulbad lükatud osaliselt üksteise peale, kuid muidugi võiksid nad seista ka lihtsalt üksteise kõrval.

Tulbastikkude kõrvutamine on kohane sellistel juhtudel, kui tege- mist on iseseisvate nähistega. Selt seisukohalt on joon. 16 teostatud

kõrvutus ebakohane. See joonis on korduva sisuga: joonitatud tulbad näitavad tööduses toodetud kaupade kogust, mustad — väljavedu sama aja kestel. Kuna väljavedu võis toimuda ainult toodetud koguseist, kordavad mustad tulbad osa sellest, mis näitavad joonitatud tulbad. Sel puhul oleks õigem tarvitada olnud vaid ühte (joonitatud) tulbastikku, väljaveetud osa paigutades samadele tulpadele musta osana, nagu joon. 13.

Joon. 16 näeme ühtlasi võtet juhuks, kui mõne tulba kohta arvud pole lõplikud ja tulp sellepärast ei võrdu teistega sisuliselt. 1925. a.



Joon. 16. Kahe tulbastiku kõrvutamine. — Tuletikkude toodang ja väljavedu 1919—25.

kohta käivad andmed olid joonise valmistamise ajal teada vaid 1. aug. Sellekohased tulbad on seepärast tehtud sümboolsete pikendustega.

Kui kõrvuti asetatakse kolm või rohkem tulbastikku, võib neid kujutada kas igaüht eri värvusega või erineva joonitusega.

Mida suuremaks paisub võrdluseks võetavate tulbastikkude arv, seda väiksemaks jääb võimalus saada üldpilti iga üksiku tulbastiku käigust.

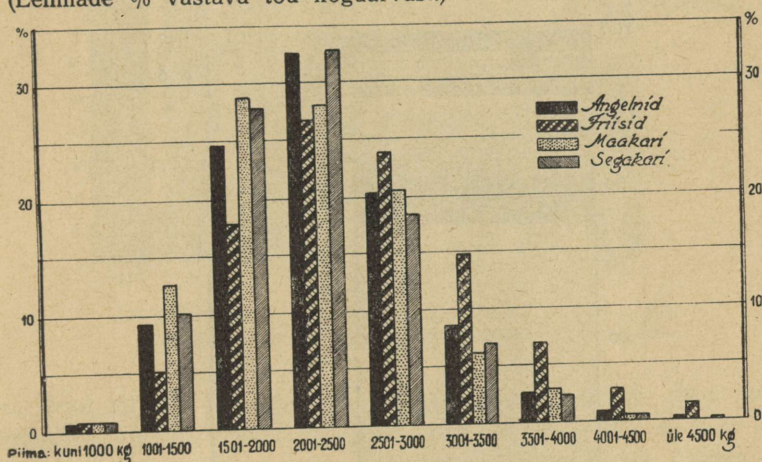
Selline tulpjoonis omab uut iseloomu, kujunedes nagu terveks reaks üksikuiks tulpjooniseiks.

Et seda iseloomu veel rohkem rõhutada, asetatakse sageli iga üksik tulp ühes temale vastavatega koondatult ja vahedeta rühmana. Vahed tehakse vaid iga üksiku rühma vahel. Joon. 17 kuulub sellesse tüüpi. Kolme lehmatoõ ja segakarja lehmade piimaand on näidatud aastase piimakoguse rühmade järgi (vahemikud à 500 kg). Tulpade kõrgus vastab sellesse rühma kuuluvate lehmade protsendile tõu koguarvust. Friiside suur ülekaal kõrgema piimaanniga lehmade hulgas,

maakarja ja angelnide kuuluvus madalamaisse rühmisse paistavad selgelt.

Selline tuljjoonis on eriti soovitatav siis, kui reast üksikuist andmeist (näit. üksikute aastate kohta) tuletatud üldine keskmine. Tulp-

(Lehmade % vastava tõu koguarvust.)



Joon. 17. Mitme tulbastiku kõrvutamine. — Mitmesuguste lehmätõugude piimaand 1925. a.

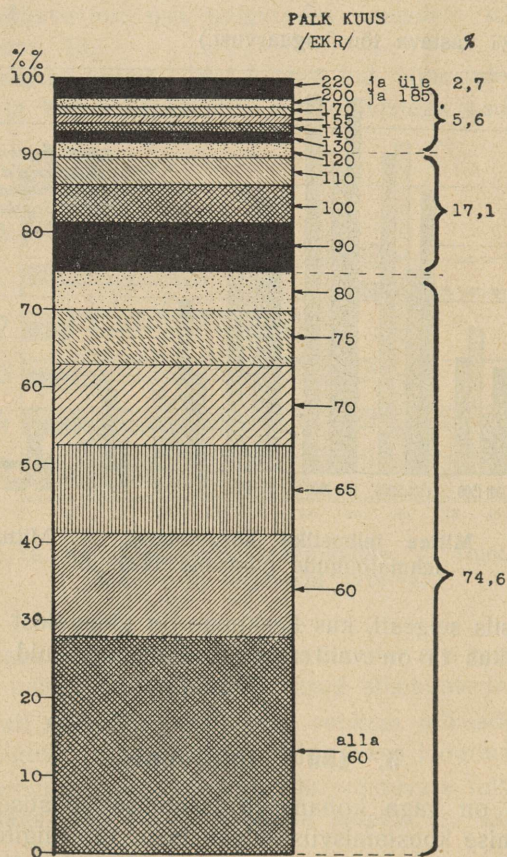
joonis näitab siis selgesti, kus keskmine on tõepoolest tegelikus elus kujunenud ja kus ta on vaid arvutuse tulemus, kuid suurte kõikumustega.

5. 100% tuljjoonis.

Tuljjoonis on väga kohane protsendilise koostise näitamiseks. Sellise tuljjoonise koostamisviis selgub joon. 18. Riigiteenijate koguarv on võetud 100%. Tulp on arvatud võrdseks 100%-ga (mõõt vasakul). Selle jaotuse kohaselt on märgitud üksikute jaotustena palgarühmad, alates madalaimast rühmast. Rühmade palgaaste on näidatud paremal (nooltega, kuna ülemiste rühmade väiksuse tõttu seda iga rühma jaotusse märkida raske). Rühmade liiga suure arvu tõttu, mis astenduse eraldumist oleks võinud tumestada, on tehtud veel täiendav rühmitus (näidatud paremal sulgudega) ainult nelja rühma. Iga suurema rühma esimene alarühm algab uuesti musta värvusega.

Tänu sellisele jaotusele joonis on korruga selgesti ülevaadatav, võimaldab aga ka üksikasjadesse süvenemist.

Mitme arvuderea % koostise kõrvutusel tehakse kõik tulbad ühekõrgused ja ühisel alusjoonel. Sisemine jaotus võimaldab siis võrrelda iga üksikut tulpa teistega. Selline võrdlus on teostatud joon. 19 meie

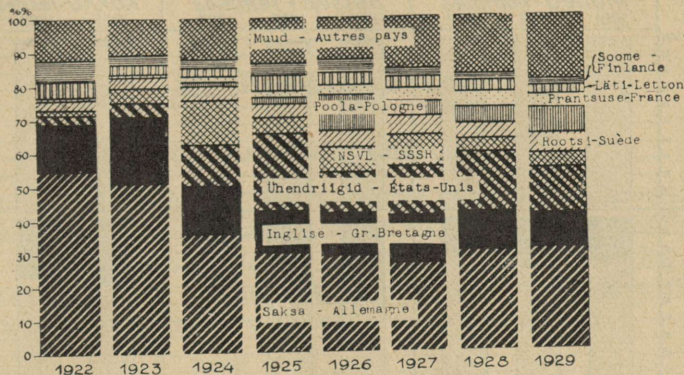


Joon. 18 100% tulpjoonis. — Riigiteenijate koostis palga järgi % %.

sisseveo analüüsi puhul. Iga aasta sisseveo üldsumma on arvatud 100% ja kujutatud ühepikkuse tulbana, vaatamata sellele, et need summad on suuruselt väga erinevad. Liigitades sisseveomaid ühtlases järjestises (Saksa, kui suurim, kõige all jne.) saame joonise, kust peegelduvad maade osatähtsuse muutused silmapilkselt.

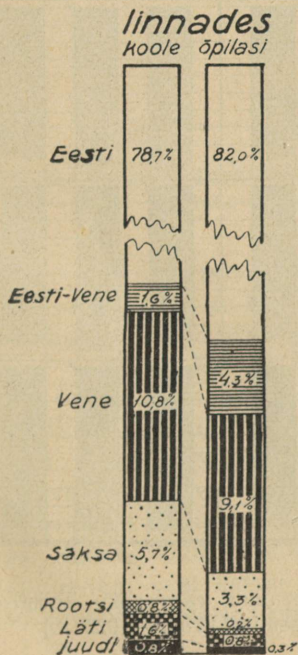
Joon. 21 näitab üht sellist kõrvutust suurema arvmaterjali kohta.

Järvamaa rahvastiku perekonnaseis kolmel rahvalugemisel (1881, 1897 ja 1922) on näidatud tulpadena, eraldi 6 vanusrühma järgi. Valla-



Joon. 19. 100% tulbastiku võrdlus ajas. — Sisseveo-
maade koostis Eesti väliskaubanduses 1922—29.

liste arvu järjekindel suurenemine kõigis vanusrühmis ühes vastava abieluliste vähenemisega on joonisest selgesti näha, samuti teised toimunud muutused iga rühma kohta eraldi.

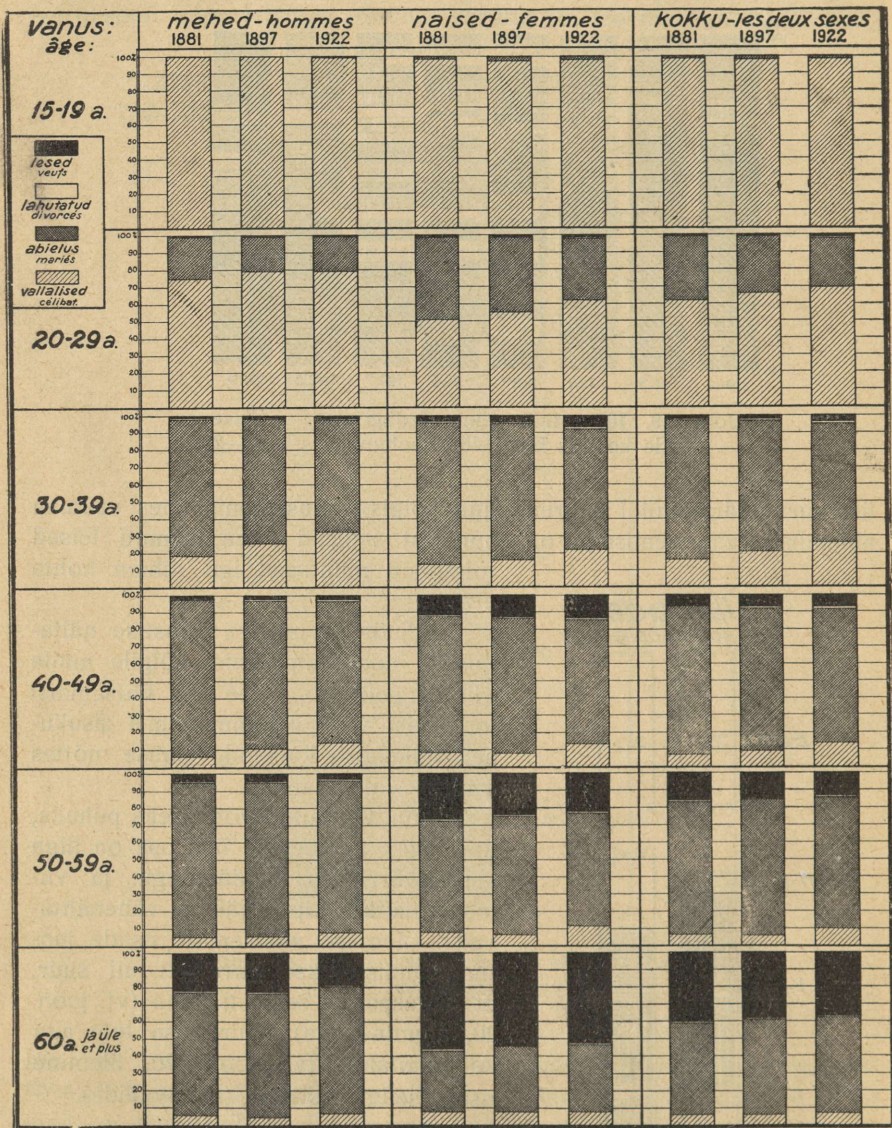


Paljude arvude % koostise näitamiseks tuleb tulpjoonist kõigile muile viisele eelistada. See on lihtsamaist jooniseist võib-olla ainus, mis sisukuselt teinekord ka analüüsimise mõttes väärib valmistamist.

Joon. 20 näitab võtet seks puhuks, kui 100% tulpjoonise üks osa on liiga suur, võrreldes ülejäänutega, ja viimaste jaotus kipub jääma vähenähtavaks. Joonise väiksemate osade jaotus valmistatakse parajasti nii suur, et jaotused on selgesti näha (vt. joon. 20, alumine osa), suure osa tulp aga katkestatakse (vt. joon. 20, ülemine osa), seda vastavalt sümbolides.

Joon. 20. Varju jääma kippuvate jaotuste näitamine tulpjoonisel. — Linnakoolide ja õpilaste jaotus õppekeele järgi.

Sama võtet tuleb tarvitada ka muude tulpjooniste liikide juures, kui ühe tulba hiiglaulatuse juures teised jääksid liiga väikeseks. Liiga



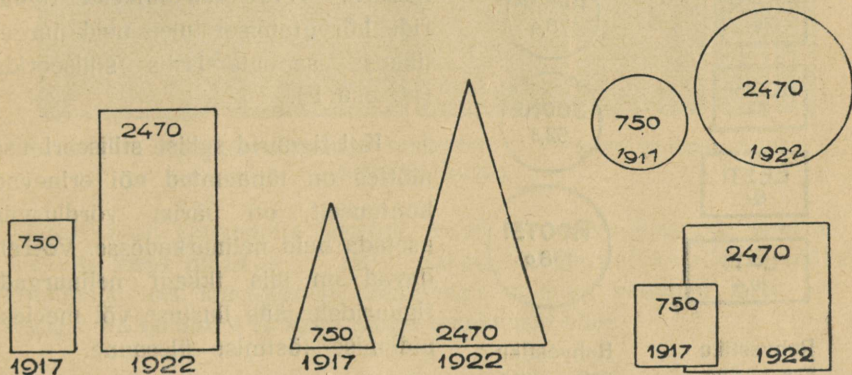
Joon. 21. 100% tulpjooniste kõrvutus. — Järvamaa rahvastiku koostise võrdlus perekonnaseisu järgi kolmel rahvalugemisel (1881.—1922. a.).

suur tulp kas katkestatakse, või murtakse täisnurgi, asetades ülejäänud osa joonise serva mööda. On juhte, kus hiiglapikk tulp murtakse mitu korda ja ta käib edasi-tagasi mööda joonise tühjemat osa.

II. Pindjoonised.

6. Kujutiste kõrvutus.

Kujutiste kõrvutusel on sihiks näidata mingi nähise arvulist suurst, võrreldes teiste samalaadiliste nähistega. Tavaliselt kasutatakse selleks lihtsamaid geomeetrilisi kujutisi — ruutu, nelinurka, ringi, kolmnurka jne. Kuid võib leida ka kõiksuguseid muid kõrvutusi üksikõik millise populaarsete arvjooniste demonstreerimisega.



Joon. 22. Geomeetrilised kujutised võrdluseks. — Tarvitajateühingute keskmine liikmete arv 1917. ja 1922. a.

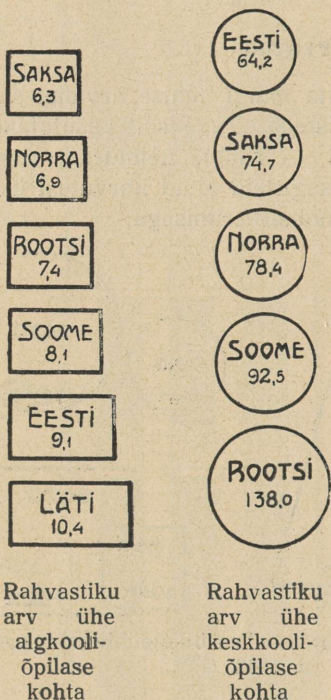
Joon. 22 on võrreldud mitmel viisil tarvitajateühingute keskmist liikmetearvu 1917. ja 1922. a. Need arvud on 750 ja 2470.

Kõigi nelja väiksema kujutise (nelinurga, kolmnurga jne.) pind on võetud võrdsena 750 ja suurema kujutise pind 2470 — ligi kolm korda (3,3) suuremana.

Rõhutada tuleb, et kujutiste võrdlusaluseks on nimelt pind, mitte kõrgus. Selles eksitakse tihti, tehes jooniseid, kus kujutised võistleavad vaid kõrguses. Nelinurkade kasutamisel ei tee see veel suurt viga, sest sellest kujuneb siis tulpjoonis, olgugi asjatult laiade tulpa-dega. Kolmnurkade võrdlus ainult kõrguse järgi aga loob juba pette-pildi. Ja kui veel samal põhimõttel võrreldavate ringide joonestamisel proportsionaalsus rajatakse raadiusele või läbimõõdule, on tule-

museks päris valepilt, kus üks ring on silmanähtavalt teisega vales vahekorras.

Teatavasti on ringi pind võrdne πr^2 ja pinna õige vahekorra arvutamisel tuleb võtta aluseks, et ringid suhtuvad nagu nende raadiuste ruudud (r^2).



Joon. 23. Nelinurkade ja ringide kõrvutamise. — Rahvastiku arv ühe kooliõpilase kohta Eestis ja välisriiges 1922. a.

Ülevaatlikkuse mõttes on kujutisist parimad ruut ja nelinurk. Sellele järgneb ring, mille ülevaatlikkus väiksem. Kolmnurgad, mitmenurksed ja ebareeglipäraste kontuuridega pinnad on võrdluseks vähem kohased.

Proportsionaalsete kujundite lihtsa kõrvutuse puhul on muidugi ükskõik, kus ja kuidas nad on paigutatud — kõrvuti, üksteise all, diagonaalina või päris segi. Siiski on säärane joonis selgem, kus võr-

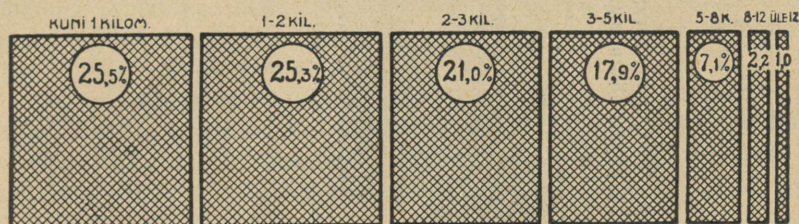
Huvi tõstmiseks lihtsad geomeetriselised kujutised muudetakse sageli joonistisiks või koguni pildeks (vt. osa F: „Joonistised ja pildid jooniseis.“). Selliste võtete tarvitamisel on soovitatav kasutada ainult kindlate kontuuridega, võimalikult nurgelisi figuure. Terve rea väikeste figuride kõrvutamisel tuleb neid nurgelikkuse saavutamiseks stiliseerida (vt. osa F).

Kui figuurid sellise stiliseerimise mõttes on tänamatud või erinevad kontuurelt, on parim võrdlusviis asetada neid nelinurkadesse. Võrreldavad on siis ikkagi nelinurgad, figuridele jääb ilustuse või meelepidamise tõstmise ülesanne.

Sama sihiga võib tarvitada terveid pilte, maastikke jne., kui on tegemist joonise populaarse esitamisega. Kindlad väliskontuurid, tavaliselt nelinurgad, annavad sisu, selle meelepärasemaks ja pilkupeatavaks täienduseks on joonistised.

reldavad suurused asuvad reas üksteise kõrval, nii et nende alumised (või vasakud) servad on ühekõrgusel. Ringid asetatakse üksteise kõrvale või kohale, keskmel ühel joonel (vt. joon. 23). On tarvitatud ka nelinurkade asetamist üksteise sisse, lükates kokku ühe nurga (alumise vasaku) poole. Samuti on ringe asetatud üksteise sisse, lükates neid kokku (alumise serva poole).

Joon. 24 esitab ebatavalise näite, kus võrdse kõrgusega nelinurgad paigutatud rõhtsalt üksteise kõrvale. Eristavaks teguriks on nelinurkade laius, mis näitab algkooliõpilaste kooliskäimise kaugust. Sisuliselt see on pigemini rõhttulpjoonis % jaotusega, mis osad üks-



Joon. 24. Kauguse näitamine suhteliselt. — Alpkooliõpilaste kooliskäimise kaugus.

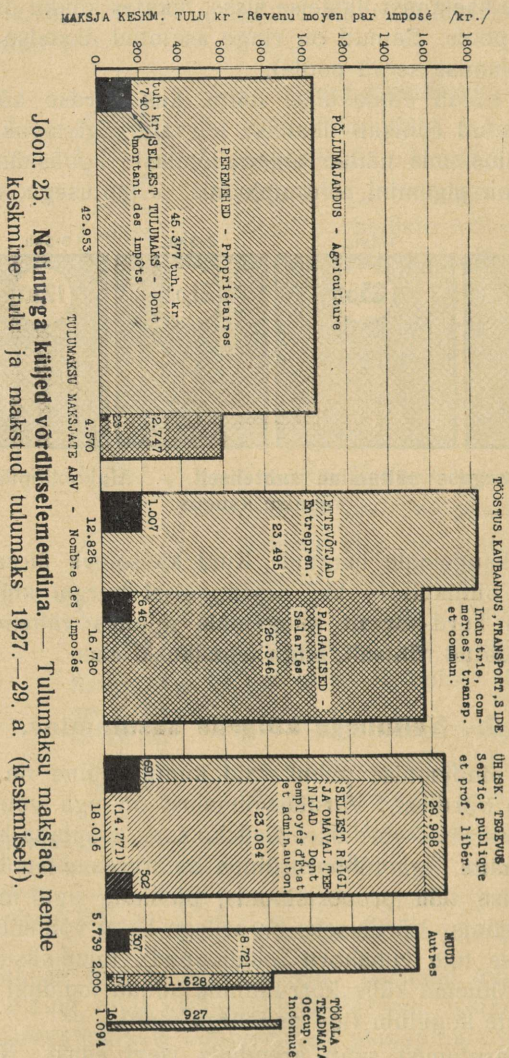
teisest ainult kaugemale lükatud. Kuid käesoleva ülesande sooritab see viis väga piltlikult — kui vasakpoolsel nurgal kujutleme endile koolimaja, siis kord-korralt kaugemale minnes väheneb laste arv. Kaugus on näidatud rõhtsalt, nagu tegelikuski elus.

7. Nelinurga külgede kasutamine.

Tavaliselt pindjoonise puhul vaid kujutise pind on see element, mis võimaldab võrdlust. Võrdlusvõimalusi on aga võimalik suurendada, eriti nelinurkade võrdlusel. Selleks saab kasutada külgi. Joon. 25 esitab sellise näite. Iga tööharrühma nelinurga püstkülg on võetud maksja keskmise tulu proportsioonis, põikkülg aga maksumaksjate arvu proportsioonis. Võrdluseks on sellega kolm võimalust iga rühma kohta: keskmise tulu vahakord (püstjooned), tulumaksumaksjate arv (põikjooned). Mõlema külje korrutamine annab muidugi pinnana iga rühmas maksjate kogutulu (iga nelinurga pind).

Külgede kasutamist saab arendada isegi edasi. Näiteks, palga suuruse, selle koostise ja tarvitamise kujutamiseks tööharrude järgi võib nelinurka kasutada järgmiselt. Ühe püstküljega kujutame tunnitasu, põikküljega tööpäeva pikkust. Nende korrutamine annab pinnana päevase koguteenistuse. Teise püstkülje aga jaotame põikjoontega

tarvitamisrühmade järgi (toitlus, näit., 60%, korter 15% jne.). Kui nüüd sellised nelinurgad on valmistatud eraldi iga tööndusharu kohta,



Joon 25. Nelinurga kütted võrduselemendina. — Tulumaksu maksjad, nende keskmine tulu ja makstud tulumaks 1927.—29. a. (keskmiselt).

sis on võimalik kohe näha, kui palju igas harus teenitakse ja mis saadakse tunnis. Teise püstkülje jaotus näitab jälle kohe, kui suur osa palgast läheb üksikute tarvitusalade rahuldamiseks.

8. Kahemõõtmeline koostisruut.

Nelinurga mõlema külje kasutamine proportsionaalselt vastavaile arvudele annab tulemusena ka pinnana kolmanda elemendi — kogu- arvu. Joonestusvõtete edasine areng võtab kasutamisele saadud pinna enese ja püüab näidata, millest see pind koostub. Tekib kahemõõtmeline joonis, mis tavaliselt valmistatakse protsentides ja ülevaatlikkuse mõttēs ruuduna.

Kahemõõtmelisel koostisruudul tehakse üht külge pidi esimene jaotus — tähtsamate rühmade järgi.

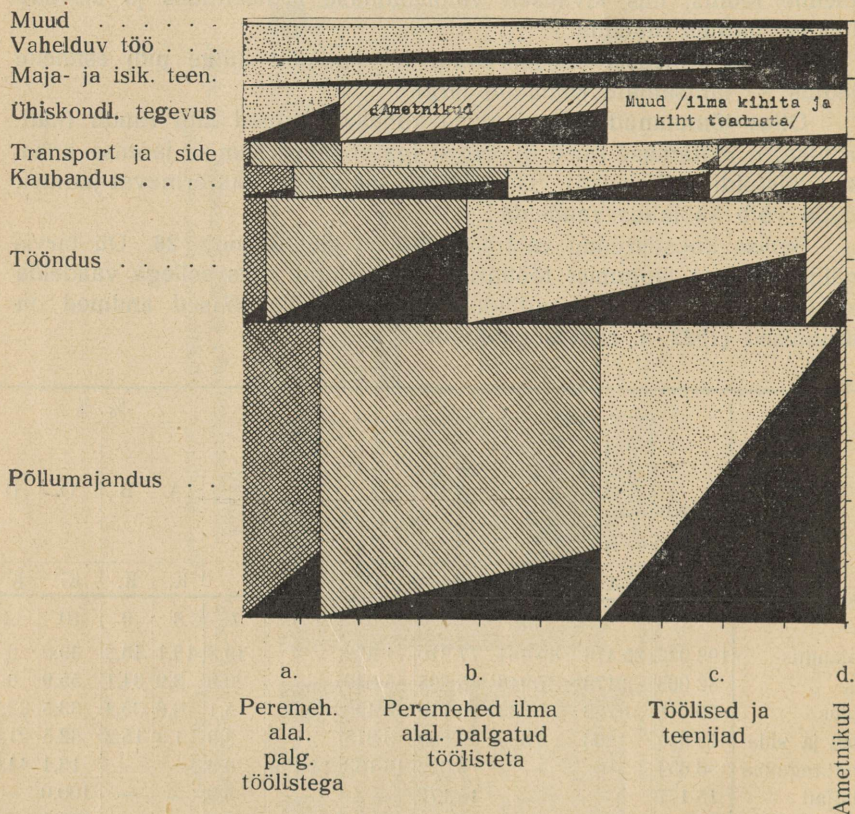
Olles tõmmanud selle jaotuse kohaselt jooned läbi ruudu (näit. rõhtsalt), jaotatakse need omakord iga rühma sisemise jaotuse kohaselt teistpidi (näit. püsti). Tulemusena saadakse kaks erinevat jaotust, mida võib ka lahus vaadelda.

Sellise koostisruudu valmimist võime jälgida joon. 26. Oli tarvis näidata rahva jaotumist tööharude järgi, kuid ühes sellega vaadelda ka igas tööharus ühiskondlikku kihilistust. Sellekohased andmed on järgmised (1922. a. rahvalugemine):

	Kokku						% %					
		Peremehed alal. palgal. töölised	Peremehed alal. palg. töölised	Töölised ja teenijad	Ametnikud	Muid	Kokku	A	B	C	D	E
								K.	K.	K.	K.	K.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Põllumajandus	193 922	25 476	89 664	77 310	1 472	—	49,3	13,1	46,2	39,0	0,8	—
Töõndus	82 068	3 178	27 946	45 895	5 049	—	20,9	3,9	34,1	55,9	6,1	—
Kaubandus	20 018	1 723	7 093	6 712	4 490	—	5,1	8,6	35,4	33,5	22,5	—
Transport ja side	15 315	203	2 329	9 568	3 215	—	3,9	1,3	15,2	62,5	21,0	—
Ühiskondl. tegevus	36 654	—	—	6 022	16 133	14 499	9,3	—	—	16,4	44,0	39,6
Majateenijad	15 177	—	—	15 177	—	—	3,9	—	—	100,0	—	—
Vahelduv tööala	24 202	—	—	24 202	—	—	6,2	—	—	100,0	—	—
Muid	5 607	—	—	—	—	5 607	1,4	—	—	—	—	100
K o k k u	392 963	30 580	127 032	184 886	30 359	20 106	100,0	—	—	—	—	—

Arvutame need andmed protsentideks. Üks % rida, kus 100% üldsumma (tööharurühmade võrdlev osatähtsus, vt. lahter 7), ja siis iga tööharurühma arvu 100% võttes, nende sisemine jaotus (vt. lahterid 8—12).

Joonestanud ruudu, jaotame selle vasaku püstkülje tööharu-
rühmade % vahekorra alusel ja tõmbame vahed rõhtsirgetega läbi
kogu ruudu teise püstküljeni (vt. joon. 26). Sellega oieme saavutanud
rõhttulpoonise. Nüüd aga jaotame iga rühma püstsirgetega eraldi ka
vertikaalselt, ühiskondlikkude kihituste (vt. % tabelit lk. 37) kohaselt



Joon. 26. **Kahemõõtmeline koostisruut.** — Rahvastiku koostis tööharude ja ühikondliku kihituse järgi (1922. a.). (Mustendatud osa igas ruudus näitab naiste arvu.)

(näit. põllumajanduse esimesele jaotusele — peremehed palgalise töö-
jõuga — 13,1% anname ka esimese jaotuse vasakus osas vastava
osa ruumi jne.).

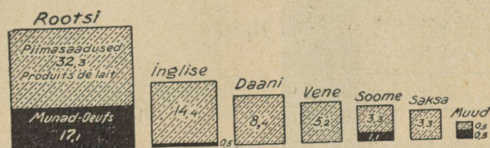
Kui kõik jaotused joonisele kantud, tuleb üksikud osad värvide või
astendusega katta ja kahemõõtmeline koostisruut ongi valmis. Pea-

jaotuse pealkirjad tuleb asetada joonise kõrvale, pärastise omad — vastavasse kohta joonisele (käesolevalt joonise all ja osalt sees).

Soovi korral saab sellel koostisruudul näidata veel kolmandat jaotust. Näit., joon. 26 on iga alajaotus veel jaotatud kaheks — meeste ja naiste arvu kohaselt. Seda on kõige parem teha nii, et jaotatakse vastavad nelinurgad diagonaaliga (muidugi käivad sellised diagonaalid proportsionaalselt vahekorrale ja mitte lihtsalt nurgast nurka).

Sellisel teel tuletatud koostisruudu üksikute osade pind on omavahel täiesti proportsionaalne, nii et neid osi võib lugeda % asemel ka absoluutarve näitavaks. Soovi korral võib ka mõõt olla antud kas absoluutarvudes või %/0.

Juhtudel, kui üks jaotusist — kas pea- või täiendav — on liiga väikeste arvudega, mida raske näidata (alla 1—2%), võib ruudu ase-



Joon. 27. Koostisruutude kõrvutus. —
1922. a. väljavedu maade järgi.

mel tarvitada nelinurka. Liiga väikeste arvudega jaotuse külge pikendatakse sedavõrt, et jaotused tulevad selgesti nähtavale; teise jaotuse mõõt võib aga olla väiksem. Sel teel kujuneb nelinurk, mis on ühele poole pikem või kõrgem. See on midagi 100% tulpoonise sarnast, mille jaotused alajaotatud teistpidi. Sellist joonist on otstarbekam valmistada otseteed absoluutarvudest, lisandades mõõtu.

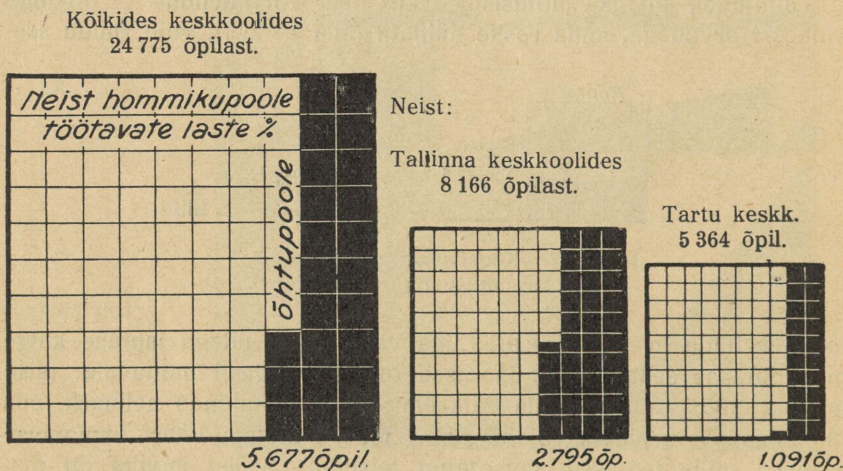
Koostisruute võib terve rea kõrvutada, mille juures iga ruut tehakse proportsionaalselt selle arvule, sisemine jaotus aga alajaotustele vastavalt (vt. joon. 27). Sellise kõrvutuse juures on soovitatav väiksemad üksikasjad ära jätta, et vaatlust mitte raskendada, pealegi sellepärast, et enamasti mitme ruudu kõrvutamisel ruum kipub jääma kitsaks (nagu joon. 26 ülemised read).

9. 100% koostisruut.

Kahemõõtmeline koostisruut on otstarbekas tarvitamiseks seal, kus näitlikkuse mõttes mõlemaid jaotuse tegureid peetakse tähtsamaks kui tulemust ennast — pinnana. Juhtudel, kus lihtsalt tahtakse näidata suhtelist jaotust ruutpinnana, sobib sellest lihtsam 100% koostisruut.

Ruut jaotatakse ristjoontega 100 ossa — väikesesse ruutu (ruudu sisse tõmmatakse 9 püst- ja 9 rõhtjoont, rööbiti välisjoontega ja ühekaugusel üksteisest). Vaadeldavate arvude vahekord võetakse vaid üheprotsendilise jaotuse kohaselt ja märgitakse vastava arvu väikeste ruutude värvimise või astendusega. Ruudud võetakse järjekorras vasakult paremale.

Selline on joonis 28. Hommikupoolikul koolis käivate laste % Tallinnas oli 65,4%. Vastavalt sellele ongi sajast väikesest ruudust 65 ruutu ja vähem kui pool — $\frac{4}{10}$ — kuuekümmne kuuenda ruudu pinnast jäetud valgeks. Ülejäänud 34,6 ruutu on õhtupoolikul õppivate õpilaste arvu kohaselt mustad.



Joon 28. 100% koostisruut. — Keskkooliõpilaste õpiaeg 1922/23. a.

Muidugi võib astenduse või värvidega saada 5—10 alajaotust. Varesitatud näide — rahva jaotus tööharude järgi — võiks siin leida kujutamist iga rühma üldarvu näitamisega.

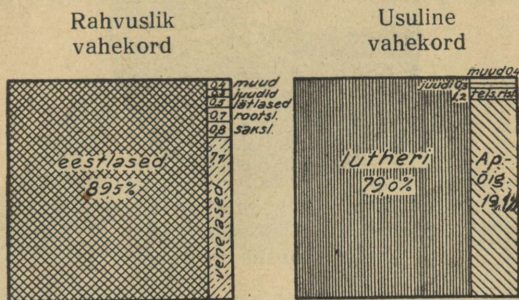
100% koostisruudul puudub see äärmine lihtsus, mis oli 100% tulpjoonisel; ta pole nii populaarselt arusaadav kui 100% ringjoonis. Teiselt poolt, ta pole nii sisukas kui kahemõõtmeline koostisruut. Tal on siiski kaks head omadust. Esiteks, ta on ilma mingi mõõduta äärmiselt hõlpsasti loetav: peaaegu silmapilkselt näeb, mitu % ühte või teise jaotusse kuulub, pealegi täpsamalt kui ühegi teise joonise puhul. Teiseks, ta on väga kohane kõrvutamiseks teiste samasuguste koostisruutudega.

Joon. 28, näiteks, on kõrvutatud kolm ruutu — Tallinna, Tartu ja muud. Ruutude arv võib aga olla palju suurem. Ja kui igaüks

neist on ise tehtud proportsionaalsena arvuga, millist ta esitab, siis on proportsionaalsed ka kõik väikesed ruudud.

Sellepärast on selline koostisruut tihti kasutatav seal, kus tahtakse võrrelda paljude erinevate arvude koostisi, eriti, näit. kartodiagrammides.

Jaotustega 100% koostisruudu kõrval esineb mõnikord ka jaotusteta % koostisruut (vt. joon. 29). Seda on otstarbekas tarvitada seal,



Joon. 29. Jaotusteta 100% koostisruut. — Õpilaste rahvus ja usk 1922. a.

kus enamik %/0 on liiga väikesed — alla 1%. Nende vähegi silmapaistvaks näitamiseks oleks 100% alajaotused takistavaiks. Sel puhul on soovitatav vastavad %/0 märkida otse jaotuste peal (nagu joon. 29), sest muidu on neid raske määratella.

III. Ringjoonised.

10. Ring koostise kujutamiseks.

Ringi peetakse geomeetrilist kujutisist populaarseimaks. Reklaamitehnikud leiavad, et ringikujuline arvjoonis peaaegu alati kütkestab tähelepanu, igatahes aga rohkemal määral kui teised kujutised.

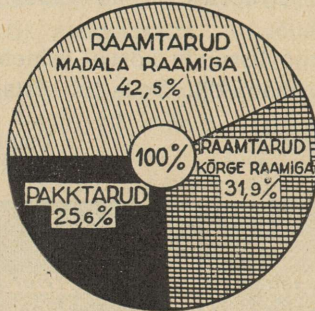
Ka ideeliselt on ringil teatav hea omadus: oma suletusega sümboliseerib ta mingit ühikut kui tervikut. Seetõttu on ring laialist tarvist leidnud arvjooniste seas tervikukoostise kujutamiseks.

Sellise joonise valmistamist näeme joon. 30.

Kogu mesilais asuvate tarude arv on võetud võrdsena ringiga, mida veel eriliselt rõhutab ringi keskele asetatud 100%. Ring ise on jaotatud kolmeks ringilõiguks (segmentiks), mille pikkus proportsionaalne taruliikide protsendiga koguarvust. Iga kaare otsast on tõm-

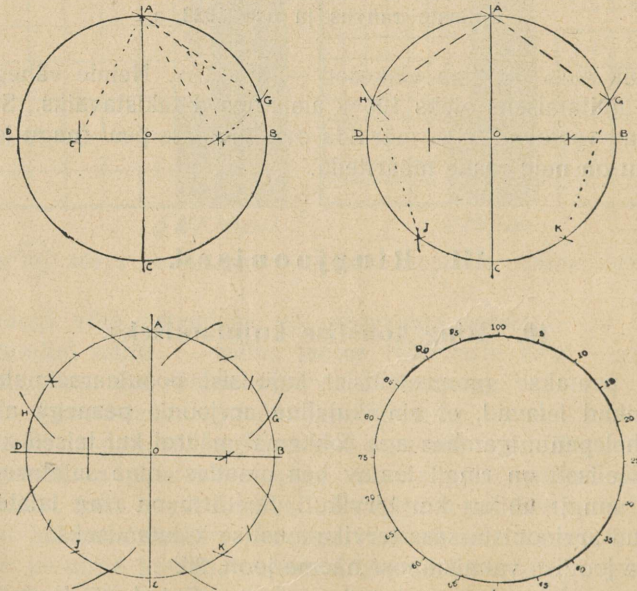
matud raadiused ringi keskmesse. Iga lõik ja kaks selle otstest keskele suunduvat raadiust moodustavad omaette sektori.

Muidugi on kujutavaks osaks vaid ringilõik (näiteks, raamtarude



Joon. 30. Ring koostise kujutamiseks. — Mesilate tarustiku koostis %/0.

lõik vastab 42,5% kogu ringi pikkusest), ja kui polekski olnud raadiusi, näitaks lõikude jaotus ometi sama pilti.

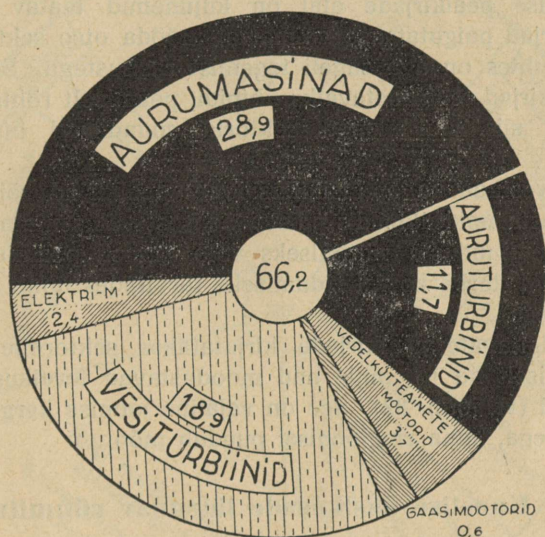


Joon. 31. Praktilised võtted ringi jaotamiseks %/0.

Et aga ühes lõigu vähenemisega väheneb ka raadiustevaheline pind, võib lugeda ka sektori pinda võrdlemiselemendiks.

Tegelikult ongi nii, et ringjoonise vaatlemisel silm esimesena saab mulje just sektorite pinnast, kuna ringilõigu vaatlus jääb tagaplaanile. Sellest ongi tingitud sektorite värvimine või astendus.

Tavaliselt koostatakse ringjoonised % alusel, võttes ringi 100%. Et aga ringi jaotus kraadidesse (360°) ei vasta protsendisüsteemile (100%), siis tuleb transportiiri kasutades teha jaotused arvestuse kohaselt: iga $3,6^\circ$ -le vastab 1%. See jaotamisviis on mõnikord seotud raskustega (eriti suure või jällegi päris väikese ringi puhul).



Joon. 32. Ringjoonis absoluutarvudes. — Jõu-tarvitus töönduses 1924. a.

Selliste raskuste vältimiseks anname järgnevalt lihtsa viisi, kuidas ringi % jaotada. Seda illustreerib joon. 31.

Ringi diameetril DB jaotada pooleks raadius DO (punkt E ringil 1). Võttes sirklile pikkuse EA, kanname selle joonele OB (punktis F). Punktist A tõmbame kõõlu AG, võrdsena joonega AF. Samal määral märgime punktist A alates punktid G, H, K ja J (vt. joon. 31, ülemine parempoolne ring). Sama pikkusega sirkli märgime nelil punkti BCD (vt. alum. vasakpoolne ring). Saadud 20 punkti annavad ringi jaotuse $\approx 5\%$ (vt. alum. paremp. ring). Väiksemate alajaotuste määritlemine pole enam raske.

Ring on üks neist väheseist jooniseist, millele tavaliselt ei lisandata mõõtu. On ju ringjoone üldine sisaldus — 360° — alati muutu-matu ja ühe ringi % jaotuse nurgad vastavad alati ka teise omile.

Juhtudel, kui ringjoonises tahetakse näidata vaid absoluutarve, tuleb teha üks kahest. Kui on käepärast ka vastavad protsendid, on kergem lõigud mõõta % järgi, nagu ülalpool. Puuduvad nad, või sobivad absoluutarvud 360^o hästi, võib mõõtmist teha otse absoluutarvudes. Joon. 32 kujutab jõutarvitust töönduses jõumasinaliikide ja tööndusharude järgi. Jõutarvituse kogusumma 66,2 tuh. hobujõudu suhtub 360^o nagu $11/60$, ehk 1,1 tuh. hobujõudu võrdub 6^o. Selle võrduse alusel on kerge märkida ringilõike absoluutarvudes (vt. joon. 32).

Ringjoonise pealkirjade alal on kujunenud teatav traditsioon: osade pealkirjad paigutatakse võimalust mööda otse sektoritele. Just pealkirjade suhtes on aga sageli tegemist raskustega. Sobivaim viis on kõik pealkirjad teha loetavaiks ühtpidi, peamiselt rõhtsalt. See on aga võimatu siis, kui mõned sektorid suunduvad otse alla või otse üles.

Tuleb arvestada ka optilisi illusioone: pealkirjad väikesis sektoris võivad lasta neid üldpildis paista tõelisest väiksemaina või suuremaina. Nende puuduste vältimiseks võib mõned pealkirjad asetada väljapoole ringi, tarbe korral sidumiseks tarvitades noolt (vt. joon. 32 ja 33, alum. osa).

Peale selgitavate pealkirjade kirjutatakse sektoreile või nende kõrvale tavaliselt ka %, mille nad moodustavad tervikust, vahel ka absoluutarvud (vt. joon. 32). See on vajaline joonise kergemaks sidumiseks arvudega, kuna ringjoonisel puudub mõõt.

11. Koostise üksikosade täiendav rühmitus.

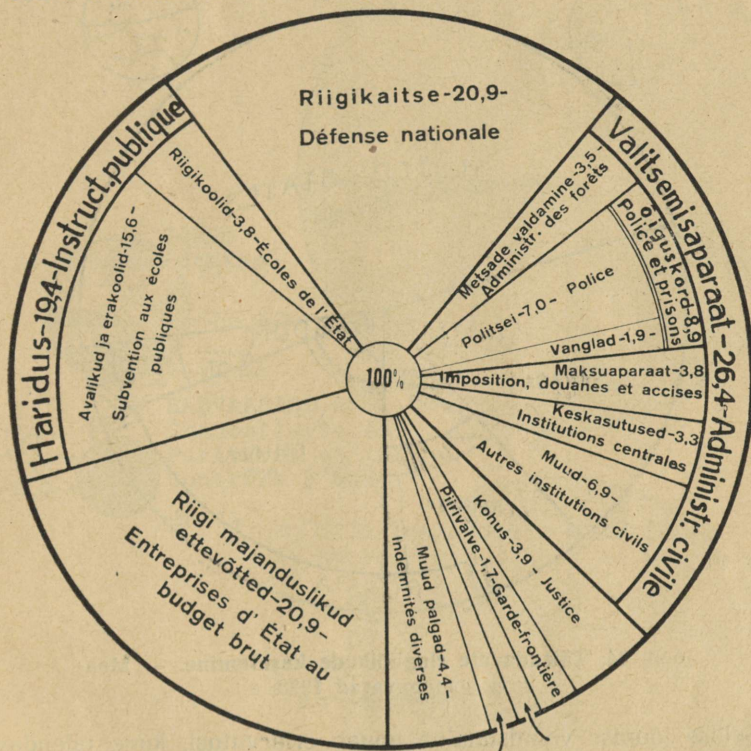
Ringjoonis pakub parimaid võimalusi terviku osade täiendavate rühmitiste näitamiseks. Selleks ühendatakse ühtekuuluvad sektorid seespool ringi erikaarega. Joon. 33, näiteks, on avalikkudele ja erakoolidele määratud krediit — 15,6% — ühendatud kaare abil riigikoolide omaga — 3,8%. Saadud sektor kannab juba üldpealkirja „Haridus“.

Vajaduse korral saab sellist rühmitamist jätkata kahes, kolmes ja isegi rohkem järkudes. Nii on joon. 33 politsei ja vanglad ühendatud enne rühma „Õiguskord“, see omakord aga ühes metsade valdamise, maksuaparaadiga jne. sisaldub „Valitsemisaparaadis“. Tarbe korral oleks mõeldav veelgi suurem alajaotus, näit., politsei osa jaotada välis-, kriminaal- ja poliitiliseks politseiks.

Sellise rühmitiste näitamise võimalusega võiksime kõrvutada ainult tulpjoonise vastavad võtted, näiteks, välise klammerdamisega (vt. joon. 18) või astenduse erinevate värvustega. Mõlemad viisid on aga kahtlemata palju vähem näitlikud kui ringjoonise omad. Täien-

davad kaared haaravad klambreina soovitavad sektorid ja lubavad selgesti eraldada neid kas üksikasjalisema alajaotuse kohaselt või ühendada üldisemasse jaotusse, ja ainult sellekohaselt vaadelda.

Seepärast tuleb ringjoonist alati eelistada seal, kus ühes terviku üksikasjalise jaotusega on soovitav näidata ka üldisemat jaotust, või kus osade rühmitus on mitmejärguline.

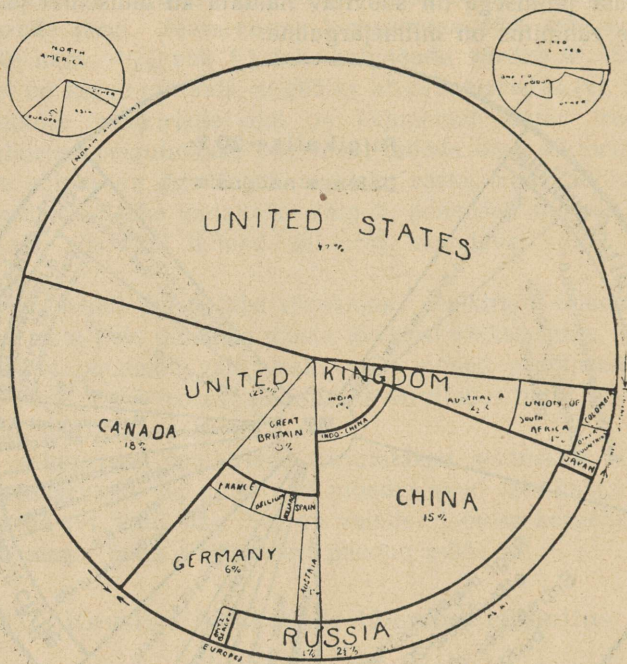


Joon. 33. Ringjoonis % koostise ja selle rühmituse väljendami-seks. — Palgakrediidi jaotumine riigi eelarves 1927. a.

Soov näidata piisava selgusega koostise väiksemaid osi ja rõhutada mõnede osade ühtekuuluvust on loonud säärase ringjoonise eritüübi, kus tarvitatakse ka ringi sees asuvaid täiendavaid sektoreid ja nende osi.

Sellist joonist näeme joon. 34. Kogu maailma söetagavarade kogus on jaotatud tavalisel viisil maailmajagude järgi (vt. suurt joonist selgitavat skeemi vasakul ülal). Maailmajagude sisemine jaotus aga on toimetatud juba pindala mõõtudes, kusjuures üksikud väike-

sed osad on asetatud rühmitistena laiali. Kui näiteks Austria 1% osa oleks tõmmatud otse keskpäigast kahe raadiuse vahel ringini välja, ei oleks kitsuse tõttu sellele saanud asetada pealkirjagi. Nüüd aga paistavad selgesti isegi Prantsuse, Belgia j. t. veel väiksemad osad.



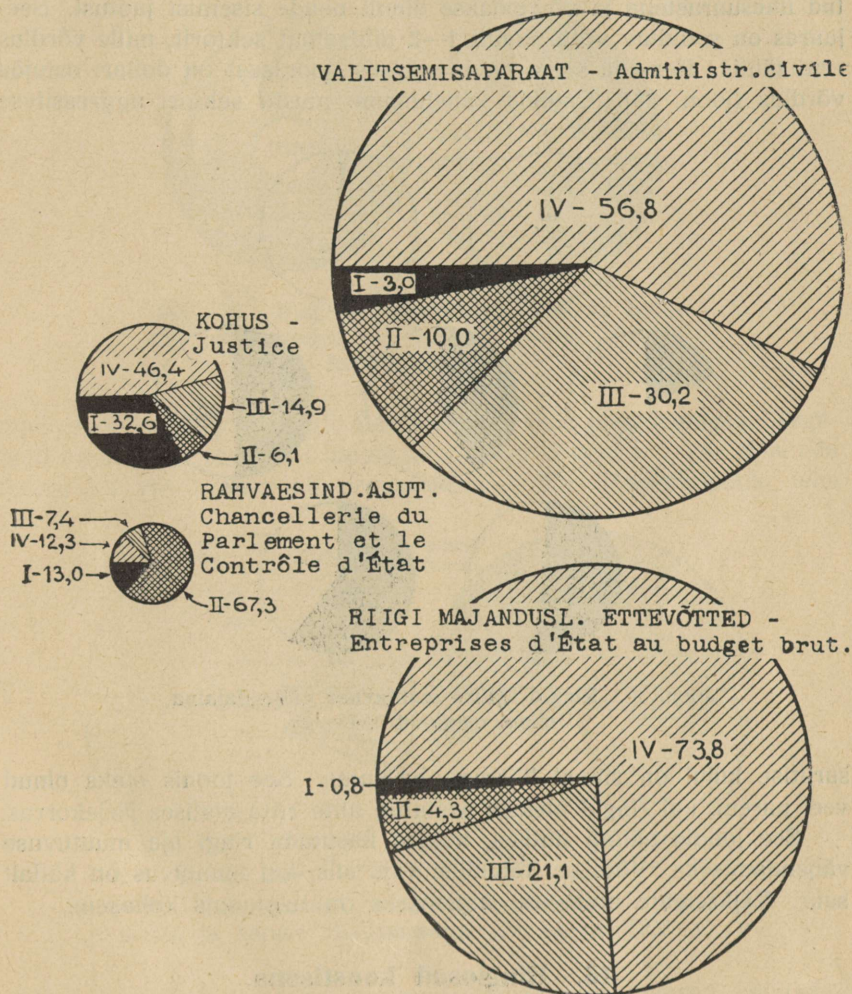
Joon. 34. Täiendavate ringilõikude kasutamine. — Maailma söetagavarad 1920. a.

Sellise joonise valmistamine nõuab eriarvutusi, kuna täiendavad sisemised jaotused ei vasta mitte üldringilõikude pikkuse vahekorrale, vaid selle vahekorra ruutjuurele.

12. Ringjooniste võrdlus.

Ringjoonis on selgeim, kui on võetud vaid üks ring ja sellel vaadeldakse ühe terviku jaotumist. Tegelikult võrreldakse aga tihti paljusid ringe. Sellist võrdlust näeme joon. 35. Iga üksiku ala riigiteenijate arv on kujutatud ringina. Ringide suurus on võetud proportsionaalselt isikute arvuga (esimene võrdlus). Iga ring aga omakord on võetud 100% ja jaotatud sektoritesse, näidates nelja liiki (palga järgi) riigiteenijate % (teine võrdlus).

Teoreetiliselt peaks võrdlus olema võimalik kogu joonise ulatuses korruga. Tegelikult aga — kuna inimsilm on vähe kohanenud nii sektorite kui ka nurkade ja ebatasaste pindade vaatlemiseks — läheb

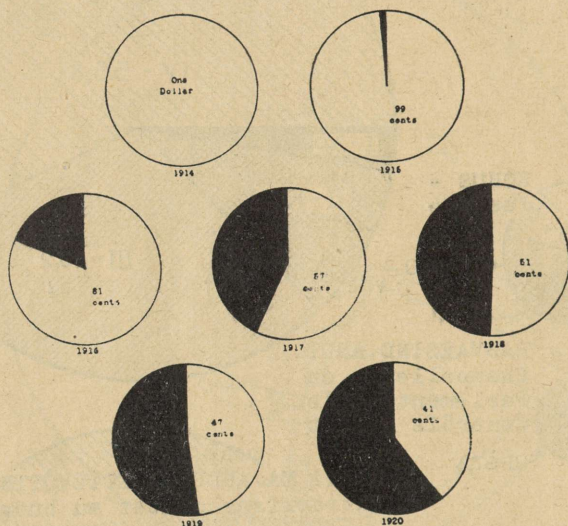


Joon. 35. Proportsionaalsete ringjooniste võrdlus. — Riigiteenijate arv üksikul aladel 1927. a.

I rühm	—	kuupalgaga üle 220 kr. kuus.
II	„	130—200 „ „
III	„	90—120 „ „
IV	„	80 ja vähem kr. kuus.

võrdlus tavaliselt just kahes märgitud järgus: enne vaadeldakse iga terviku võrdlevat suurust ja siis iga terviku sisemist jaotumist eraldi.

Paremaid võrdlusvõimalusi pakuvad joonised, kus ringid on võetud ühesuurustena ja võrreldakse ainult nende sisemist jaotust. Seejuures on soovitatav võtta ainult 1—2 tähtsamat sektorit, mille võrdlus eriti tähtis. Kena ja selge näide sellisest joonisest on dollari ostujõu võrdlus (joon. 36). Ostujõu vähenemine musta sektori agressiivse



Joon. 36. Ringid ajalise muutuvuse väljendajaina. —
Dollari ostujõud 1913—19.

surutise kujul on silmal korraga haaratav. See joonis oleks olnud veel parem, kui ringid oleksid asetatud ühte ritta ajalises järjekorras.

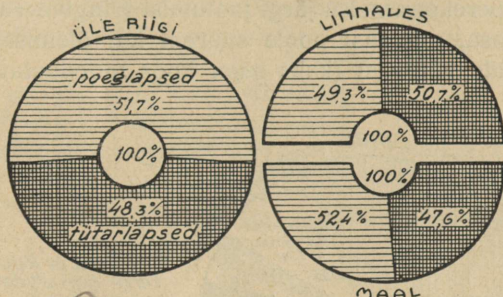
See joonis näitab ühtlasi, kuidas kasutada ringi aja muutuvuse väljendamiseks. Võtte on kõlvuline vaid siis, kui muutuvus on küllalt suur. Väiksemate muutuste jälgimiseks on tuljjoonis kohasem.

13. Ringiosad koostisena.

Juhtudel, kui nähis jaotub loomulikul teel kahte ossa (näit. rahvas-
tik sugupoolteks), ja kui mõlemad osad jaotuvad ühtlaselt, on väga
kujukas lahutada ring pooleks ja jaotust kujutada eraldi kummaski
osas. Kumbki ringipool võetakse seejuures vastava tervikuna (100 %).

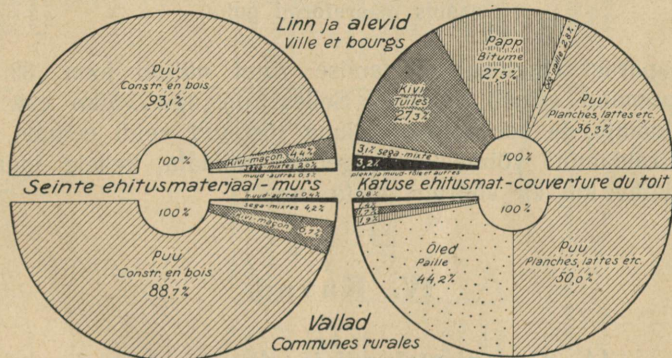
Joon. 37 näeme kõrvu mõlemaid võtteid. On soovitud näidata
koolides õppiva noorsoo soolist koostist. Vasak terve ring on võetud

üleriikliku arvuna (100 %). Kaks sektorit näitavad poiss- ja tütarlaste %/o. Parempoolne ring aga jaotub kahte ossa, linnad ja maa, ning kumbki on omakord samuti jaotatud. Et vastuolu linna ja maa



Joon. 37. Ring ja selle pooled võrdleva koostise näitamiseks. — Õpilaste sooline koostis koolides 1922. a.

vahel oleks selgem, on nad võetud ühesuuruste poolingidena. Tegelikult on õpilaste arv maal tunduvalt suurem. Kui soovitakse rõhutada ühtlasi ka absoluutarvude proportsiooni, võib ühe ringipole teha



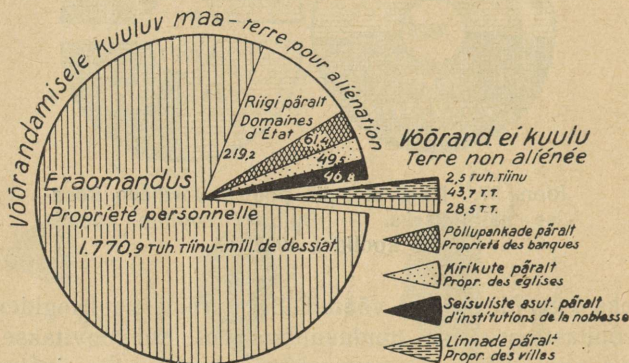
Joon. 38. Ringi pooled võrdleva koostisena. — Elumajade seinte ja katuse ehitusmaterjal (Järvemaal 1922. a.).

suurema raadiusega, teise vastavalt väiksemaga, täpsalt säilitades pinnasuhet.

Joon. 38 sisaldab sarnaneva näite seinte ja katuse ehitusmaterjali üle. Võrdlusel on tahetud just ehitusmaterjali erinevust rõhutada, mispärast kõik neli ringipoolt on ühesuurused.

Võib minna veelgi kaugemale ja kasutada ringiveerandeid. Näiteks, rahvastiku perekonnaseisu ja soolist koostist võib näidata järg-

miselt. Ring on jaotatud keskelt pooleks. Alumine ringipool näitab perekonnaseisu jaotust kogu rahvastiku kohta (poolring = 100 %). Ülemine poolring aga on jaotatud veel kaheks ja kujutab, üks mees-, teine naissoo, perekonnaseisu järgi jaotumist (ringiveerandid à 100 %). Alumine ringiosa, mis just poole suurem kui ülemised osad eraldi, sümboliseerib nende võrdsust (kaks sugu koos moodustavad 100% rahvastikust).



Joon. 39. Ringi murdosa kasutamine. — Suurmaaomandi saatus maareformi puhul.

Omapärast ringiosa kasutamise võtet näitab joon. 39. Kogu suurmaaomand esineb ringina. Sellest on aga väike osa jäänud võõrandamata, ja see sektor killuna tõstetud veidi eemale, ringist välja. Eraldamine võimaldab selgemalt näidata, kellele kuulus nii võõrandatav kui ka võõrandamata maa.

IV. Kavad.

14. Organisatsiooni ja alluvuse kavad.

Kui pole tähtis saavutada mitte nähise ruumilist, geograafilist või arvulist ülevaadet, vaid esijoones selgust selle sisemise klassifikatsiooni või jaotuste kohta, tulevad kõne alla kavad (kavajoonised). Need kujutavad ideelist või loogilist seotist tervikute ning nende osade vahel, milles puhtarvuline element on esitatud nõrgemalt kui muudes diagrammes või on asendatud ligikaudsete suurustega.

Organisatsiooni või alluvuse kava näitab mingit organisatsiooni kui tervikut ühes selle osadega ja nende omavahelise suhtumisega. Sellist joonist tarvitatakse peamiselt kõiksuguste asutiste sisemise

Kui kavas esinevad mitmet liiki osad (asutised, isikud jne.), on soovitatav igat liiki näidata erisuguste märkidega jne. (vt. joon. 40 ringid, kolmnurgad).

Lihtsamad geomeetrilised kujutised — nelinurgad, ringid (eriti ovaalid), kolmnurgad — on sobivaimad alajaotuste sümbolid, mille sisse kirjutatakse nimetused. Põhivormiks on ja jääb muidugi nelinurk.

Kui jaotuste kõrvutipaigutamisel kõigi nelinurkade (või teiste kujutiste) jaoks ei piisa ruumi, pole kergeim ruumijaotuse viis — mõnede nelinurkade allapoole paigutamine ja nende ühendamine üleneva jaotusega, teiste nelinurkade vahelt läbi — siiski mitte parim.

Tuleb põhimõtteliselt ikka eelistada võrdsete jaotuste paigutamist ühtlasisse tingimusesse. Mittemahtumise puhul on parem teha pikad nelinurgad, parajasti nii kitsad, et nad mahuksid kõrvuti.

Kui ka see ei aita, on sobiv pöörata kogu kava: alluvuse kujutamise asemel ülalt alla teha alluvus vasakult paremale — rõhtsalt läbi joonise. See pole küll kuigi populaarne, kuid igatahes õige ja eriti kohane siis, kui kava valmistatakse kirjutusmasinal.

Eriti rohke alajaotuste hulga puhul võib tarvitada nn. planeetaarset kujutusviisi: tähtsaim jaotus keskel päikesena, järgnevad ringis selle ümber ühekaugusel planeetidena, viimaste juurde väiksemad alajaotused satelliitidena jne.

15. Järgnevuse kavad.

Järgnevuse kavasid tarvitatakse mingi tegevuse järkude näitamiseks, selle dünaamika analüüsiks. Mingi tegevus võetakse vaatlusele, märkides üles selle järjekord, iga uus aste, iga uus tegevuses juurde tulev või korduv isik, et saada kujutlust, kuidas just see tegevus normaalselt areneb. Kirja valmistamise üksikmomendid ametiasutises, kausta liikumise kord ühe isiku käest teise kätte, mingi kauba valmistamise käik töökojast töökotta ja t. s. alade kohta kogutakse andmed ja väljendatakse joonise kujul.

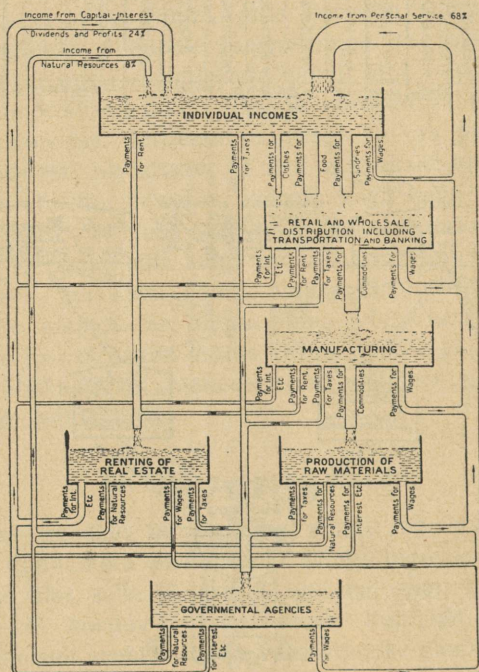
Need kavad omavad erilist tähtsust siis, kui soovitakse mingit tööprotsessi, asjade liikumise korda või m. s. määrata kindlaks kõigile asjaosalistele arusaadaval kujul. Joonis tehakse, kasutades samu võtteid, mis organisatsiooni kava juures, vasakult paremale. See on võib-olla parim ja lihtsaim viis tööjärkude määritlemiseks, mis seinale riputatuna muutub pealegi kiireks ning veatuks juhiseks.

Joon. 41 esitab meie riiklikkude fondide korralduskava nende üleviimise puhul majandusministeeriumist riiklikkude pankade valitsemisele. Ülemine osa näitab fondide kuuluvust asutiste järgi. Iga asu-

kalt ja sirgjooneliselt või saab mõnd osa lihtsustada, heites tegevuskäigust välja mingi vahepealse lüli. Tööoperatsioonide fikseerimisel ja standartimisel on sellised võtted esmajärguliseks tööabinõuks.

16. Arvustikuline kava.

Nii vähe ühist, kui organisatsiooni ja järgnevuse kaval esialgu paistab olevat teiste arvjoonistega, on siin side siiski kindel. Mõlemat liiki kavasid võib täpsustada, tarvitada neid ühes arvulise elemendiga,

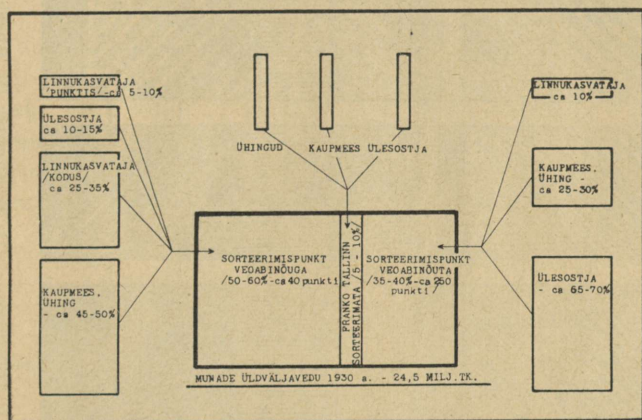


Joon. 42. Arvustikuline kava. — Raharingvool Am. Ühendriiges.

kujundades sel kombel omapärase kavajoonise. Näitena võiks tuua väga piltlikku ameerika ajakirjanduses kasutatud raharingvoolukava (vt. joon. 42). Raha on võetud veena, mis voolab reservuaarist reservuaari. Pealmisel suurel reservuaaril — isiklikud tulud — on kuus kraani, millest raha voolab toiduks, rõivastuseks, korteriks j. t. väljaminekuteks. Need voolavad kauplustesse ja ostukohtadesse, millest omakord tööndusse j. t. aladele. Samal ajal igast alast lähevad

torud maksude jne. näol pankadesse ja valitsusasutistesse, maa-
rendiks jne. Igalt alalt omakord voolab raha sealtöötavate isikute
palkadeks. Ringvool toob raha jälle isiklikkudesse tuludesse. Käe-
pärasast olnud andmed on lubanud kava täpsustada üksikute reservu-
aaride mahu, torustiku paksuse jne. abil, nii et iga üksik koht ja osa
kujutab ka vastavaid andmeid. Vaevalt võib soovida paremat ja
populaarsemat joonist selle küsimuse valgustamiseks.

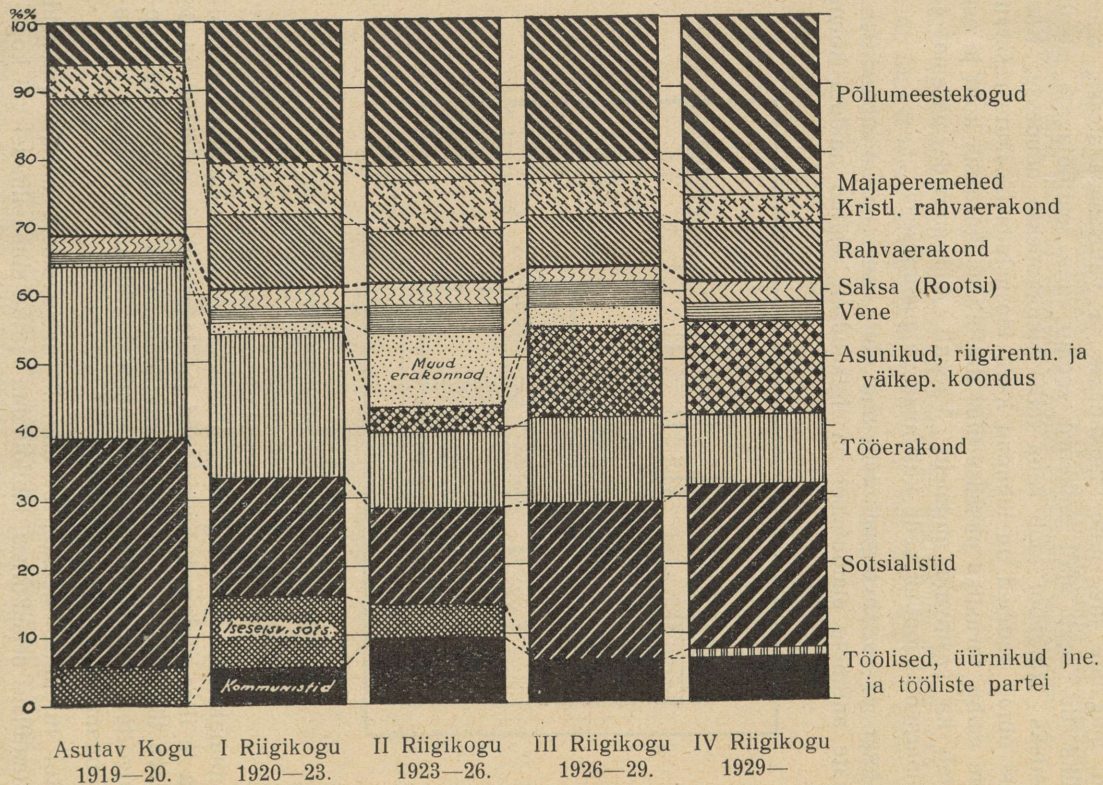
Joon. 43 esitab tagasihoidlikuma näite meie munakaubandusest.
Täpsate andmete puudumisel on ligikaudselt püütud näidata kolme



Joon. 43. Meie munakaubanduse süsteem.

liiki munakaubanduse organite tähtsust. Sorteerimispunktid veabi-
nõuga ja ilma, ühingud, kaupmehed ja ülesostjad on näidatud nende
võrdleva tähtsuse järgi kohal, ja siis kaalu järgi, mida omavad lõpp-
kokkuvõttes. Peale omavahelise jaotumise väljendub joonises ka tea-
tud dünaamika.

Kui tuletame meelde, et enamik arvjooniseid näitab andmeid
kas staatilises seisukorras, läbilõikeina teatud silmapilkudel või kogu-
summadena mingite ajastute järgi, siis võib küll oletada, et arvjooniste
edaspidises arengus kavalaadilisel jooniseil, kui väheseil dünaamilisi
momente haaravai, on tulevikku. Leiutajate senine vähene tähele-
panu selle joonisetüübi suhtes seletub arvatavasti organisatsiooni ja
järgnevuse kavade senise liiga populaarse käsitlemisega, mis on
kahandanud huvi nende vastu.



Lisajoon. 1. 100% tulpjoonis arengu kujutamisel (vrd. joon. 19 ja 21). —
Rahvastiku poliitilise meelsuse areng 1920.—29. a. (valimistel antud maks-
vate häälte jaotus protsentides).

Arengu vaatlemiseks aitavad kaasa tulpadevahelised ühendusjooned.

B. Arvjoonised kaardil.

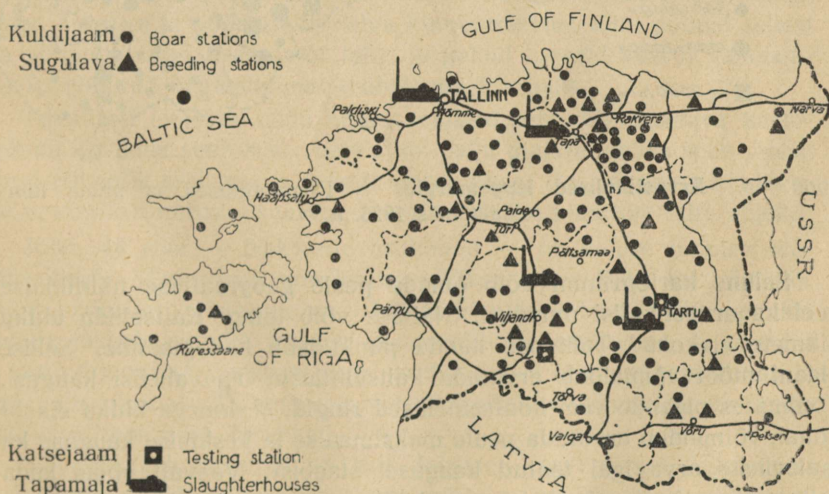
Asukohta võib küllalt täpsalt määratella ka kaardita. Öeldes, et mingi koht asub 96 km Tallinnast, 100 km Tartust ja 83 km Narvast, oleme määratelnud selle punkti (Rakvere) täpsalt. Siiski on igal teisel selle leidmisega ainult antud andmete alusel tükk tööd, kui mitte abiks võtta geograafilist kaarti. Meie suurema kogu arvude tajumiseks nõrk kujutus tajub arvusid veel raskemini, kui nad kujutavad ruumilisi suhteid.

Kartogrammid tekivadki andmete paigutamisel kaardile nende ruumisse suhtumise väljendamiseks.

I. Kartogrammid.

17. Asukohtade geograafiline asetus.

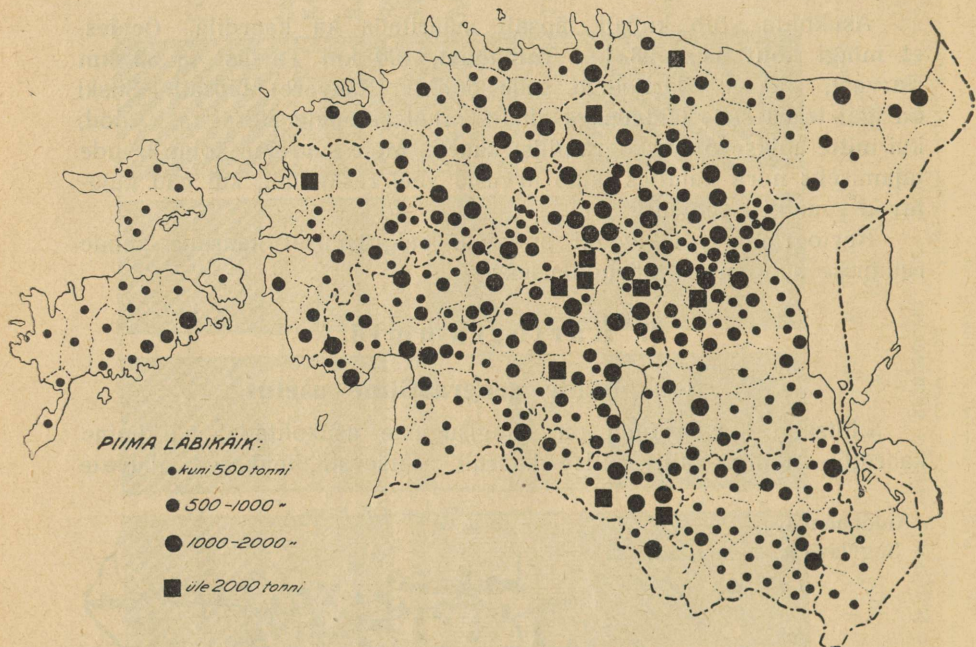
Lihtsaim kartogramm on mingisuguste asukohtade märkimine kaardil. Administratiivasutise kaardil asetsevad lipukesed alluvate



Joon. 44. Leppemärgid kartogrammil. — Peekoniasjanduse asutised 1928. a.

kohaliste ametnikkude või agentide asukohtades, suuraris on jämeda-pealiste nõõpnõeltega märgitud kohalised edasimüüjad ja nõelte hõredus mingis kaardiosas näitab, kuhu veel tähelepanu koondada. Selliseid praktilisi kartogramme leiame sageli juhtivate jõudude kabinetides.

Kui vaja veenvamalt demonstreerida mingi asutiste- või agentidevõrgu asetuse otstarbekust või ebapraktilisust, on sellekohase kartogrammi valmistamine kohe päevakorral.



Joon. 45. Arvustikulised leppemärgid. — Piimatalitused ja piima läbikäik neis 1926. a.

Selline kartogramm võib omada peale geograafilise näitlikkuse veel ka arvustikulisi omadusi. Näiteks võib mingi Kaitseliidu ühiku liikmete elukohad Tallinnas kanda punktidenäitlikult linnaplaanile. Sellise plaani mõõt võimaldab arvutada kaitseliitlaste omavahelisi kaugusi. Tõmmates plaanile veel kontsentriilised ringid, keskmega ühiku staabi kohal, võimaldub arvutada peale maksimaalse ja keskmise kauguse ka malevlaste arvu igal teatud kaugusel staabist. Vaevalt võiks leida selle määramiseks mingit kergemat viisi.

Näitlikkuse suurendamiseks ei piirduta ainult punktidega, vaid

tihti tarvitatakse mitmesuguseid märke. Sageli on need valitud vasta-
vaid alasid meeldetuletavatena: vabrikud — hoone korstnaga, piima-
ühingud — piimanõu, apteegid — pudel rohutähga jne. Mitmesuguste
liikide eristamiseks aitavad kaasa värvused ja erilaadilised leppe-
märgid.

Joon. 44 näeme nelja liiki leppemärke, mis vastavaid asutisi —
kuldijaamu jne. — lubavad küllalt selgelt eristada. Kolm esimest
märki on lihtsad geomeetrilised kujutised, neljas aga — hoone siluett
vabrikukorstnaga — sümboolides tapamaja, kergendab selle leidmist
teiste keskel.

Joon. 45 esitab näite leppemärkide kasutamisest ainult ühe nähise
— piimaühingute — märkimise puhul, kuid ühenduses teatava arvus-
tikulise liigitusega. Piima läbikäigu kogust aluseks võttes on joonisel
eraldatud neli liiki ühinguid. Ühes asukoha vaatlemisega selgub nii-
viisi ka ühingu tähtsus.

Ühe nähise omaduslikuks eristamiseks (näit. samad piimaühingud
mootori tarvitamisega ja ilma) tuleb tarvitada täiesti erinevaid märke.

18. Punkt-kartogrammid.

Soovitav on muidugi iga näidatava objekti märkimine eraldi, kui
aga selline töö ei kasva üle pea. Enne sõda oli ühel ameerika
telefoniühingul kaart, millel nõeltega märgitud kõik Ühendriikide tele-
foniaamad. Selleks kulus ligi 20 000 nõõpnõela ja asutisel oli uhke
teadmine, et see arvatavasti on suurim nõõpnõel-kartogramm maa-
ilmas. Suuruse ja nõõpnõelte halva kinnitamisviisi tõttu polnud sellest
aga võimalik isegi head fotot teha, ja paljud lugesid kaardi valmista-
miseks kulunud hiiglasummat mahavisatud rahaks.

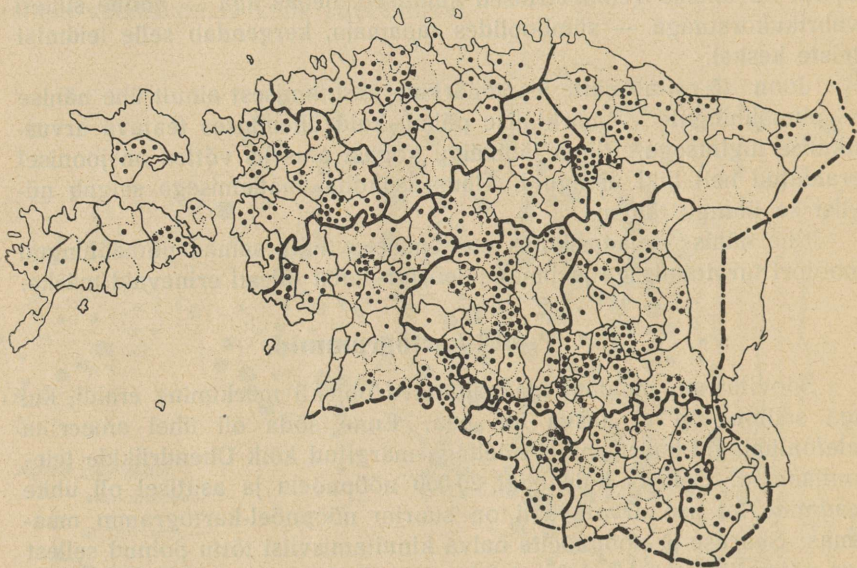
Tavaliselt ei tehta nüüd enam selliseid töid. Kavetatava karto-
grammi lõplikust suurusest oleneb, kui palju punkte umbes selle pinnal
silmal võimalik eraldada ja sellega piirduakse. On märgitavate objek-
tide arv sellest normist suurem, märgitakse ühe punktiga mitu objekti.

Joon. 46 sisu — traktorite asukohad — on sellise joonise tüü-
piline näide. Traktorite võrdlemisi väikese arvu tõttu on võimalik
igäüht märkida eri punktiga. Muidugi pole võimalik iga punkti
asetada täpsalt vastava traktori geograafilisele asukohale, ja punktid
on kantud joonisele valdade järgi, jaotades neid enam-vähem ühtlaselt
kogu valla piirides. Tulemusena saadakse siiski üksikasjaline ülevaade
traktorite tihedusest üle maa.

Sellised kartogrammid on eriti laialiselt tarvitamisel Ameerikas.
Kogu tsensuse põllumajanduslik osa, näiteks, on illustreeritud punkt-
kartogrammide kujul. Loomad, põllutööriistad, viljapuud, maaparan-

dus jne. on kujutatud kartogrammel, mis silmapilkselt lubavad orienteeruda selle või teise nähise levikus.

Praktiline raskus selliste kartogrammide valmistamisel on selles, et andmed harva määravad asukoha küllaldase täpsusega. Kui kahtmist oleks ja jõudu jätkuks Eesti kaardile lehmade märkimiseks külade ja muude asulate kaupa, on andmed käepärast ainult vallakokkuvõttena või juba üksiktalundite järgi. Sellest saadakse tavaliselt



Joon. 46. Punkt-kartogramm. — Traktorite asukohad 1929. a.

üle, jaotades valla koguterritooriumil sinna kuuluvate punktide arvu enam-vähem ühtlaselt. Üksikute valdade piiris silmamõõdu järgi määratud punktid annavad üleriiklikult soovitava mulje küllaldase täpsusega.

Muidugi saab seda võtet kasutada tagajärjekalt ainult siis, kui territoriaalsed alaühikud on küllalt väikesed; nende vähese arvu puhul (näiteks samad andmed maakondade järgi) ei ole eristus küllaldane ja punkt-kartogramm ei täidaks seal oma otstarvet.

Punktimisel on muidugi soovitav punkte kohandada ümmargusile arvele — üks punkt vastaku arvudes 1, 5, 10, 100 jne. Seejuures tuleb teha muidugi kõvasti ümmardamist: 10 lehma võttes ühe punktina tuleks, näiteks, lehmade kartogrammis 35 lehma märkida nelja punktiga, samuti aga ka 44 lehma. See võrdlemisi suur ümmardamis-

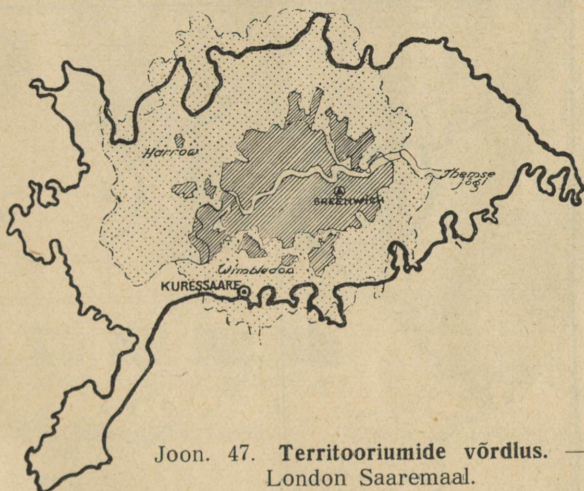
vajadus kogu leppeühiku ulatusel toob arusaamatusi, eriti siis, kui, näit., kahe kõrvuoleva valla arve sooviksime võrrelda.

Selle puuduse vältimiseks on juhtudel, kus arvud väikesed, kartogrammil punkte hakatud tegema suuremaina, ja tarvitatud tervete kõrval ka poolpunkti (ümmarguse punkti üks pool ◐).

Katsed veel kaugemale minna, märkides punkti tühja ringina ja täites seda üleni mustaga tervete punktide puhul, ning veerand, pool ja kolmveerand punkti vastavate murdosade puhul, võivad anda rahuldavaid tagajärgi vaid siis, kui punktid teha eriti suurtena. Sellised kujutised aga lähenevad juba kartodiagrammele (vt. tagapool), ometi mitte omades viimaste headusi.

19. Territooriumide võrdlus.

Geograafia õpperaamatuid, millest ammutatud andmeist enamikul kogu eluajaks peab piisama, saadakse enamasti ebaõiged kujutlused territooriumide võrdlevast suurusest. See oleneb üksikute maa-



Joon. 47. Territooriumide võrdlus. — London Saaremaal.
Suur-Londoni kontuurid on asetatud mõõdukohaselt Saaremaa piiridesse. Joonitatud on Londoni tiheidalt asustatud osa, punktitud Suur-Londoni politsei-piirkond väiksemate asulatega, millised sel alal asuvad laialipaisatult.

ilmajagude kohta kaartides tarvitatud mõõtude mitmekesidusest ja kaardiprojektsiooni vigadest. Tarvitseb tuletada meelde vaid Gröönimaa suurust Merkaatori projektsioonil: Gröönimaa on kaardil peaaegu Aafrika suurune, kolm korda Austraaliast suurem, kuna ta tegelikult on viimasest üle kolme korra väiksem.

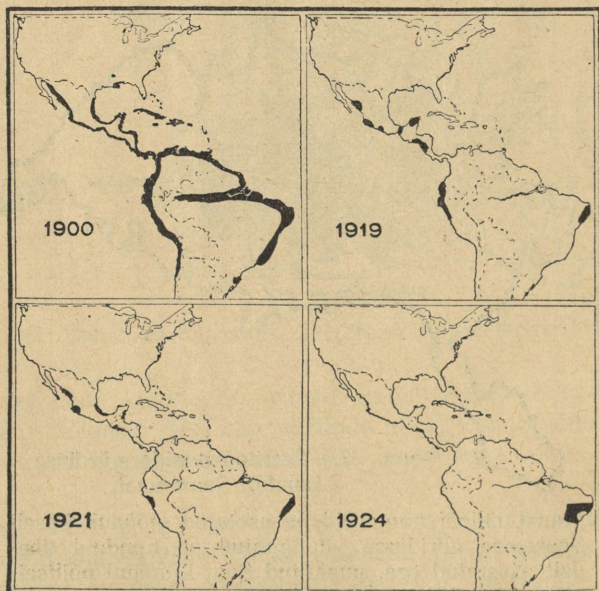
Parimaks ja meeldejäavamaks abinõuks kahe territooriumi suuruse võrdlemisel on nende üksteise peale asetamine, tarvitades ühtlast mõõtu. See võte, mis tagajärjekalt võib leida kasutust geograafiatunnis, pole kunagi liigne ka mujal.

Joon. 47, kus London Saaremaa kontuuridesse asetatud, annab paremini kui ükski arvuderida kujutluse selle ilmalinna suurusest. Joonis on meeldejääv korrapealt vist kõigile kodumaalasile.

Analoogiline näide esineb „Maailma maad ja rahvad“ (K.Ü. „Looduse“ väljaanne), 2. vihk, lk. 201, Euroopa ja Austraalia suuruse võrdlusel.

20. Nähise ulatus mitmesugustel aegadel.

Vaevalt saab selgemini ja lühemalt anda edasi kollatõve territoriaalse leviku ulatust ja ühtlasi näidata tema vastu võitlemise edukust, kui seda teevad kartogrammide joon. 48. Mingi nähise arengu aja-



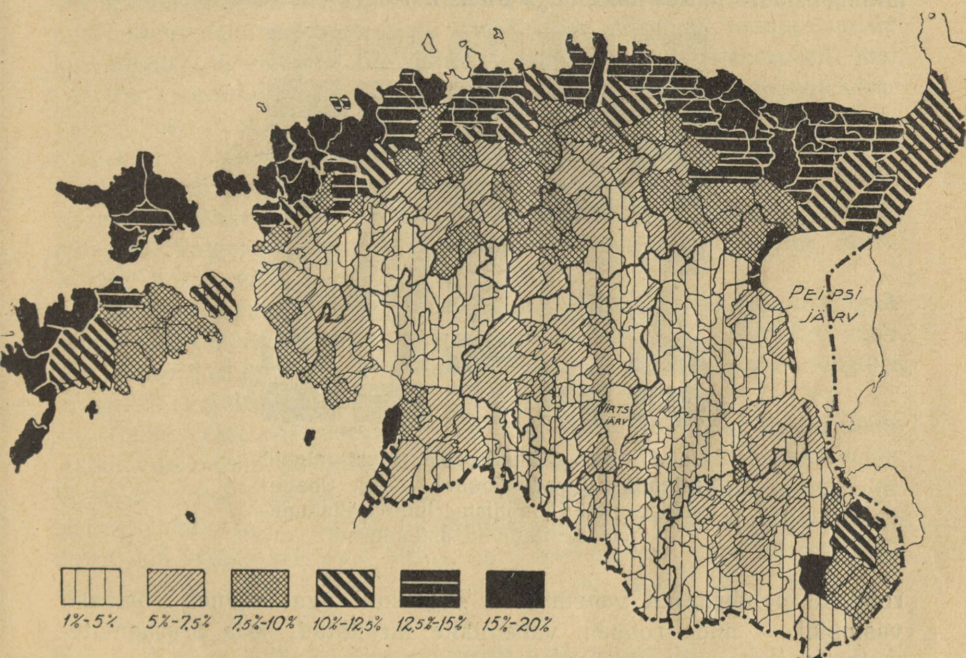
Joon. 48. Nähise ruumiline ulatus ajas. — Kollatõve leidumiskohad 1900—1928.

lugu ajas ning territoriaalselt on sellisel joonisel kogu ulatusel näidatud ja vastavad andmeteread võivad rahulikult jääda autori portfelli. Erinevate värvuste või astenduse tarvitamine lubab samadel joonistel kõrvutada kahe, isegi kolme mitmesuguse nähise arengut.

21. Vahemiklik kartogramm (nähise intensiivsusemäär).

Hästi tehtud punkt-kartogramm annab ise ühtlasi ülevaate ka nähise intensiivsusest territooriumi üksikuis osis. See on aga vaid üldmuljeline: kuigi saab määratella nähise tihedamad ja nõrgemad levimiskohad, puudub täpsama võrdluse võimalus.

Seda viimast võimaldavad vahemiklikud (intervallitud) kartogramm, mida peamiselt tarvitataksegi: võib-olla 80 % kõigist kartogrammest kuulub nende hulka.



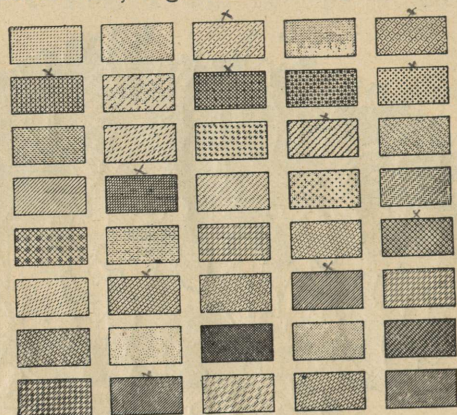
Joon. 49. Vahemiklik kartogramm. — Kartuli % külvipinnast 1923. a.

Vahemiklikus kartogrammis on nähise intensiivsuse mitmekesisus jaotatud vähestesse vahemikesse (intervallisse), ja igaüks neist on märgitud erineva värvusega.

Joon. 49 on vahemiklik kartogramm. Kõik 375 valda on jaotatud kartuli % järgi külvipinnast kuude vahemikku (alla 5%, 5–7,5% ja edasi 2,5% vahemikud).

Intensiivsuse mõttes nõrgemat vahemikku märkides nõrgema tooniga, järgnevaid kord-korralt tumenevalt (vt. joonist), saamegi võimaluse kaarti katta toonidega, millest otseselt selgub, kuhu vahemikku mingi vald kuulub.

Kartogrammide valmistamise algastmeil, isegi veel väljaandeis kuni maailmasõjani, oli märgata püüet märkida võimalikult palju vahemikke. Ei ole haruldane leida kartogramme 15—20, isegi 30 mitmesuguse värvusega. See püüe on tingitud arvude erinevusest. Teoreetiliselt on täiesti võimalik, et suure hulga arvude keskel (nagu käesoleval joonisel — 375 valla andmed), mis kartogrammil tuleb näidata, ükski arv ei kordu, s. o. esinevad äärmiselt mitmekesised arvud, mis üksteisest erinevad vähemalt murdosa võrra. Sellise mitmekesiduse juures näib, nagu oleks kartogramm seda täpsam, mida



Joon. 50. **Stiilipäraseid must-valgeid astendusi (gradatsioonid).** — Am. Ühendriikide põllutööstusministeeriumi väljaannetes tarvitavad astendused.

rohkem moodustatud vahemikke. Tegelikult aga kujuneb enamasti vastupidi — mida rohkem vahemikke tarvitatud, seda arusaamatumaks ja ebaloetavamaks muutub kartogramm.

Sellepärast, olgugi et isegi must-valge astendus (gradatsioon) võimaldab heale joonestajale ligi 25 erinevat toonivarjundit (vt. joon. 50), värvustes veel enamgi, pole soovitatav tarvitada värvustes üle 10 vahemikku, must-valge astenduse juures üle 7 varjundi. Mõnikord on otstarbekas võtta vaid kolm varjundit.

Vahemikkude arv on soovitatav võtta alati ebapaaris. Siis kujuneb iseandast keskmine intensiivsus, sellest allpool nõrgemad, ülalpool tugevamad astmed.

Must-valge astendus kujundatakse kas nõrgast algav ja tumedamaga lõppev või vastuoksa, oleneades sellest, millist ideed tahetakse väljendada. Loomade arv, mis kord-korralt rohkeneb, märgitakse

valgelt mustemaks minevas järjekorras. Kirjaoskajate arvu on aga loogilisem kujutada vastupidi, sest mida vähem kirjaoskajaid, seda suurem „vaimupimedus“.

Elektrifitseerimiskava puhul valmistatud kartogrammil elektrijõuvarustuse senise seisukorra kohta märgitakse heledamalt muidugi piirkonnad, milles elektrijõudu rohkemal määral, s. o. soovitavas seisukorras olevad ja ühtlasi valgemad.

Värviga katmisel tuleb samuti saavutada varjundid tumenevas või helenevas järjekorras. Seejuures on lihtsaim viis akvarelli tarvitamisel katta esimene kord kogu kaart kõige nõrgema tooniga, peale kuivatamist järgmisse vahemikku kuuluvad osad teiskordselt jne.

Üle 7 varjundi jaoks võib võtta kaks erivärvust, üleminekuga kesk- vahemikus. Peaksid andmed sisaldama vastandsust (näiteks okaspuumetsade % pindalast põhjamail, siis aga lehtpuu metsade % üleminekuga lõuna poole), siis on parim viis kasutada ühe värvuse kordkorralt tumenevaid varjundeid ühel pool, keskmine ehk erapooletu riba jätta valgeks, ja siis alata teist värvust tumeda varjundiga, kordkorralt heledamaile varjundeile minnes.

Kui kartogrammi soovitakse teha eriti täpsalt loetavaks, võib igale territoriaalühikule märkida sellekohase arvu. Puhtalt tuleb see välja, kui arvud kirjutatakse mitte astendusele või värvile, vaid väikestes valgetes ringides nende sisse.

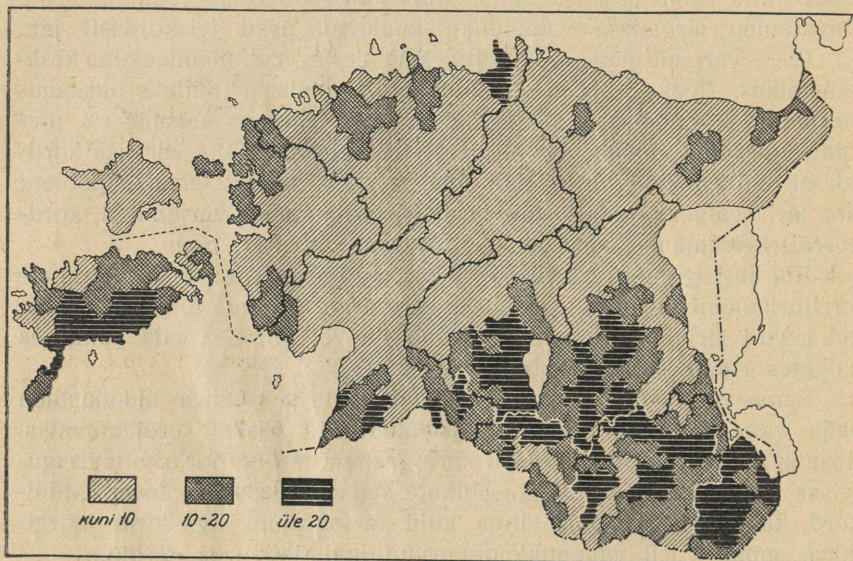
Sama võtet võib tarvitada, kui tingimata soovitakse moodustada palju vahemikke ja nad seetõttu muutuvad raskelt eraldatavaks. Kasulik on see võte ka siis, kui kartogramm on liiga kirju mitmesuguseisse vahemikesse kuuluvate ühikute segamini asumise tõttu. Mõnikord, kui täppis arv pole tähtis, kuid kartogramm liiga kirju, märgitakse samal viisil vahemikkude arvud igal ühikul (1, 2 jne.).

22. Vahemikkude kujundamine.

Vahemiklik kartogramm tahab näidata rohkem, kui ainult lihtsat objektide territoriaalset asetust. Tema vaatlusel enamasti selgub, et mitu kõrvuti asuvat territoriaalühikut kuuluvad samasse vahemikku ja niiviisi fikseeruvad teatud piirkonnad, raioonid, kus nähise intensiivsus on ühtlane. See annab võimaluse kogu territooriumi raioonida. Meie 375 valla arvud vähenevad sel teel tavaliselt 10—20 raioonile, mida võib üldistada veelgi väiksema arvuni. See arvude mitmekesiduse vähendamine, kirevuse üldistamine on vahemikliku kartogrammi peaülesandeks: õnnestunud kartogramm võimaldab pea-aegu silmapilkselt parema ülevaate nähisest, kui seda suudab teha üksikasjalisim vastavate arvude vaatlemine ja analüüs.

Iga kartogrammi puhul, kus ei paista välja mingisuguseid raioone ja kus enamik kõrvasuuvaid territoriaalühikuid üksteisest erinevad, on nähis kas tõepoolest liiga mitmekesine ja kõikjal erioludest olenev, või kartogrammi vahemikud on nii halvasti valitud, et nad üldistamise asemel ülevaadet killustavad. Enamasti on tegemist viimase juhuga.

Muidugi tuleb hoiduda ka teise äärmusse sattumisest — et liiga väike vahemikkude arv territooriumi enamikku ei jäta hoopis eristamata vahemikesse. Joon. 51 näeme sellist juhtu. On võetud ainult kolm



Joon. 51. Liiga väheste vahemikkudega kartogramm. — Pirni-, ploomi- ja kirsipuude arv 100 ha põllumajandusliku maa kohta.

vahemikku. Muidugi on näha Lõuna-Eesti ja Saaremaa kuulumine intensiivsemasse vahemikku, Põhja-Eesti — nõrka. Kuid suur enamik Eestist, ülalpool Häädemeeste-Alatskivi joont, kuulub alamasse vahemikku. Selle territooriumi kohta ei saa teha mingeid eristusi ega määrata valdkondi. On selgesti näha, et alumine vahemik on võetud ulatuslikult liiga suur (kõik alla 10). Oleks tingimata vajalik olnud võtta rohkem vahemikke, et ülevaadet täpsustada.

Selliste pahede vältimiseks ei leitud kaua abinõusid ja isegi mitmed viimaseil aastail ilmunud eritööd sisaldavad vaid nõuande, et vahemikud võivad olla ükskõik millised, olgu vaid selged ja ühtlaselt võetud. Sellest siis ka need liiga sageli esinevad kümne või viiega

ümardatud vahemikud — 10—20, 20—30 jne. Kuid mis teha siis, kui vaja valmistada kaks kartogrammi kahe samalaadilise nähise kohta ilmselt erineva intensiivsusega?

Võtame näite. Meie talundeis oli 1925 a.¹ keskmiselt 100 ha põllumaa kohta:

atru	25
äkkeid	25
vankreid	7
külvimasinaid	0,5

Atru ja äkkeid saab vabalt joonestada vahemikkudega kümne või viie kaupa (10—15, 15—20, 20—25 jne.), ja, kuna nende keskmine arv koguni täpsalt võrdub, kartogrammid on ka võrreldavad. Kuidas aga sellega kõrvutada vankreid ja eriti külvimasinaid, mille keskmine mahuks juba esimesse vahemikku (olles sellest vaid $\frac{1}{50}$!)?

Lihtsaim võtte oleks tarvitada neli vahemikku, võttes keskmist jaotajana. Vahemikud oleksid siis umbes järgmised (ümarmuselt):

		Adrad ja äkked	Vankrid	Külvimasinad
alla keskmise	1 vahemik	alla 20	alla 6	alla 0,25
	2 „	20—25	6—7	0,25—0,5
üle keskmise	3 „	25—30	7—8	0,5—0,75
	4 „	üle 30	üle 8	üle 0,75

Selles jämedalt võetud jaotuses on juba teatud süsteem. Kuid siin on tegemist vähemalt ühtlase ühikuga (põllutööriistade arv). Kui aga sooviksime kõrvutatavaiks teha kaks kartogrammi, kus sootuks erinevad nähised mõõdetud erinevate ühikutega, vajame peenemaid abinõusid.

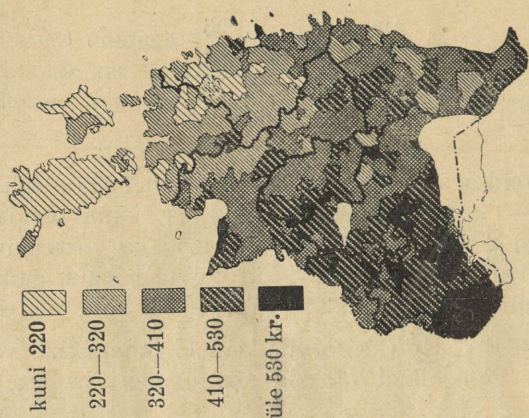
Näiteks, on soovitav võrrelda 1928. a. ikaldusel suvivilja külvipinnast hävinud osa (protsentides) antud ikalduslaenu summaga (keskmiselt ha põllumajandusliku maa kohta). Siin on isegi arvude iseloom täiesti erinev.

Kindlamana senitarvitatud võtteist võiks sellistel juhtudel soovitada Statistika Keskbüroo poolt oma praksises hea eduga käsitletud süsteemi, mis küll nõuab teatud osa arvutustööd, selle eest aga või-

¹ 1929. a. olid vastavad arvud 26,7; 27,5; 8,8; 0,6, mis arvud näiteks vähem kohased.

maldaab võrrelda mistahes erilaadiga nühiseid. Võiksime teda nime-
tada aritmeetiliste keskmiste süsteemiks.

Selle eesmärk on nelja arvu leidmises, mis vahemikupiiridena võe-
tult jagavad arvuderea viide vahemikku (vt. näitena joon. 52).



Joon. 52. Viie vahemikuga kartogramm (arit-
meetiliste keskmiste süsteemil). — Talundite
varanduste väärtus 1 ha põllumajandusliku maa
kohta (1929. a.).

Arvude leidmist teostatakse arvutuse teel, mille käik järgmine:

- a) arvutatakse arvuderea aritmeetiline keskmine;
- b) kõik arvud jaotatakse kahte ossa — üle ning alla saadud üldise keskmise;
- c) tuletatakse mõlema osa — madalama ning kõrgema — aritm. keskmised;
- d) neist keskmisist lähtudes jaotatakse saadud kaks arvuderida omakord, üle ja alla keskmiste, saades esialgselt reast niiviisi neli osa;
- e) igast osast tuletatakse nende aritmeetilised keskmised.

Viimasena saadud neli keskmist ongi vahemikkude piirid. Allpool madalaimat keskmist asuvad arvud kuuluvad esimesse vahemikku; selle ja järgmise keskmise vahel — teise jne. Ülalpool ülemist keskmist asuvad arvud kuuluvad kõrgeimasse vahemikku.

Toome järgnevalt konkreetse näite arvutuse käigust sel süsteemil, võttes Järvamaa kirjutamisoskusetute %, mis võngub 6,2 ja 10,6 % vahel. Järgnev tabel sisaldab arvutuse täieliku käigu.

	Kirjutamisoskusetute %	Sellest keskmisest (7,9)		laht. 2 arvudest selle keskmisest (6,9)		laht. 3 arvudest selle keskmisest (8,9)	
		alla	üle	alla	üle	alla	üle
		1	2	3	4	5	6
Albu	10,3		10,3				10,3
Alliku	8,2		8,2			8,2	
Ambla	7,9		7,9			7,9	
Anna	10,6		10,6				10,6
Einmanni	6,2	6,2		6,2			
Esna	7,3	7,3			7,3		
Kapu	6,5	6,5		6,5			
Kirna	9,5		9,5				9,5
Koigi	7,2	7,2			7,2		
Kuksema	7,0	7,0			7,0		
Käru	7,7	7,7			7,7		
Lehtse	8,1		8,1			8,1	
Liigvalla	8,1		8,1			8,1	
Mäo	9,5		9,5				9,5
Nõmküla	6,7	6,7		6,7			
Särevere	7,9		7,9			7,9	
Vahastu	9,3		9,3				9,3
Veinjärve	7,0	7,0			7,0		
Väätsa	6,3	6,3		6,3			
Võhmuta	6,6	6,6		6,6			
Kogusumma	157,9	68,5	89,4	32,3	36,2	40,2	49,2
Valdade arv	20	10	10	5	5	5	5
Keskmine	7,9(7.895)	6,9	8,9	6,5	7,2	8,0	9,8

Arvanud välja esimeses lahtris sisalduvate algarvude keskmise (7,9), kirjutame välja teise lahtrisse arvud alla, kolmandasse üle selle keskmise. Mõlemad lahtrid omakord summeerime ja arvutame keskmised. Laht. 4—7 kordame sama tehingut 2. ja 3. lahtri suhtes. Tulemusena saadud neli keskmist (lahtrid 4—7, alumine rida) annavadki vahemikkude piirid, ja nimelt:

- 1) miinimum on alla 6,5 %
- 2) nõrk „ 6,5—7,2 „
- 3) keskmine „ 7,2—8,0 „
- 4) tugev „ 8,0—9,8 „
- 5) ülemmäär (maksimum) „ üle 9,8 „

Muidugi pole vaja iga arvutust toimetada nii vormiliselt. Arvutades keskmise, otsime arvudereas silmaga alla seda olevad arvud, summeerides neid arvutusraamil ja märkides järjekorra nr. (et ka

arvu teada) jne. Kui need arvud valitud õieti, pole arvused üle keskmise otsida vajagi — need on ülejääk. Sama tehet korrates tuleta- takse kõik keskmised.

Kirjeldataud aritmeetiliste keskmiste süsteem on kõlvuline nähiste kujutamiseks mistahes alalt. Lihtsate arvutuste tööviljana annab ta täiesti võrreldavate intensiivsuseastmetega moodustatud vahemikud. Ka näib säärane viievahemikuline jaotus olevat kõige otstarbekam: jaotuse tulemuseks on kolm sisalduselt umbes ühesuurust vahemikku — keskmine ja sellest ühel pool nõrk, teisel pool tugev vahemik; mõlemalt poolt lisaks veel väikesed äärmuste — miinimumi ja maksimumi — vahemikud.

Arvude sümmeetrilisel jagunemisel kujuneb seetõttu vahemikkude vahekorid ligikaudu järgnevalt:

1. vahemik — miinimum	$\frac{1}{8}$	kogu arvudereast		
2. „ nõrk	$\frac{1}{4}$	„ „	}	$\frac{3}{4}$ kogu arvudereast
3. „ keskmine	$\frac{1}{4}$	„ „		
4. „ tugev	$\frac{1}{4}$	„ „		
5. „ maksimum	$\frac{1}{8}$	„ „		

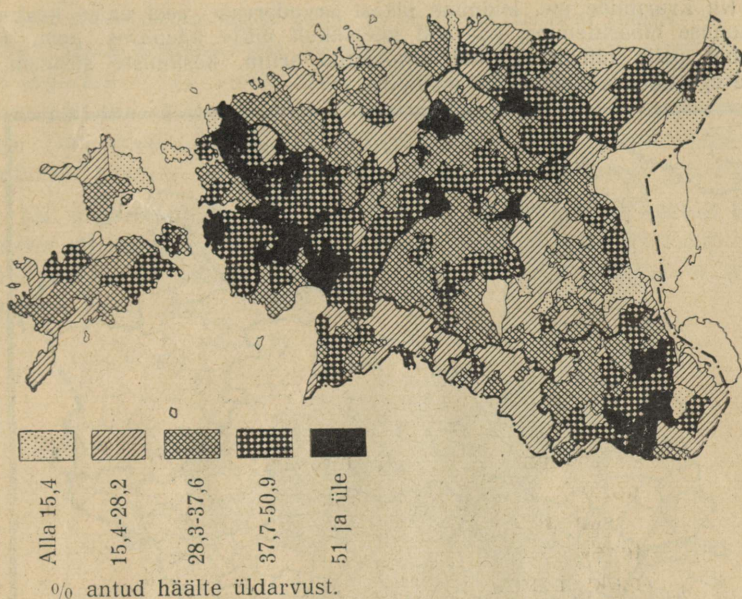
Ülaltoodud arvutusnäited on esitatud viie vahemiku kohaselt, eri- juhtudel võib aga piirduda esimese kolme tehtega (a, b, c). Siis saadud kahte aritm. keskmist piiridena võttes saadakse kolm vahemikku järgmise teoreetilise vahekorraga:

1. vahemik — $\frac{1}{4}$
2. v. (keskmine) $\frac{1}{2}$
3. vahemik — $\frac{1}{4}$

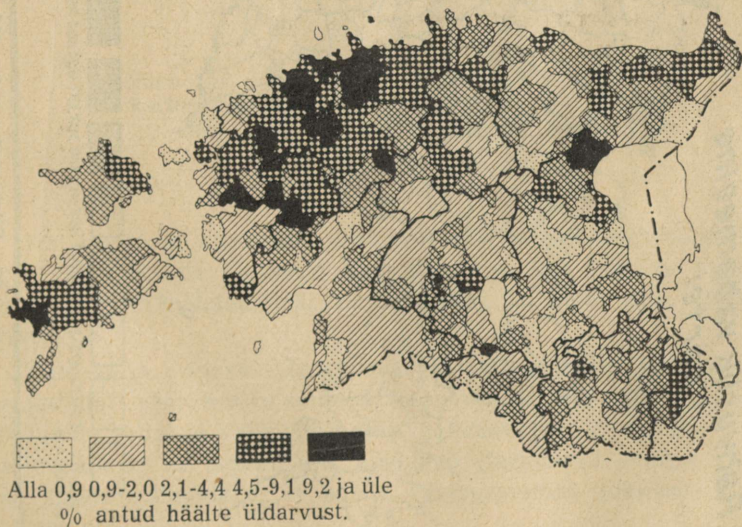
Selle laia keskosa asemel võib saada tehete jätkamisel ka kitsa keskosaga ($\frac{2}{8}$) ja laiade äärtega ($\frac{3}{8}$) vahemikud, kui andmete ise- loom seda nõuab (nähise enamiku kuulumine äärmustesse).

Juhtudel, kui arvud on nii reastatud, et neist kvartiilide ja nende vahede väljatoomine pakub paremaid võimalusi, võib neid kasutada ana- loogiliste tehete jaoks. Kui teada on ridade keskruutne kõikumus (σ^*), võib seda tarvitada vahemikkude määritlemiseks. Oletame, et ühe rea keskruutne kõikumus suhtub teise rea omasse nagu 10 : 15 (ehk 1 : 1,5). See näitab, et teise rea kaledel keskmisest on 1,5 korda suuremad, ja kui nüüd vahemikke määrata, siis tuleb nad moodustada samas vahekorras.

$$*) \sigma = \sqrt{\frac{\sum (d^2)}{n}}$$

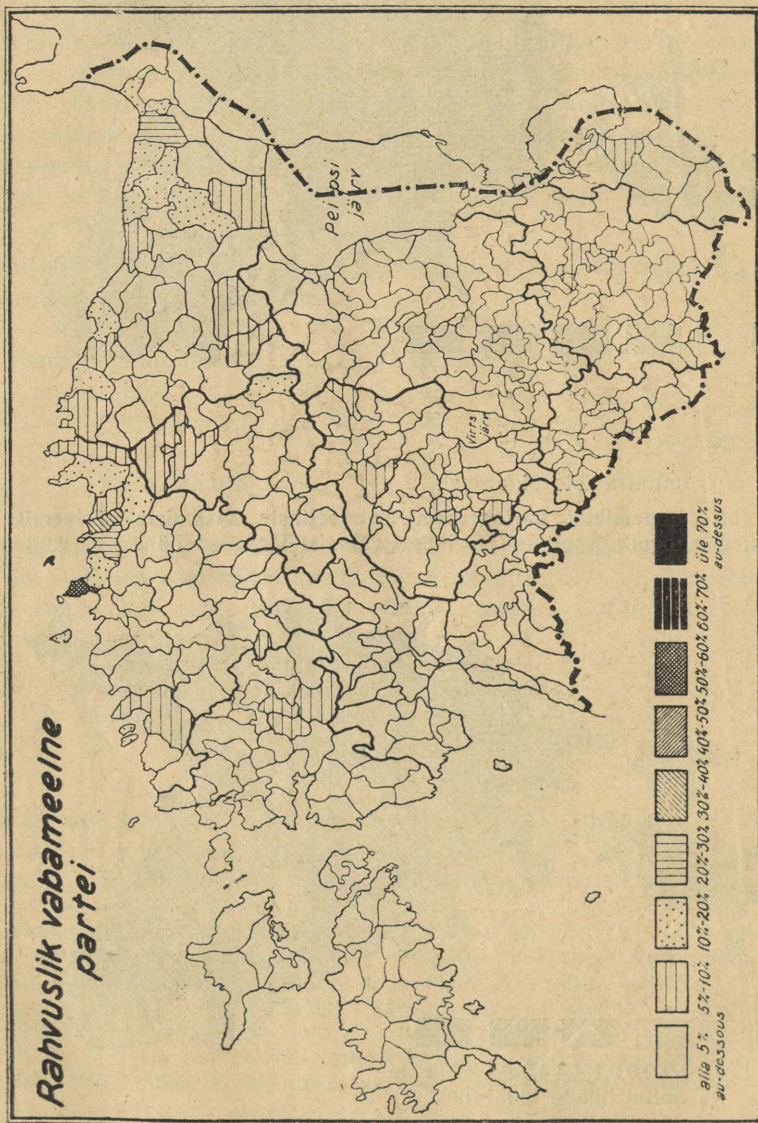


Joon. 53. Vahemiklik kartogramm aritmeetiliste keskmiste süsteemil. — Põllumeestekogude poolt IV Riigikogu valimistel saadud häälte % valdades.



Joon. 54. Vahemiklik kartogramm aritmeetiliste keskmiste süsteemil. — Kristliku rahvaerakonna poolt IV Riigikogu valimistel saadud häälte % valdades.

Nii kvartiilide jne. leidmine pikast arvudereast, veel enam keskrutse kõikumuse määritlemine, kui nad juhuslikult mitte käepärast pole, osutub igatahes palju tülikamaks kui kirjeldatud aritm. keskmiste süsteem, mis lihtne ega nõua matemaatilisi teadmusi.

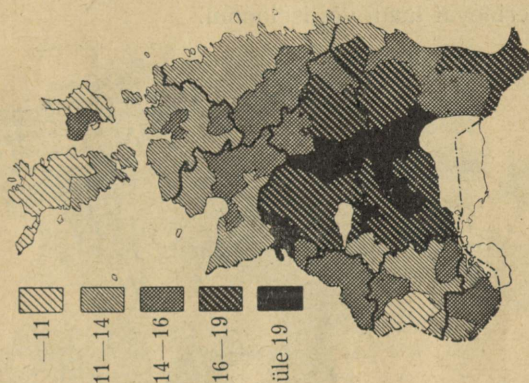


Joon. 55. Süsteemita vähemikkudega kartogramm. — Rahvusvabameelsete poolt II Riigikogu valimistel saadud häälte % valdades.

Joon. 53 ja 54 sisaldavad kaks aritm. keskmiste süsteemil vahemikustatud kartogrammi, milles näidatud põllumeestekogude ja krist-

liku rahvaerakonna poolt 1929. a. valimisel saadud häälte % . Neist paistab üsna selgesti, kus asuvad kummagi erakonna peatoetajad ja kus erakond rahva keskel üsna nõrka poolehoidu leidnud. Selge, et suure põllumeesterakonna % on teissugune kui väiksema erakonna oma. Tõepoolest põllumeeste miinimumi vahemik (— 15,4 %) on arvult tunduvalt suurem kui kr. rahvaerakonna maksimum (9,2 %—).

Kui siiski mõlema erakonna maksimumi valdkond kaetud ühtlase tumeda varjundiga, siis ei tule sellest muidugi mitte järeldada, nagu mõni pealiskaudselt vaadates ehk teeks, et nende häälte % oli seal otseteed sama suur.



Joon. 56. Aritmeetiliste keskmiste süsteemi kartogramm koguste kujutamisel. — Rukki-
saak 1930. a. (kvintaalides ha pealt).

Riigi keskmine 15,2 kv.

Kui keegi on huvitatud peamiselt arvude otsesest vastavusest ja mitte vahemikkude ühtlasest kujundamisest, siis võib ta vahemikud rahulikult puhtmehaaniliselt moodustada, ja neid teha võimalikult rohkem.

Kuid väga erineva intensiivsusega nähiste juures tekivad siis ka paratamatult säärased tulemused, nagu kartogr. 55 seda kujukalt näitab ühtede eelmiste valimiste kohta: rahvusvabameelsete poolt saadud häälte väikese % juures, mis kuuluvad (tarvitatud jaotuse kohaselt) kõik kolme vahemikku, ei paista kartogrammist (üksikult võetuna) õieti midagi.

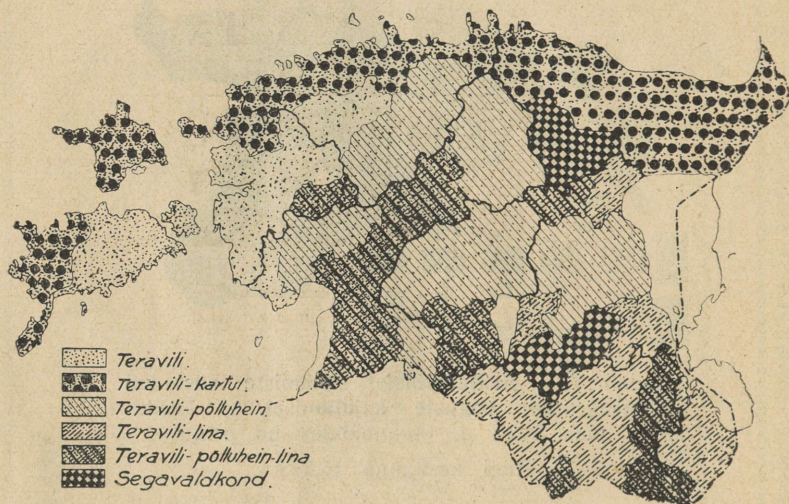
Muidugi võib selline küsimus kerkida vaid seal, kus vaadeldakse ühe ning sama nähise mitut alaliiki. Kus on tegemist erinevate nähis-

tega või koguni erinevate mõõduühikutega, ei saa valearusaamisi tekkidagi ja vahemikkude süsteemiline moodustamine on ainus sihile viiv tee.

Joon. 56 esitab veel ühe näite süsteemiliste vahemikkudega kartogrammist koguste kujutamisel.

23. Levikukartogramm (nähiste territoriaalse leviku kujutamine).

Vahemiklikust kartogrammist tuleb eraldada mitmesuguste nähiste territoriaalset levikut kujutav kartogramm. Viimases pole mingit nähise intensiivsusemäära vaatlemist, ja soovitakse näidata ainult nähise erinevat laadi või iseloomu.



Joon. 57. Levikukartogramm. — Põllukultuuride valdkonnad (vastava kultuuri rohkuse alusel külvipinnast).

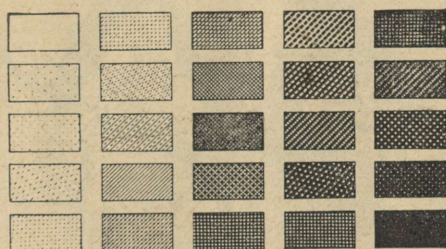
Kartogramm, kus selgitatud metsarohkus %-des üldpinnast, on intensiivsusekartogramm; teine aga, kus näidatud okas-, leht- ja segametsa territoriaalne levik, kuulub levikukartogrammide hulka. Esimene põhineb, näiteks, viiel vahemikul (näit., alla 5% pindalast, 5—10 jne.) ja vahemikud on näidatud kord-korralt tumeneva astendusega. Teisel aga on iga metsaliigi pindala kaetud eraldusvärvusega.

Kuna intensiivsus näidatakse sama värvuse mitmesuguste varjunditega, on eraldusvärvusiks soovitatav võtta erinevaid värvusi. Need võiksid olla kas kontrastsed või nähise sisu meeldetuletavad. Kõnesoleval kartogrammil oleks sobiv näidata okasmetsi pruuniga, leht-

metsi roheline ja segametsi mingi erapooletu värvusega (veel parem vahelduvalt pruuni ja roheline triibud).

Joon. 57 kujutab põllukultuuride valdkondi. Selle järgi, kui rohke % tähtsamad põllukultuurid külvipinnast moodustavad, on eraldatud teravilja, teravilja-kartuli jne. valdkonnad. Kartogrammil ei näe mingit arvu, küll aga seda, millise osa Eestist haarab vastav valdkond. Nende paremaks eristamiseks on võetud igale omapärane värvus.

Nagu käesolevaski, pole must-valgeis levikukartogrammes soovitatav tarvitada astendust meelde tuletavat värvust, vaid varjundite eriliike. Nagu joon. 58 näha, on isegi tagasihoidlikke varjundeid eelistades võimalik saavutada piisavalt suurt mitmekesidust.



Joon. 58. Varjundite eriliikide näiteid. —
30 erinevat tagasihoidliku varjundi liiki.

Joonisel esitatud varjundeid kasutab Am. Uhendriikide põllutöoministerium oma väljaandeis. Võrdlemisi lihtsa võtete muutmisega on siin 30 hästi erinevat varjundit saadud. 10—15 varjundi saavutamine pole aga kellelegi üle jõu käiv.

Mõningaid teisi näiteid levikukartogrammist oleks: üksikute rahvuste, keelte, uskude levik, põllusüsteemide vahekord jne.

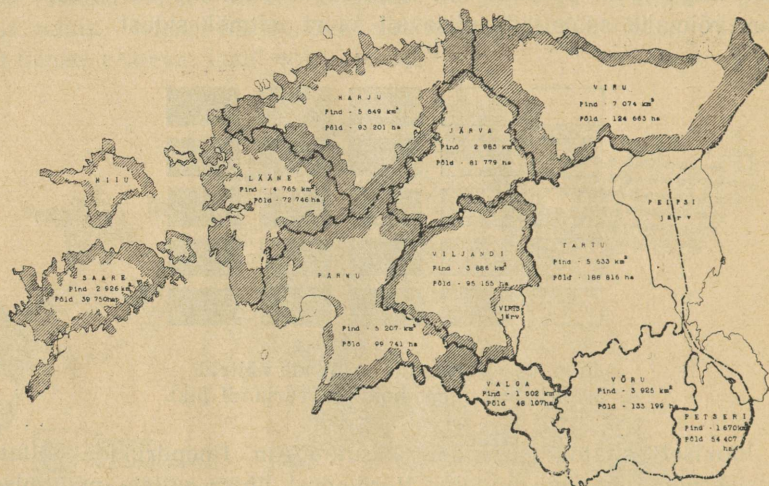
24. Territooriumi kohandamine erinõudeile.

Juba tulpjoonise vaatlemisel nägime, et nähise suuruse lihtsal võrdlemisel kujutise pind oli väikese tähtsusega. Kaks joont kõrvutamisel andsid mulje mõttes peaaegu sama palju kui kaks tulpa. Esijoones oli vaid kujutise kõrgus tajutav.

Iga kõrvalekaldumine lihtsaist sirgjoonelisist kujutisist viib veel suuremale selgusekaotamisele. Territoriaalühikute ebakorrapärsed, sakilised ja sopilised kontuurid aga püstitavad otse ülepääsematuid takistusi mingi valdkonna suuruse võrdluseks. Näiteks, joon. 57 võib küll saada üldmulje, et ulatuslikumad valdkonnad on teraviljal-

põldheinal ja teraviljal-kartulil, kuid kumb on tegelikult suurem, on raske öelda, kui pole käepärast vastavaid arvilisi andmeid.

Sellepärast jääb kartogrammi ülesandeks ikkagi vaid näidata nähise asukohta, selle intensiivsuse määra või levikut teataval maa-alal ja asjatu oleks talt nõuda rohkem. Seda on väga tähtis meele pidada, sest tihti võib saada valemuljeid. Joon. 49 vaadeldes näeme läänepoolsel Viljandimaa serval võrdlemisi suurt valdkonda 5—7,5 kartuli % külvipinnast, millest on loomulik järeldada, et seal asuvad suured maa-alad, kus 5—7,5 % külvipinnast kuulub kartulile. Tege-



Joon. 59. Territooriumi kohandamine erinõudeile. — Maapinna ja põllupinna vahetõrge maakondade järgi.

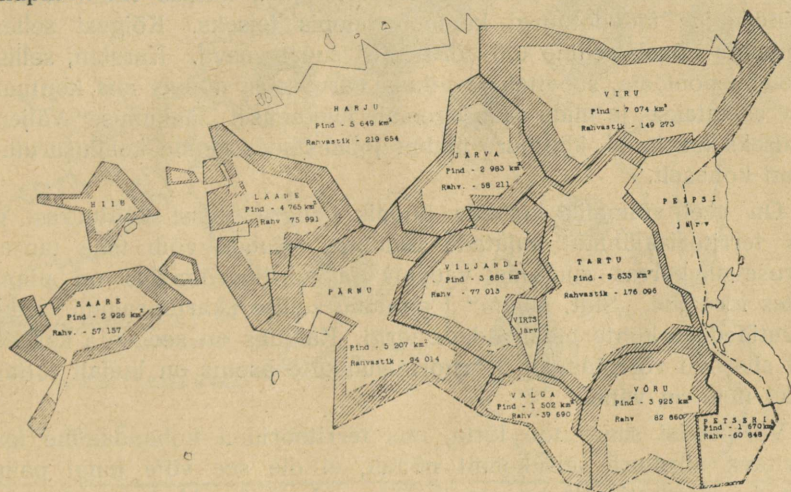
likult asuvad seal aga Vastsemõisa ja Suure-Kõpu vald, mis küll suuremaid maa-alalt, mis aga suures enamikus koostub soost. Järelikult ka kartuli osatähtsus ei ole sugugi proportsionaalne pinnalülitusega, võrreldes teistega.

Seepärast, kui kartogrammil mõnikord esineb hirmuäratavalt suur maa-ala mingi ereda värvusega kaetuna, siis selle kõrval asuv palju väiksem maa-ala teisest valdkonnast ei tarvitse sugugi oma võrdkaalult olla väiksem. Kartogramm näitab vaid, kus nähis on nii intensiivne või kuidas levinud, aga ei anna otsest võimalust võrrelda maa-ala pinnaliselt.

Sellise vastuolu näite esitab joon. 59. Meie 11 maakonna tavalistes piirides on näidatud põllumaa suhe üldpindalaga. Tartumaa, kus

põllupinda kõige rohkem (188 816 ha), on võetud normaalsuhteks (maakonna kontuur võrdub 5 663 km² ehk 188 816 ha põllumaaga). Kui nüüd tahta näidata mingeid andmeid põllupinna kohta muudes maakondades, kus põllupinda suhteliselt vähem, siis tuleb nende maakondade kontuure vastavalt vähendada.

Joon. 59 näemegi vähendatud maakondade kontuure. Harjumaa, mis pinnalt Tartumaaga peaaegu võrdne (5 649 km²), kaotab ligi poole oma pinnakontuurist, kuna omab põldu vaid 93 201 ha. Samuti kaotavad suurust kõik teised maakonnad peale kirdepoolse nurga, kus põllupinda rohkemal määral.



Joon. 60. Territooriumi kohandamine nurgeliste kontuuridele. — Rahvastiku kartogrammi proportsionaalsed kontuurid.

Joon. 59 näidatud maakondade sisemised kontuurid oleksid suurusel, mida tuleks kasutada kartogrammi koostamisel põllumaa kohta. Siis oleks kartogramm ka pinnaliselt õigeis proportsioones.

Joon. 60 on antud sarnanev näide rahvaarvu alusel, tarvitades maakondade lihtsustatud nurgelisi kontuure, mis pinnalt enam-vähem täpsalt vastavad algkontuurele. Tihedaimini asustatud Põlva maakonna pinnasuurus lugedes võrdseks selle maakonna rahvaarvuga, on kõik teised, rahvastikult hõredamad maad vähendatud. Selles vahekorras tehtud kartogramm annab ka pinnaliselt õige vahekorra rahvastiku suhtes.

Et kartogrammi pinnad oleksid õiges vahekorras, tuleb sama moodi toimida iga kujutatava ala kohaselt — territoorium alati kohandada erinõudeile.

Muidugi on seejuures veel eriraskusi peale pinna täpsa ümberarvestuse ja joonestamise. Vähendatud ja normaalsete kontuuride vahele jäävad terved ribad kartogrammi mitte kuuluvaid osi (joon. 59 ja 60 joonitatud osad). Neid võib muidugi katta mingi erapooletu värvusega, kuid ei saa öelda, et nad ei sega.

Selle vältimiseks on kaks teed. Ameerikas on hakatud territooriume muljuma kokku. Tehakse joon. 59 sarnane joonis valmis ja lükatakse eemalesattunud territooriumid üksteise ligi, neid muljudes kokku. Et seejuures kontuurid muutuvad, on selge: üks maa-ala venib pikemaks, teine läheb loperguseks jne., kuidas ruum nõuab. Ühendriikide üldkontuurgri kujuneb hoopis teiseks. Kõigest sellest hoolimata nõuab selline töö võrdlemisi suurt vaeva. Karsten, sellise süsteemi pooldaja, soovib tarvitada värvuselisi nõõpe, mis kontuuri sisse asetatakse, ja mida saab ligemale lükkamisel „muljumise“ väljendamiseks tarvitada, kontuure ümber joonestades nende kokkusurutud vormi kohaselt.

On veel võimalik loobuda hoopis geograafilisist kontuurest ja iga territoriaalühikut kujutada ruuduna. Ruudu võib teha täpsas suurusevahekorras suurema vaevata ja võrdlusvõimalus on pinna suhtes ideaalne. „Stat. album“ I sisaldab sellise „kartogrammi“ meie rahvatiheduse kohta maakondade järgi. Kahjuks on see võte kasulik vaid siis, kui võrreldavate territoriaalühikute asetus on küllalt tuttav ja kui neid on vähe.

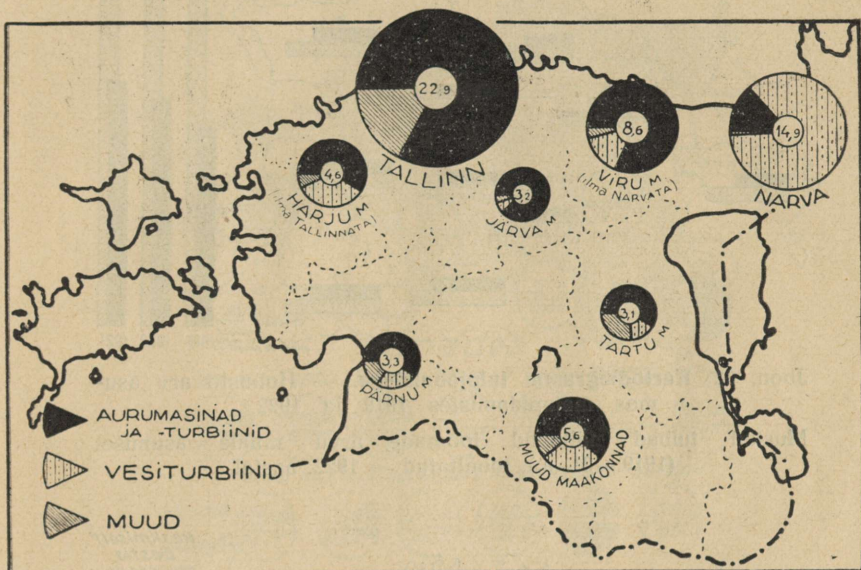
Võrdlemisi suure töö tõttu, mis territooriumi kohandamine iga soovitava võrdluse seisukohalt nõuab, ei ole see võte kuigi palju levinud. Teoreetiliselt on see ju õigem, kuid tegelikult murdjooneliste ja sopiliste pindadega territoriaalühikud ei paku ikkagi täpsaid võrdlusvõimalusi, olgu nad võetud lihtsal või ümberkohandatud kujul. Ja nelinurgad, olgugi territoriaalühikute paigutuse kohaselt asetatud, moodustavad sisuliselt pindjoonise, mille osad vaid omapäraselt asetatud.

II. Kartodiagrammid.

25. Diagrammide asetamine kaardile.

Kartodiagrammid tekivad dia- ja kartogrammide ühendamise teel samas joonises. Lihtsaimad kartodiagrammid kujunevad, joonestades kaardil iga territoriaalühiku piiridesse nelinurga, ringi, kolmnurga või m. s. geomeetrilise kujutise, mis tehtud proportsionaalselt nähise arvule selles territoriaalühikus.

Joon. 61 kujutab jõutoodangut Eestis. Maakondades tööleraken-
datud jõud on näidatud ringjoonistena, mille suurus proportsionaalne
hobujõudude arvuga. Igal ringil on peale selle näidatud jõu jagu-
nemine tähtsamate liikide järgi. Selliste ringjooniste kaardile paigu-
tamine võimaldab ringe territoriaalühikutega paremini siduda kui
nende lihtne kõrvuasetus. Pilk kartodiagrammile lubab tavaliselt kohe



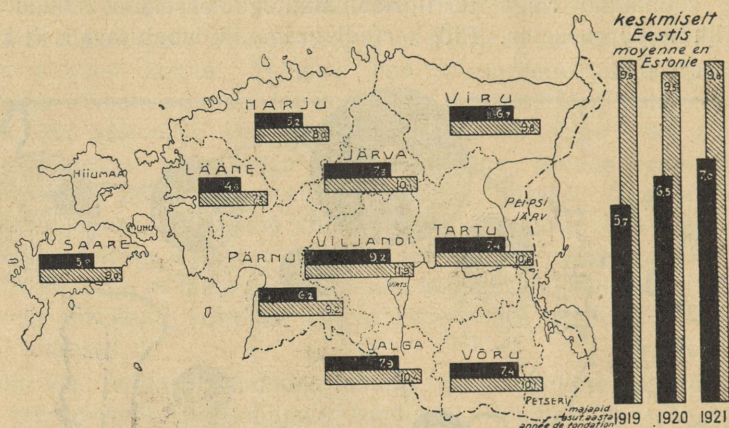
Joon. 61. Kartodiagramm ringjoonistega. — Jõusisseseadude võimsus 1923. a.

orienteeruda vaadeldava nähise intensiivsuses või levikus ja diagram-
mide edasine vaatlemine võimaldab näha ka üksikasju.

Kaardile asetatavaist kujutisist tuleb eelistada nelinurki, kuna
ringe on palju raskem võrrelda.

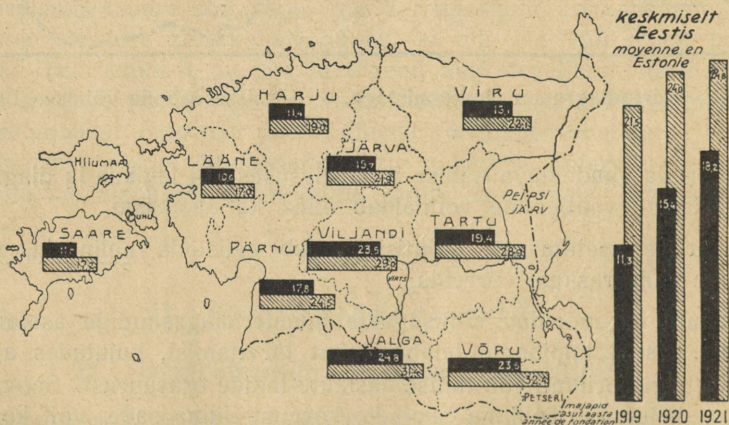
Samuti on mõeldav kõiksuguste muude diagrammide asetamine
kaardile. Isegi tulpjoonis leiab edukat tarvitamist, kujutades ajalisi
muutusi territooriumil või nähise üksikute liikide osasuurst. Soovides,
näiteks, kujutada Tallinna majade kõrgust linnaosade või koguni
kvartaalide järgi, oleks kõige selgem asetada linnaplaani vastavaisse
osadesse rõhtsalt asetatud tulpjoonised. Alumise tulba vastates esi-
mesele korrale, järgneva — teiselé jne. võib majade rohkust näidata
tulpage proportsionaalse pikkusega igas liigis.

Joon. 62 ja 63 esitavad kartodiagramme, kus asuma majapidamiste loomade arv võrreldud tulpadega maale asumise silmapilgul ja 1922. a. Selle kõrval täiendavad tulpjoonised näitavad loomade kasvu majapidamistes viimaste asutamisaastate järgi.



Joon. 62. Kartodiagramm tulpjoonistega. — Hobuste arv asuma majapidamistes 1919 ja 1922.

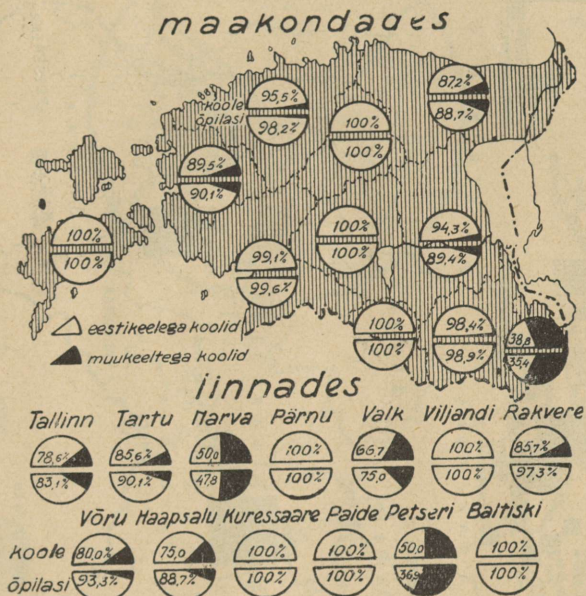
Mustad tulbad näitavad loomade arvu maale asumisel (1919.—21. a.), joonitatud — 1922. aastal.



Joon. 63. Kartodiagramm tulpjoonistega. — Veiste arv asuma majapidamistes 1919 ja 1922.

Mustad tulbad näitavad loomade arvu maale asumisel (1919.—21. a.), joonitatud — 1922. aastal.

Joon. 64 sisaldab näite poolringide kasutamisest. Ülemine ringipool igas maakonnas näitab koolide, alumine õpilaste jaotumise õppekeele järgi. Linnade vastavad andmed, mida käesolevale kartogrammile paigutada ei saa (maakondade pindala on vajalik maakondade andmeile), on antud kõrvutatud ringipooltena väljaspool kartogrammi.



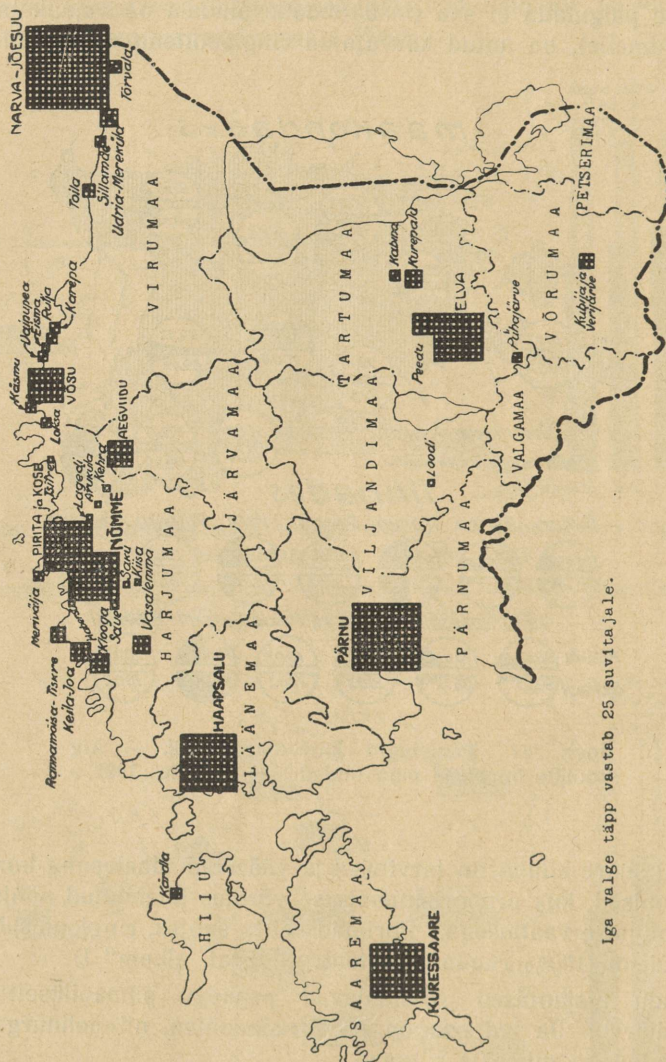
Joon. 64. Poolringid kartodiagrammil. — Algkoolide õppekeel maakondades ja linnades 1923. a.

Eriti suure eduga on tarvitusel ja väärivad tähelepanu kombineeritud joonised, kus proportsionaalsuse võrdlus ühendatud nähise sise-mise jaotumise vaatlusega. Parimad selles suhtes, ringjooniseist isegi selgemad, on 100% ruudud (näiteid vt. „Stat. album“ I).

Ruudu alajaotused võimaldavad peaaegu silmapilkselt lugeda protsendiarvu. Ja iga osa on proportsionaalne, nii nelinurgad, alajaotused kui ka viimaste rühmad.

Mõnikord on soovitav näidata mingit nähist absoluutarvudes ja tähtis on arvude kiire loetavus. Parimaks viisiks sel puhul on võtta väike nelinurk võrdsena mingi ümmarguse arvuga — 10, 1000 jne. Kümme nelinurka asetatakse üksteise peale, 20 — kahelt realt kümne-

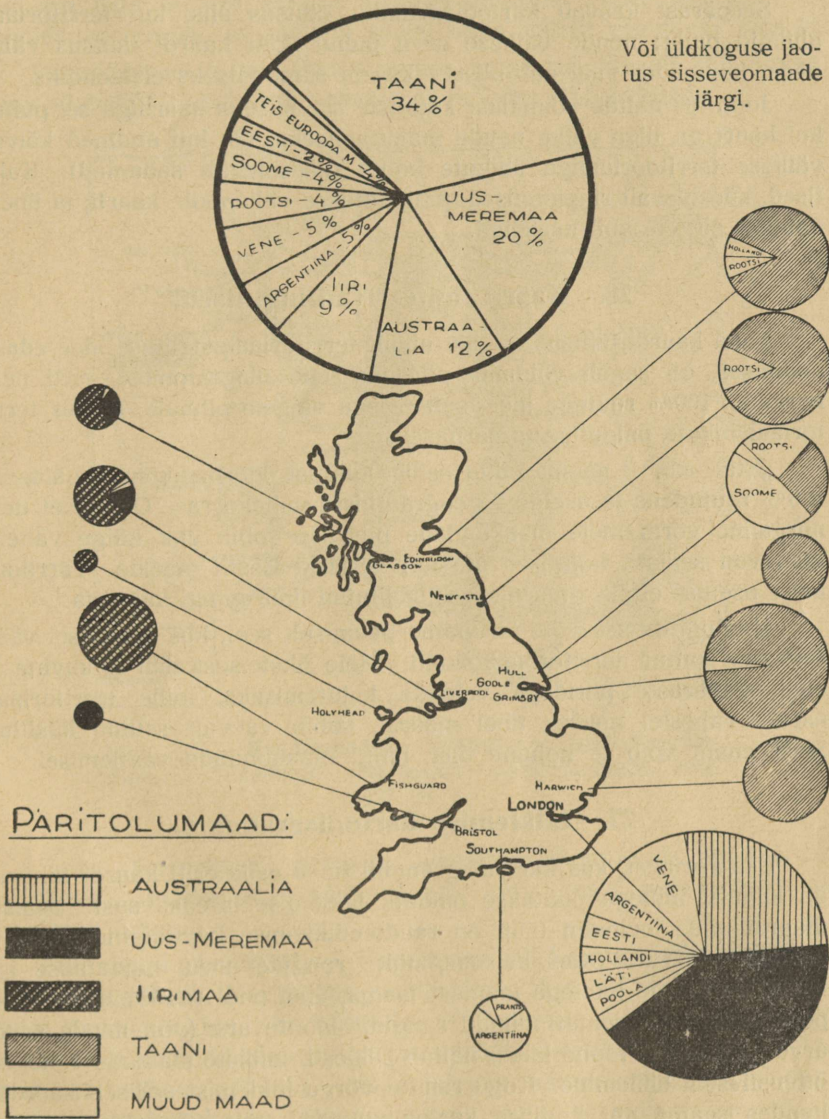
kaupa, 36 — kolmelt realt ja neljandas kuus nelinurka jne. Alaliigitused värvitakse või astendatakse, ning eesmärk on saavutatud.



Joon. 65. Aukudega ruundud arvude loetavuseks. — Suvitajad suvituskohiades 1928. a.

Joon. 65 näeme sama sihti taotlevat vastupidist võtet: mustade ruutude sees on valgete väikeruutudena (punktidena) märgitud suvitajate arv. Iga valge punkt vastab 25 suvitajale. Sellise joonise valmistamine on tehniliselt kergem.

Igal näitena esitatud kartodiagrammil võime kaardi geograafilised piirid kustutada, nelinurgad või ringid suuruselt või tähestikuliselt kõrvu lükata ning territoriaalühikute nimetusi juurde kirjutades leida



Joon. 66. Kujutiste sidumine kaardiga nende mittepealemahtumisel. — Või sissevedu Inglismaale 1929. a.

vaadeldes kõik tähtsam, mis üldse leida oli. Sisuliselt on kartodiagrammis diagrammiline osa tähtsam, kuna kaart on vaid tagapinnaks, mis esitatud andmeid lubab tajuda ka ruumiliselt.

Seepärast kasvab kartodiagrammi tähtsus siis, kui territoriaalühikuid palju; nende väikese arvu puhul võib kaardi tähtsus väheneda, kujunedes vaid puhtilustavaks või sümboolseks elemendiks.

Joon. 66 näitab võimalust kujutiste sidumiseks kaardiga sel puhul, kui kaart on liiga väike nende mahutamiseks, või kui andmed käivad väikese territooriumiga ühikute kohta (käesolevalt sadamad). Kujutised, käesolevalt ringjoonised, paigutatakse väljapoole kaarti, ja ühendatakse sirgete abil kaardiga.

26. Kaarti imiteerivad kujutised.

Kuna kaardi tähtsus on siin ainult territoriaalpaigutuse idee edasiandmises, on sageli võimalik piirduda vaid diagrammide, eriti nelinurkade, 100% ruutude jne. asetamisega valgele pinnale, umbes territoriaalühikute paigutusega sarnaselt.

„Stat. alb.“ I näeme mitut sellist kujutist, kus maakonnad näidatud 100% ruutudena ja asetatud geograafilises vahekorras. Olgugi et nelinurgaline vorm meie maakondade piiridele sobib ehk kõige vähem, tuletavad sellised kujutised üldjoontes siiski Eestit meelde. Territoriaalse asetuse efekt on seejuures säilitatud ilma mingi kaardita.

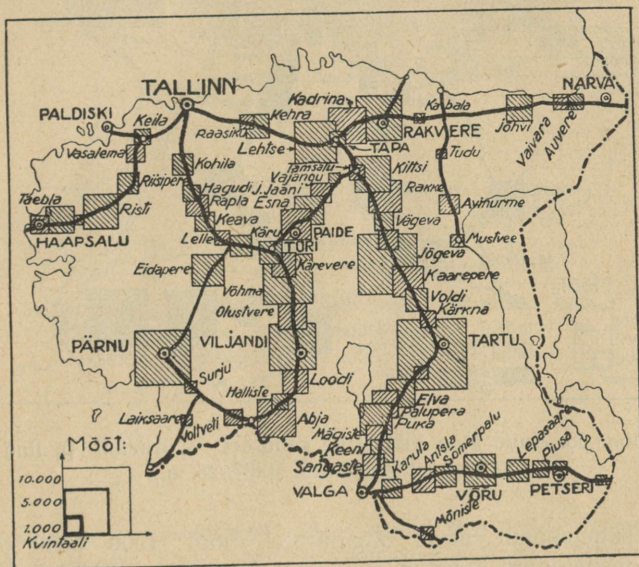
Muidugi on see võte tarvitatav peamiselt seal, kus käsitlusel väiksem arv tuntud territoriaalühikuid. Meie üksteisest läbi lõikuvate ja ebakorrapäraste piiridega valdade kujutamiseks, mille territoriaalasetus vähestel meeles täiel määral, sobib vaevalt selline käsitlus. Seda enam võib ta kohane olla, näit., maakondade vaatlemisel.

27. Liiklemise kartodiagrammid.

Üks vormest, kus kartodiagrammil tuleb esile eriti kaardi tähtsus, on kujutis, millega püütakse näidata liiklemise intensiivsust. Selliste diagrammide levinuim tüüp on raudteeliiklemise kujutamine üksikute jaamade vahel. Võttes aluseks, näit., rongide arvu, näidatakse iga läinud rong ühe joonega jaamast jaama, ühel pool raudteeliini. Teisel pool näidatakse samuti tulnud rongid. Joonte arv (või, nende suure arvu puhul, ühe joone laius) näitab selgesti, milliste jaamade vahel on intensiivsem liiklemine. Kogu raudteevõrgu liiklemist selliselt kaardile kandes saame nn. lindilise kartodiagrammi, mis võimaldab hõlpsat orienteerumist. Muidugi võib leida veel täpsamaid liiklemise iseloomustusi — veetud reisijate arvu, veetud kaupade kaalu jne.

Lindiliste kartodiagrammide valmistamisel esineb tavaliselt see raskus, et mõne punkti vahel on liiklemine teistega võrreldes liiga suur. Kui mõõdualuseks võtta väikese intensiivsusega koht, kujuneb seal siis liiga lai lint, mis ei mahugi joonisele. Tehes aga seal lint rahuldavas laisuses, ei suudeta mujal anda küllalt eralduvat täpsust.

Väljapääsuks on siin ikka suurema hulga rahuldavalt kujutamine, kuna sõlmekohti veel eraldi suuremas mõõdus võib kujutada.

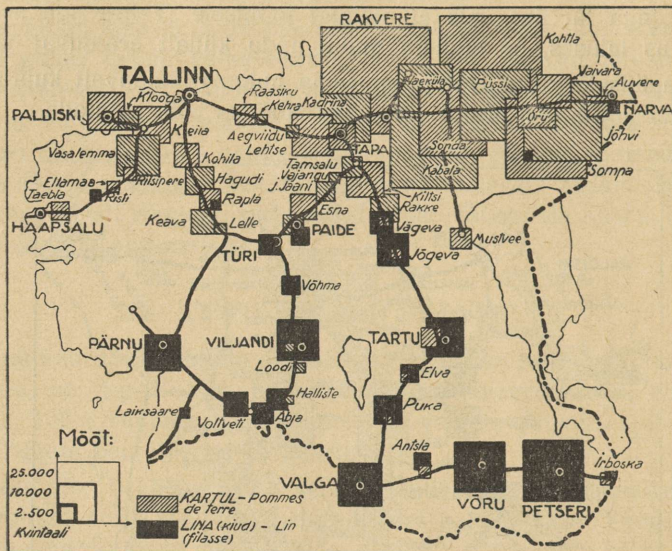


Joon. 67. Raudteevõrkude intensiivsus kartodiagrammina. — Saadetud võikogused raudteejaamade järgi (1927./28. a.).

Teine, teoreetiliselt peaaegu ideaalne lahendusviis on see, et liiklemise intensiivsust ei näidata mitte kõrvu, vaid peal, nagu ka loogiliselt õigem.

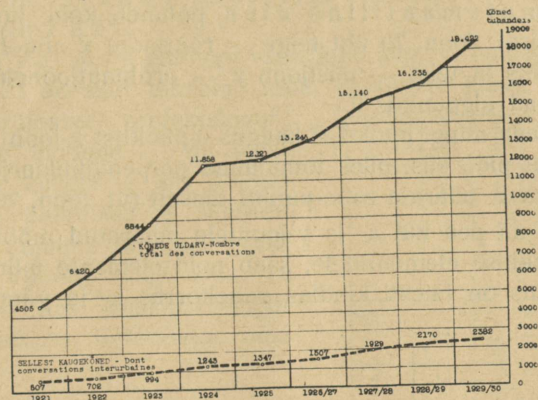
Frankfurdi tänavraudtee reisijatevedu oli Leipzigi näitusel kujutatud suurel plaanil, kus mööda raudteeline, üksteise peale, olid kinnitatud puuribad. Iga riba võrdudes 4000 veetud reisijaga oli ribadid kleebitud liiklemistihedaimas kohas 16 tükki ülestikku, mujal arvudele vastavalt vähem. Ribade üldine kõrgus näitas selgesti liiklemise intensiivsust igas kohas. Muidugi nõuab sellise kartodiagrammi täppis valmistamine suurt tehnilist tööd ja kulu, nii et selle valmistamine tuleks kõneste vaid eriotstarvete puhul.

Teataval määral liginevad sellele joonisetüübile joon. 67 ja 68 esitatud või, kartuli ja lina veo kujutised raudteel proportsionaalsete ruu-



Joon. 68. Kahe aine liiklemine raudteel. — Kartuli- ja lina-saadetised raudteel (1927./28. a.).

tudena: Tähelepanu väärib omapärane mõõt: 1000—5000 ja 10 000 kvintaali on näidatud ühisnurksete ruutudena; soovi korral võib samal ruudul interpoolida ka vahepealsed mõõdu.



Joon. 69. Kõver mõõduvõrgu pealmise osa kõrvaldamisega. — Telefonikõnede üldarv ja kaugekõned 1921—1930.

C. Kõverad.

Mõned autorid klassifitseerivad kõveraid linearsete diagrammidena, lugedes neid pealegi lihtsaimaks sellekohaseks vormiks. Aluseks võtavad nad seejuures asjaolu, et kõver on vaid joon, järelikult geomeetriselt lihtsam vorm kui nelinurk või ring. Karsten loob koguni tervikuna esineva süsteemi, minnes lihtsamalt vormelt komplitseeritumate poole. See süsteem algab punktidest (teoreetiliselt mõõtmeta ühik), läheb üle joonte, mille hulgas ka kõverad (üks mõõde), siirdub sealt kujutisile (2 mõõdet) ja stereomeetrisile kujutisile (3 mõõdet).

Selle süsteemi tervikkikkus on vaid näiline. Rääkimata punktidest, mille näiteina tuuakse vaid punktitud kartogramm, on kõverate joondiagrammi liiki arvamine ebaõige.

Olgugi et peatähelepanu kõveral alati on koondatud just kõverjoonele endale, on viimane vaid üks osa sest süsteemist, kuhu ta kuulub: ta on oma koordinaatistiku lahutamatu osa ega saa oleeda sellest. Iga kõver koosneb x- ja y-koordinaatidest. Kui võtame nende äärmisteks piirideks alusjoone, kahelt poolt kõrvalt — esimese ja viimase y-koordinaatjoone, siis kõverjoon jääb saadava kujutise pealmiseks servaks (paistab eriti selgelt joon. 69).

Järelikult on kõver sisuliselt mitmenurkne kujutis — polügoon, ja mitte lihtne joon. Huvitav, et sama Karsten teisel räägibki kõvera „pehmendatud polügoonjoonest“.

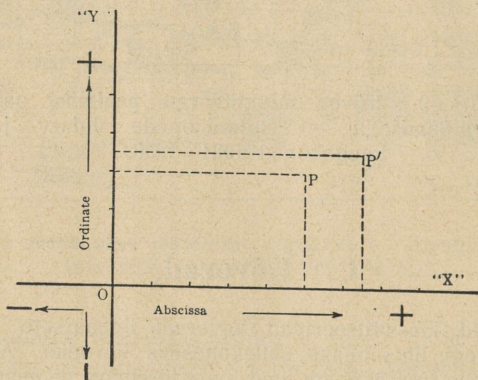
I. Kõverad lihtmöödul.

28. Kõvera joonestamise põhimõtted.

Kõvera matemaatiline alus põhineb kahe koordineeritud telje tarvitamisel. Joon. 70 üht telge — rõhtjoont x nimetatakse tavaliselt abstsissiks ja teist — püstjoont y — ordinaatjooneks. Mõlemad jooned ristuvad algpunktis 0 .

Kui on teada mingi punkti P kaugus 0 -punktist x -joont pidi, samuti kõrgus y -joont pidi, siis, olles tõmmanud perpendikulaarjooned mõlemast teljest, saab määrata selle punkti täpsalt (vt. joon. 70).

Järelikult nii pea kui x - ja y -joontele määratud mõõtmeline vastavus mingi nähise elementidele, saab neid elemente märkida täpsalt punktidega, mis on täiesti kindlas vahekorras x - ja y -joontega.



Joon. 70. Kõvera koordinaadistik.

Kuna kõik suurused 0 -punktist üles ja paremale minnes suurenevad (+ määrgiga), alla ja vasakule minnes aga vähenevad (— määrgiga), tarvitatakse tavaliselt ainult kvadranti ülemist paremat veerandit $0x$ ja $0y$. Selles on siis punktist 0 alates kõik suurused + määrgiga. Teiste sõnadega, peale eriotstarbeliste jooniste tehakse kõik kõverad mõõdus vasakult paremale ja alt üles.

Tavaliselt näitab x -joon aega, ruumi või olu alajaotusi, y -joon kogust või sagedust.

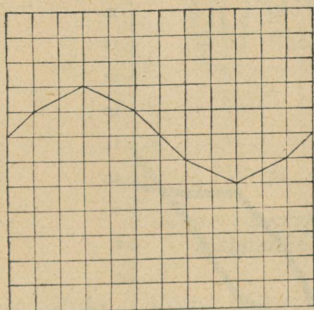
Seepärast võime edaspidi x -joont nimetada alusjooneks, y -joont öeldisjooneks.

Nii alus- kui öeldisjoonele märgitakse mõõd arvu juurdekirjutamise teel, nagu see näha kõigis näitena esitatud jooniseis. Mõnede ümmarguste mõõduarvu juurest tõmmatakse tavaliselt täiendavad

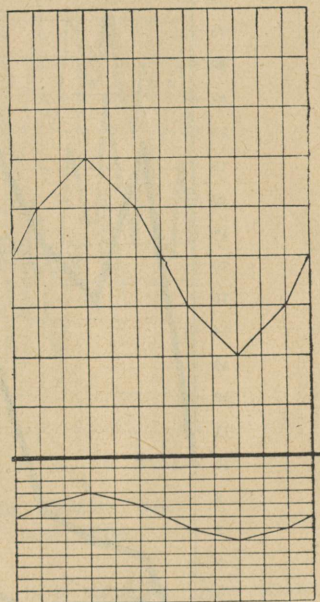
koordinaadid lisaks alus- ja öeldisjoonele. Nii kujuneb mõõduvõrk, mille abil kerge on vastavaid arvusid joonisel märkida punktidenä.

Punktide omavahel otsejoontega ühendamisega saame kõvera, mis sisuliselt on arvude asetamine pinnale koordinaatidesüsteemi abil.

Mõõdu valik on muidugi vaba, kuid alus- ja öeldisjoone mõõdu vahekorral on suur tähtsus. Joon. 71 kõvera jaoks võetud mõõt on nn. „normaalne projektsioon“, kus mõlemad mõõdud — nii alusjoon kui ka kõrgus — on võetud ühesuurustes ühikutes, ja seetõttu mõõduvõrk kujuneb ühtlaste nelinurkadena. Võtame nüüd joon. 72 alumise osa, kus alusjoone mõõt on jäänud samaks, öeldisjoone oma



Joon. 71. Mõõdu normaalne projektsioon (mõõduühikud ühesuurused).



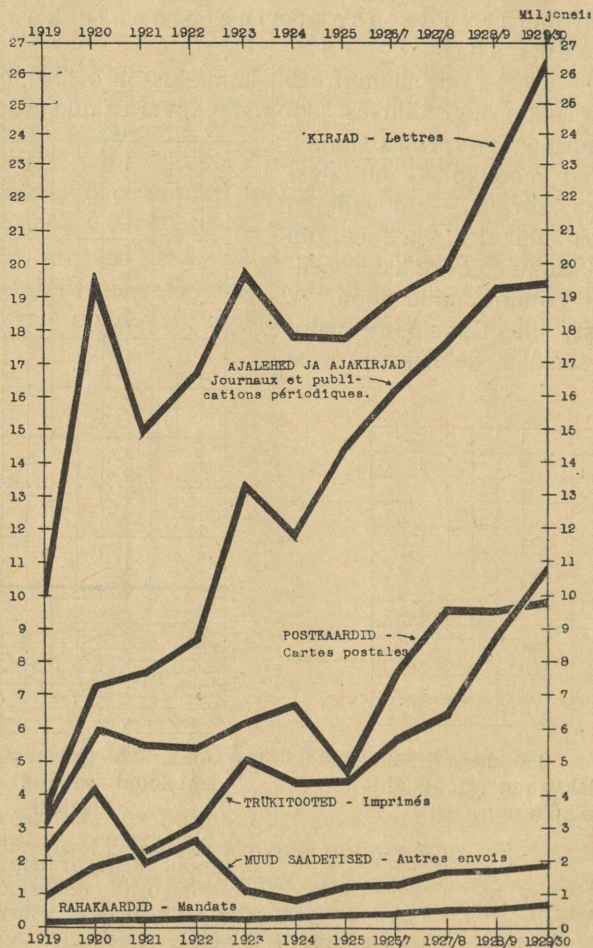
Joon. 72. Normaalset projektsiooni muutmise tagajärjed.

Ülemine osa — öeldisjoone mõõt kahekordistatud, alumine osa — öeldisjoone mõõt kahekordselt vähendatud.

aga poole võrra vähendatud, siis ei tunne me enam sama kõverat seal ära — selle kõikumused on vähenenud tunduvalt. Ümberpöörduvalt, suurendades öeldisjoone mõõtu kahekordselt (joon. 72, ülemine osa) omab sama kõver palju suuremat hüppelisust.

Sellest on selge, et mõõdud, vähendades või suurendades kõvera liikumist, mõjustavad muljeid kõvera iseloomu kohta suurimal määral. Muidugi jääb kõvera asetamine arvudes alati samaks, kuid mõõtude ebaõnnestunud vahekorral võib viia valejäreldeksile.

Õige vahekorra määritlemiseks on raske anda mingit kõikjal maksvat eeskirja, kuid kahte nõuet võib siiski pidada silmas. Alusjoone mõõdu kindlaksmääramise järel tuleb öeldisjoone mõõt võtta:



Joon. 73. Kõverad mõõduvõrgu pealekandmiseta. — Postisaadetiste arvu areng 1919—1930.

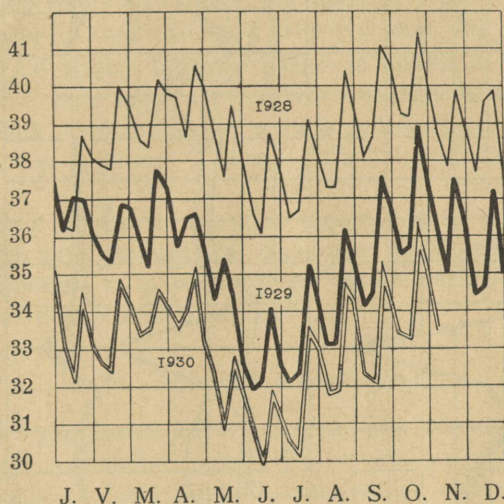
- 1) nii suur, et kõik tähtsamad kõikumused selgesti paistaksid;
- 2) nii väike, et suurimaid tõuse kujutav tipp oleks veel parajate längjoontega ega muutuks nõelaks.

Kui siiski tegemist on mingi erakorralise tõusuga, mis, näit., 10-kordselt muude arvude kõikumusi ületab, võib selle tipu rahulikult

viia väljapoole joonist. Sel puhul on soovitatav kirjutada juurde see arv, milliseni kõver ei küüni (tipu väljumise kohal mõõduvõrgust).

Vanasti oli mõeks anda nii tihedat mõõduvõrku kui vähegi võimalik, ja ideaaliks oli, et iga üksik kõvera punkt saaks omale märgitud koordinaadid. Tagajärjeks oli, et kõverad ise muutusid

Milj. kr.



Joon. 74. Koordinaadistiku alumise osa ärajätmine. — Liikvel olev raha.

nähtamatuks. Võib, näiteks, kujutella, mis sünniks, kui joon. 83, kus näidatud andmed kuude järgi, kitsas ruumis tõmbaksime veel püstjooned iga kuu märkimiseks.

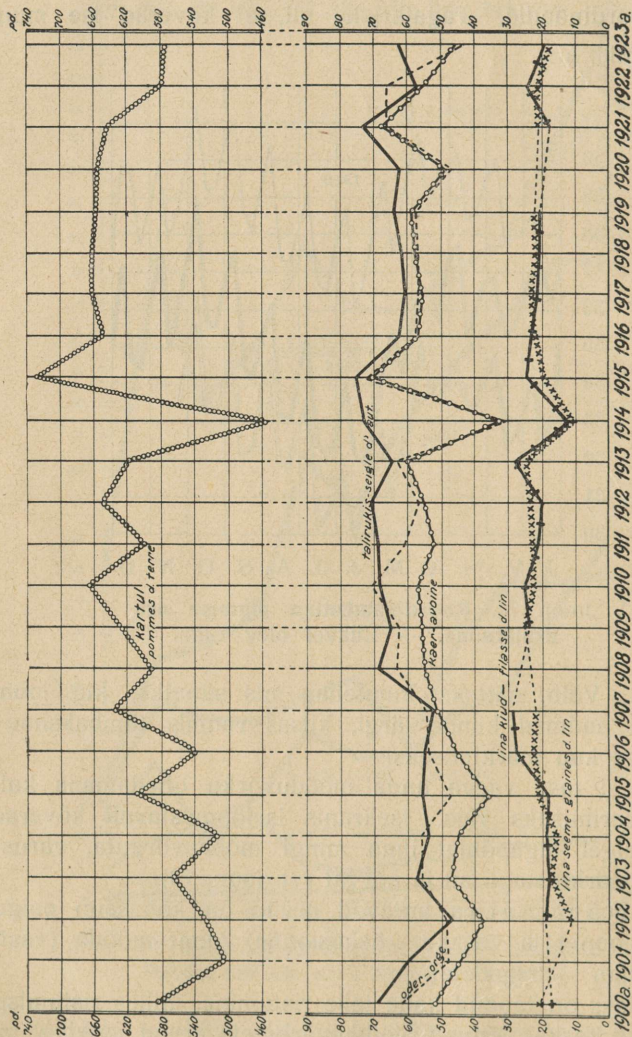
Tõeliselt ei tasu vaeva anda mõõduvõrku tihedamana kui just silma orienteerimiseks vaja. Iseäranis iseloomustavad kõverad on selgeimad valgel tagapõhjal ilma mingi mõõduvõrguta, varustatud ainult mõõdumärkmetega all ja kõrval (vt. joon. 73).

Mõõdumärkmeina antavad arvud on kohaseim paigutada alumist (alusjoone) ja vasakut (õeldisjoone) joont mööda (vastavalt koordinaadistiku + telgedele).

Kui joonises on toodud kahe telje ristumine, milles ristumispunkt 0 asub joonise keskel, käivad mõõdumärkmete arvud muidugi mööda vastavaid telgi risti läbi joonise.

Mõnikord jääb kõvera enda ja alusjoone vahel niipalju ruumi, et tõuseb tahtmine visata ära joonise alumine osa ja anda ainult kõver ise paari lähema koordinaadiga. Siin on kiusatus suurem

kui tulpoonise alumiste otste kõrvaldamisel (vrd. eespool), kuna kõvera ja alusjoone vahel nähtav side nagu puuduks. Tagajärgi näitab joon. 74. Joonisel on jäetud ära kolmveerand alumisest osast



Joon. 75. Mõõduvõrgu kalkestamine suuruselt erinevate arvude ühte-toomiseks. — Põllukultuuride keskmised saagid (1 ha pealt puudades).

Kartuli sadades puudades ja muude kultuuride kümnetes puudades väljendatud arvud on 90—400 vahel mõõduvõrgu ärajätmise teel toodud ligemale.

(1—30 miljonini) ja toodud vaid ülemine veerand (30—41 milj.). Selles üksi võetud ülemises osas paistab kõvera käik moonutatuna ja kõikumused liialdatuina.

Seepärast alati on soovitatav näidata kõvera pörand — alusjoon. 0-joone mittepaigutamine joonisele võib kõvera suuna ja muutuste intensiivsuse kohta anda vale kujutluse.

Kui 0-joone paigutamine joonisele on tehniliselt raske (näiteks, kõverate liiga suurel kaugusel 0-joonest), on otstarbekas joonise alumist osa näiliselt katkestada, mitte aga liiga kõvera ligi.

Samuti tuleb toimida juhtudel, kus ühele ja samale joonisele peab paigutama suuruselt liiga erinevaid arve (vt. joon. 75).

Alusjoone erilise tähtsuse pärast ja ühtlasi kergemaks orienteerumiseks võib teda märkida teise värvusega, jämeda joonega jne., eriti kui ta asub joonise keskel arvude mõlemapoolse piirina.

Joonistel, kus näidatud %, leiab erilist allakriipsutamist muidugi 100% joon.

Kõik pealkirjad ja arvud joonisel tuleb asetada vasakult paremale loetavaina, samuti ka alusjoone mõõdumärkmed. Ruumi- puudusel alusjoonel on parem mõned mõõdumärkmete arvud jätta vahele, kui hakata kirjutama püsti.

29. Kõvera väliskujust.

Tavaliselt kujundavad kõvera sirged, mis otsejoones ühendavad koordinaadistikule asetatud punkte. Kui arvata, et kõver on tekkinud tulpjoonisest, siis on need punktid asetatud iga tulba ülaserva keskohta.

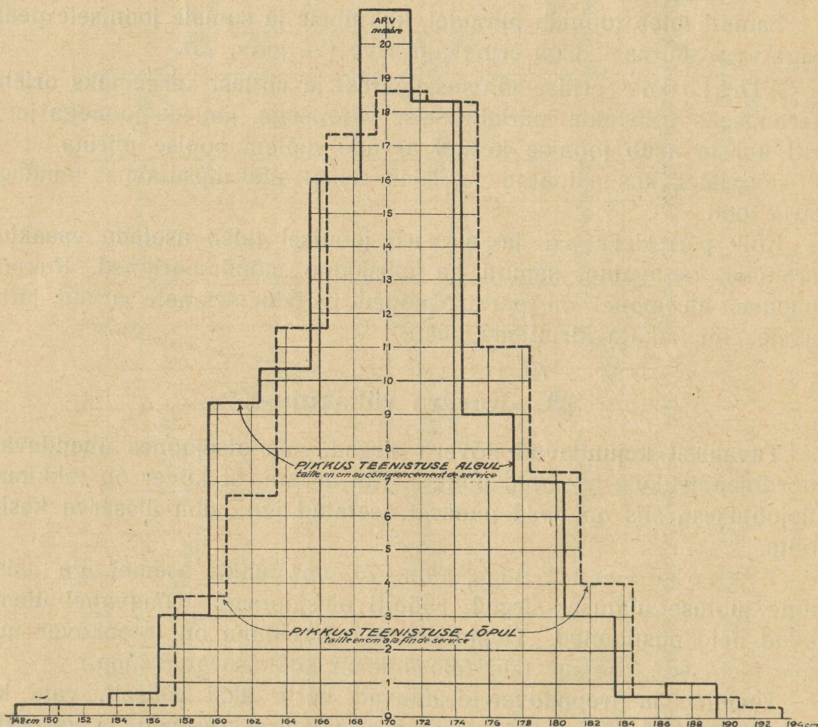
Treppkõveral, nagu joon. 76, on punkti asemel iga alusjoone jaotuse ulatusel sirged, rööbiti alusjoonega. Omavahel ühendavad neid püstjooned. Tulpjoonisega võrrelduna on treppkõver tulpade ülaotsade kontuur (kui tulpastik on kokkusurutud kujul).

Tavaline ja treppkõver eralduvad mitte üksi väliselt, vaid ka pinnaliselt. Kui võtta pind alusjoonest tavalise kõverani, ja võrrelda pinnaga, mis on treppkõvera ja alusjoone vahel, siis näeme, et tavaline kõver lõikab iga treppkõvera välisnurkadest maha väikesed kolmnurgad ja annab neid juurde sisenurkadele. Mahalõigatud ja juurdeantud kolmnurkade üldsumma on võrdne, kuid iga üksiku välisnurga suurus ei võrdu vastava sisenurgaga.

Sellest kaks järeldust: 1) ühel ja samal diagrammil ei saa kõrvuti asetada tavalist ja treppkõverat — nad ei ole võrreldavad; 2) kui on tähtis, et ka kõveraalune pind oleks võrreldav, ja täpsalt suurusele vastav iga alusjoone jaotuse kohta, tuleb tarvitada tingimata treppkõverat.

Treppkõvera kõrval võiksime eristada veel täisnurkse kõvera. Need on juhud, kus tarvitatakse küll tavalist kõvera joonestamise

viisi, kuid andmed oma laadilt on sellised, et nende joonestamisel iseendast kujunevad täisnurksed jooned. Sellised on enamik börsiväärtusi, diskonto % ja hindu näitavad kõverad. Kõverjoon näitab teatud aja kestel sama tasapinda — sirgena. Siis tuleb äkiline hüpe üles või alla (vertikaalne sirge) ja uue tasapinna



Joon. 76. Treppkõver. — Sõdurite pikkus teenistusaja alul ja lõpul. Mõõdudvõrk on jäetud ainult kõvera kontuuride sisse, väljaspool kustutatud. Alusjoonel on pikkus sm, püstjoonel (vt. keskel) vastava pikkusega sõdurite arv.

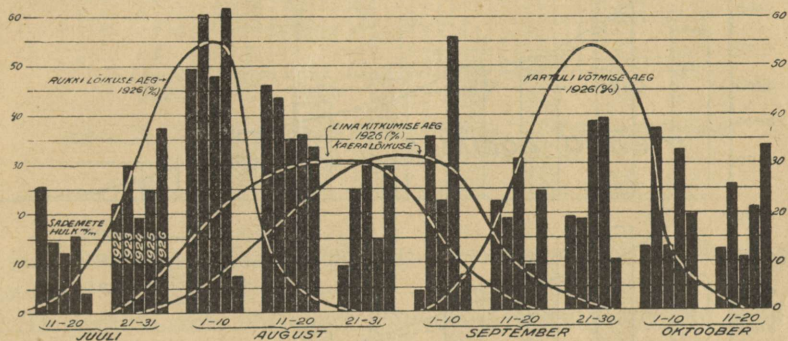
jälgimine teatud aja kestel. Olgugi et välimuselt selline joonis on treppkõvera laadi, pole ta ometi see (näiteks, ei tee raskusi sellise kõvera ühtesetamine tavaliste kõveratega). Mõned autorid nimetavad sellist pseudo-treppkõveraks (vt. joon. 94).

Nähised, mille iseloom eeldab järjekindlat arengut, tõusu või mõõna, kujutatakse tihti lainelise kõveraga, tõmmates punktist punkti sirgjoonte asemel ümmardatud jooned ja püüdes vältida

teravaid nurki. Selline laineline areng sobib rohkem meie kujutlusele ja on nagu rohkem kokkukõlas tõelikkusega. Eriti kohane on see seal, kus tegemist vältava tegevuse või seisundiga, nagu haiguste arvu liikumine. Iga haigusjuht ei kao korraga, vaid kestab teatud aja; vahepeal lisanduvad sellele uued juhud jne.

Laineline kõver on samuti väga kohane üksikute tegevuste alguse, tõusu, maksimumi ja kahanemise jälgimiseks, eriti kui need tegevused on üksteisest läbi põimunud. Joon. 77 on suviste põllutööajajätkude vaheldumine üksteisega tabavalt haaratud.

Ümmardatud kõverad leiavad erilist tarvitamist sageduskurvis (vt. ptk. 35).



Joon. 77. Lainekõver (tegevuste vaheldumise kohta). — Põllutööde järgnevus ja kestus 1922—26.

Mustad tulbad näitavad võrdlevat sademete kogust iga aasta kohta eraldi dekaadide (10 päeva) kaupa. Lainelised kõverad väljendavad tööde algust, lõppu ja maksimumi 1926. a.

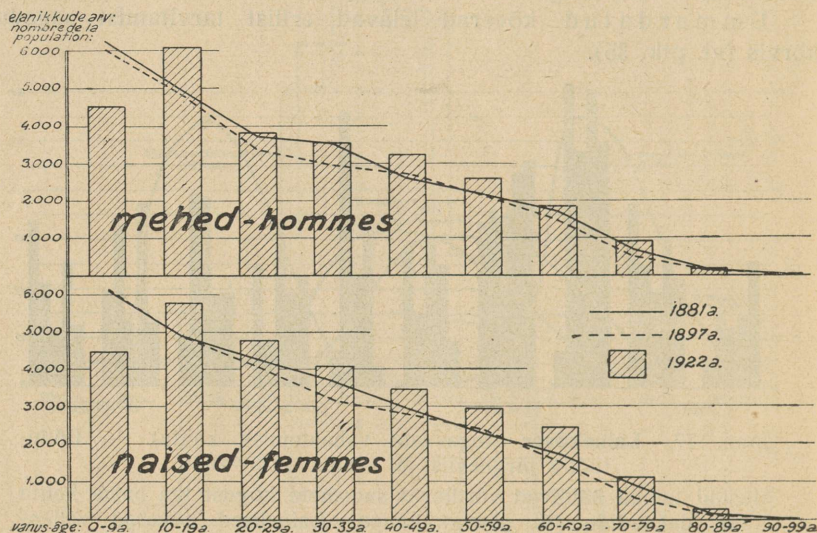
Üksikuid ja väikesearvulisi vaatlusi väljendavad kõverad on näitlikumad siis, kui neile on lisandatud need vaatlused, igäüks eraldi. Parim viis seda teha on üksikuid vaatlusi märkida ristikestega (või punktidega). Selliste ristikeste asetus lubab ka kõvera kasutajatel oma järeldusi teha kõvera suuna üle ja selle autorilt langeb vastutus erapoolikuses. Ristikeste paigutamiseks kulub küll veidi rohkem aega, aga selle eest on autoril rohkem võimalusi süveneda nähisesse ja vältida liiga kiiresti ja räpakalt tehtud järelduste ekslikkust.

Kui vaatlusi on liiga vähe, loobutakse teinekord hoopis kõvera tõmbamisest joonena ja kogu joonis sisaldab vaid neid ristikesi või punkte, nii et meil on tegu kõverjooneta kõveraga.

Tavaliselt siiski vaatluste tihedaimat kohta mööda tõmmatakse ka joon, mis võimaldab paremat orienteerumist.

30. Kõver ja tulpjoonis.

Kõvera lähedat sugulust tulpjoonisega tõendab joonis 78. Järvamaa rahvastiku vanuskoostis, mis 1922. a. andmeil kujutatud tulpadena, on kõrvuti kahe eelmise rahvalugemise andmeid näitavate kõveratega. Vaadeldaval juhul on 1922. a. tulpadega tehtud viimaste andmete rõhutamiseks, ent muidugi oleks võinud ka eelmiste rahvalugemiste andmed olla näidatud kas kõrvale või taha asetatud tulpadega, samuti kõik kolm arvuderida esineda kõverate kujul.



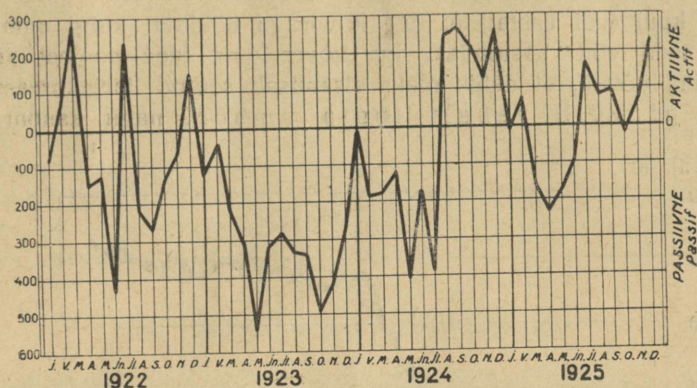
Joon. 78. Kõver ja tulpjoonis. — Rahvastiku jaotus vanuse järgi 1881.—1922. a. Järvamaal.

Tõepoolest, tavalises tulpjoonises on ainult tulpade kõrgusel tähtsust. Sama saavutab aga ka kõver palju lihtsamalt, märkides kõrgusi punktidega, mis nähtavuse suurendamiseks omavahel ühendatud joontega.

Pealegi ei saa tulpjoonises võrdlemiseks näidata kõrvuti üle kolme-nelja nähise, kõveraid aga, eriti logaritmilise mõõdu tarvitamisel, saab kõrvutada peaaegu piiramatul arvul. Ligi kolm korda väiksema joonestamistö ja kompaktsema mahtuvuse tõttu on kõverad praktiliselt tõrjunud välja tulpjoonised kõikjalt, kus vajalik kiirus, eriti aga analüüsi- ja tööjooniste alal.

Kui andmete territoriaalse vaatluse jaoks on asendamatuks tööabinõuks kartogramm, siis enamiku muude alade jaoks on selleks

saanud kõverad. Nende käsitlemise areng, eriti viimasel ajal, on avastanud terve rea uusi alasid, kus kõverate tarvitamine loob



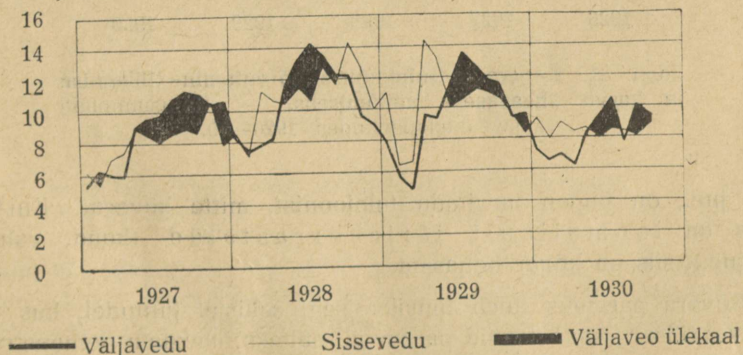
Joon. 79. Kõver tulpjoonist asendamas. — Väliskaubanduse aktiivsus ja passiivsus 1922—25.

Joon. 12 näitas sama nähist tulpjoonisena.

võimalused sügavamaks analüüsimis- ja uurimistööks kui ükski teine joonis.

Tulpjoonis võib lihtsamal juhtudel asendada kõverat, kuid ei tule üldse küsimusse komplitseeritumate jooniste puhul.

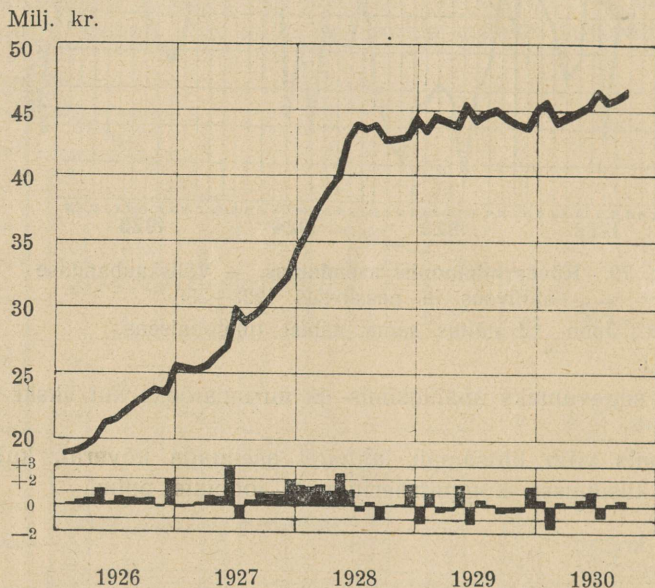
Milj. kr.



Joon. 80. Ülekaalu näitamine kõverail. — Väliskaubanduse käik 1927.—30. a. ja väljaveo ülekaal.

Kõver võib alati asendada tulpjooniseid, peale ühe juhu, kus see pole soovitatav. Kui, näiteks, võtame väliskaubanduse üldsumma

kuude järgi, siis võib seda kujutada nii tulpjoonise kui ka kõveraga — esimene mõnikord soovitav demonstreerimiseks, teine kõigil muil juhtudel. Väliskaubanduse koostist kaubarühmiti või riikide järgi üksikul kuul (või aastal) ei tule kõveraga näidata (kuigi omatarvituseks seda võib kasutada). Iga kõver oma idee poolest arengu sümbolina nõuab, et nähis oleks sisemiselt seotud, järjekorrastatud. Kui tulpi võib vabalt tõsta ümber, nagu kaubarühmi,



Joon. 81. Kõvera ja tulpjoonise kõrvutamise liikumise ja kasvu üheaegseks näitamiseks. — Hoiusummade kasv aktsiapankades 1926—30.

riike jne., on õigem tarvitada tulpjoonist, mitte kõverat. Kui aga nähis on loomulikult järjekorrastatud (kuud, vahemikud jne.), siis on kõver kohasem.

Kõvera paremus tuleb ilmsiks isegi sellistel juhtudel, kus tulpjoonis näiliselt omab teatud paremusi, näiteks, ülekaalu demonstreerimisel (vt. ptk. 3). Ka seal, kus vaja näidata + ja — samal ajal ja arvuderida koosneb kord ühe, kord teise arvu ülekaalust, saab kõver sama ülesandega valmis sama hästi (vrd. joon. 79 ja 12). Kuid selle kõrval on kõveral võimalus näidata ülekaalu ülekaalusumma arvutamisetagi. Mõlemad arvuderead kõrvutatakse kõveraina ja üle-

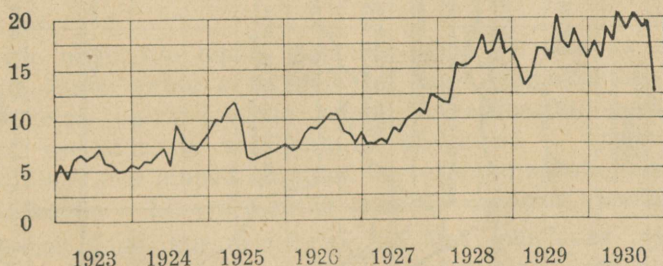
kaalu kohad tumendatakse (vt. joon. 80). Peale ülekaalu selge asukoha näeb sellisel joonisel ka mõlema nähise käiku kõveraina.

Kõverat ja tulpjoonist saab edukalt tarvitada koos. Joon. 77 ja 78 nägime sellist kasutamist juhtudel, kus mõlemad taotlesid samu sihte. Joon. 81 on teostatud kombinatsioon, milles kummalgi on eriülesanne. Kõver näitab hoiusummade liikumist summaliselt kuude järgi, samas aga tulpjoonis (vt. joon. 81, alumine osa) teeb selgeks summade kasvu või kahanemise (igal kuul eelmise kuuga võrreldes). Alumine osa kujuneb niiviisi iseseisvaks ülekaalujooniseks, mille kõrvutamine üldise käiguga on väga otstarbekas, seda enam, et joonise mõlema osa mõõt on ühtlane.

31. Histogramm (ajastukõver).

Ajastukõver näitab nähise muutumist ajaliste ühikute — aastate, kuude, päevade jne. järgi. Kuna siin tegemist möödunuga, nagu ajaloolises perspektiivis, nimetatakse teda tihti ka historiogrammiks ehk veel lühemalt histogrammiks. Eesti keeles võiks teda nimetada ka ajastukõveraks.

Milj. kr.



Joon. 82. Histogramm lihtsustatud mõõduvõrguga. — Pankadevahelise arvekoja läbilõik kuude järgi 1923—30.

Joon. 82, samuti kui 73, 74, 75 ja mitmed teised esitavad histogramme. Suur enamik praktilises elus kasutatavaid kõveraid on histogrammid. Oma lihtsuse poolest on see arusaadavamaid jooniseid. Peatume vaid paaril praktilisel näpunäitel.

Aeg näidatakse alati alusjoonel, hoolitsedes mõõduühikute ühtluse eest. Tuleb ette, et andmed antud ebaühtlaste ajastute (perioodide) kaupa, siis on vajalik seda väljendada ka mõõdus.

Joon. 83 on andmed elumaksumuse kohta 1924. a. juulist alates

Mõnikord, liiga suure ja ebahütlase ajavahe puhul on otstarbekas sellel kohal joonis vertikaalselt katkestada.¹

Edasi tõuseb küsimus, kuhu asetada iga ajaühiku arvule vastav punkt. Kui võtame, näiteks, histogrammid joon. 75 ja 105, siis seal aastate arvud on märgitud otse joonte peale ja nii vastab seal iga püstjoon ise sümbolise ühele aastale.

Joon. 69 aga on aastate arvud paigutatud joonte vahede kohale ja seal asuvad ka arvudele vastavad punktid joonte vahel (joonisel ülemisel kõveral arvu ja väikese valge punktiga kõvera sees märgitud). Pealiskaudselt näib, nagu oleks küsimus vaid tehnilises eelistamises. Siiski on siin ka sisuline vahe. Arve, mis iseloomustavad tervet ajastut (kuu koguarv, kuu keskmine jne.), võib märkida soovi järgi kas joonte peale või joonte vahele. Viimane viis on võib-olla esteetilisem ja nõuab suuremat täpsust, esimene aga kiirem ja kergem. Kuid punktide puhul, mis näitavad mingit arvu ajastu keskelt (hinnad 15. või 23. kuupäeval) või iseloomustavad mingit seisukohta teatud tähtpäeval (pankade äriseis kuu lõpul või alguses), tuleb tingimata ajastule vastavaks võtta joonte vahe.

Punktid ise tuleb asetada sinna, kuhu nad loomulikult kuuluvad (hinnad aasta esimesel veerandil aasta joonte vahe esimesse veerandisse jne.).

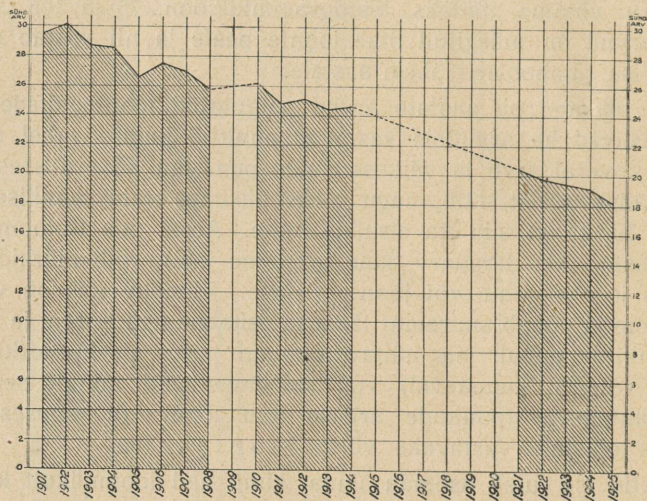
Selle põhimõtte täppis jälgimine lubab võrrelda ka ebahütlaste ajastute kaupa antud arve (näit. on antud elumaksumus ühel riigil kuude, teisel veerandaastate kaupa; veerandaastate punktid paigutatakse veerandaasta keskkoha, kuude omad — vastavate kuude keskkoha. Ühed hinnad on antud kuu esimese nädala, teised viimase nädala kohta — kõvera punktid tuleb ka vastavalt asetada).

Esineb juhte, kus arvudereas on lünk (puuduvad mõned vahepealsed arvud) ja soovitakse neid kiiresti ligikaudugi määrata. Lihtsaim abinõu selleks on kõver, mis interpoolimise tehinguta võib varustada ligikaudsete andmetega. Näit., on teada panga äriseis märtsis ja edasi vaid augustist peale. Pärast märtsi ja augusti punkti märkimist tõmbame nende vahel katkestatud joone. Seda joont mööda võib ligikaudseid vahepealseidki äriseisude arvuks oletada. Muidugi selliste tehete jaoks iga punkt peab asetsema oma täpsal kohal.

Joon. 84 on sel teel täiendatud lüngad 1909. ja 1915.—20. a. sündimuse kohta, mille juures andmed paistavad väga tõenäolisina, arves-

¹ Huvitav on märkida, et teoreetiliselt võttes histogrammid ei oma 0-punkti, kuna 0 aastani vaevalt kunagi tagasi minnakse, ja sellega ei ole ei x- ega y-teljel tõelist 0-punkti, vaid mingid järgnevad koordinaadid. x-joonest jääb vähemalt viimane ots; y0 asemel on vaid yn.

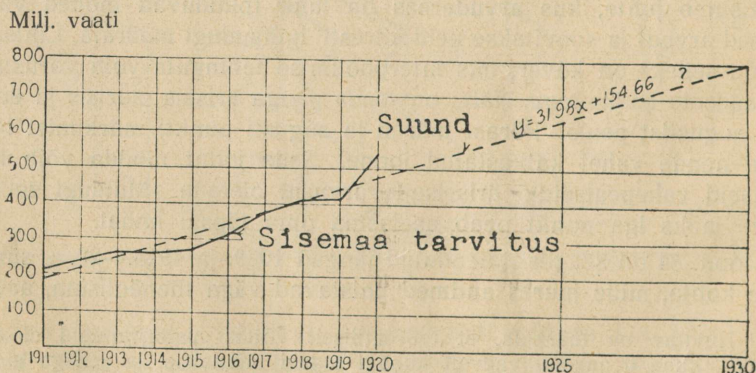
tades muutumise suundi, enne ja pärast aastaid, mille kohta andmed puuduvad. Sel teel toimub graafiliselt interpolaatsioon ilma eriliste arvutusteta.



Joon. 84. Kõvera jätkamine lünga puhul andmeis. — Sündide arv 1901.—1925. a.

Andmestiku lünkade täitmiseks on täpsate andmetega aastate arvude kohal kõveraalune pind joonitatud; interpoolitud andmete oma valge.

Ka ekstrapolaatsiooni võtteid võib teinekord lubada, kui kõvera tõus kogu aeg kestnud ühtlases proportsioonis ja pole näha



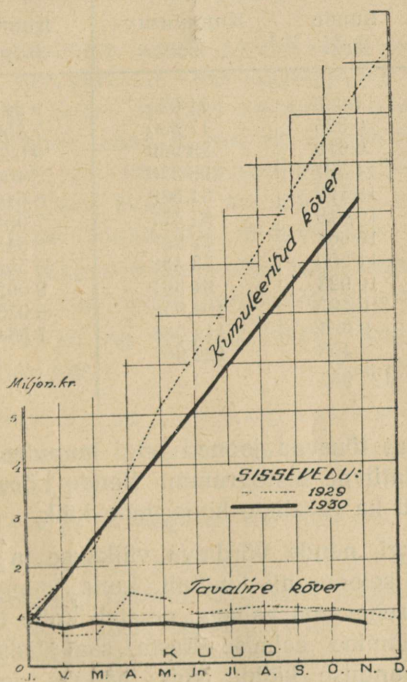
Joon. 85. Kõvera suund ekstrapoolimise alusena. — Oletatav õli-tarvitus Am. Ühendriiges 1925.—30. a. (1911.—20. a. andmeil).

ette seda tõusu takistavaid põhjusi. Kõver pikendatakse tulevikku sama suunaga, mis tal olnud kestvalt, ja loetakse maha ligikaudsed arvud joonelt (mööduvõrgu järgi).

Näite sellisest võttest esitab joon. 85, kus Am. Ühendriikide õli-tarvituse suund 1911—1920 andmete alusel on arvatud 1925. ja 1930. a. kohta. Kõveral näeme suuna tõusu valemist. Muidugi nõuavad sellised oletused suurt ettevaatust ja kõigi asjaolude arvestamist. Sääraste võtete jaoks peetakse logaritmilist mõõtu ja tõenäosuspaberit kohaseimaks (vt. tagapool).

32. Kumulatiivne histogramm.

Arvutusiks on tihti vaja teada koguarvu ajastu algusest peale (näit., ühes maikuu väljaveo arvuga kogusumma aasta algusest kõigi



Joon. 86. Kumulatiivne histogramm. — Sisseveo käik 1929. ja 1930. a. ja kumuleeritud.

5 kuu kohta). Sellist eesmärki taotella maksimaalse näitlikkuse ja võrdluse võimalusega aitab kumulatiivne histogramm — kõver, mis

näitab nähise kogusummat ajastu algusest. See algab iga ajastu alul nullist ja, näidates iga ajastu kohta selle summat ühes eelmistega, lõpeb ajastute kogusummaga. Tavaliselt kasutatakse kumulatiivset histogrammi ühenduses tavalisega.

Järgnev tabel ja joon. 86 selgitavad kumulatiivse histogrammi koostamise tehnikat. Soovitakse võrrelda 1929. ja 1930. a. sisseveo käigu iseloomu. Selleks on võetud üksikute kuude summad (lahter 1) ja kumuleeritud summad (lahter 2). Veebruari kumuleeritud summa koosneb jaanuari ja veebruari summast, märtsi oma jaanuari, veebruari ja märtsi summast jne.

Sissevedu tuh. kroonides.

	1929		1930	
	Kuude järgi	Kumulatiivselt	Kuude järgi	Kumulatiivselt
Jaanuar	11 025	11 025	9 241	9 241
Veebruar	6 325	17 350	7 859	17 100
Märts	6 619	23 969	9 022	26 122
Aprill	14 381	38 350	8 406	34 528
Mai	13 179	51 529	8 646	43 174
Juuni	10 048	61 577	7 984	51 158
Juuli	10 661	72 238	8 543	59 701
August	11 200	83 438	8 556	68 257
September	10 923	94 361	8 093	76 350
Oktoober	10 597	104 958	8 923	85 273
November	9 606	114 564	7 564	92 837
Detsember	8 403	122 967
Kokku	122 967	—	...	—

Joon. 86 järsult tõusvad jooned ongi kumuleeritud arvude järgi valmistatud kumulatiivne histogramm. Nende kõrval on allpool lihtkõveraina näidatud ka tavaliste kuarvude käik.

Kuarvude järgi, nende võrdleva väiksuse ja kõikumuste tõttu, ei selgu sisseveo iseloom nii kindlalt, kuna kumulatiivjoontest, mis arenevad ikka suurenevama vahega, paistab kohe 1930. a. iseloom — järjekindel mahajäämine eelmise aasta saavutisist. Ja vaadeldes 1929. a. väliskaubanduse käiku, võis, näiteks, juba augustis teha ennustusi ka selle kohta, kui kaugele 1930. a. lõpuks vajub allapoole detsembri kumulatiivarv, võrreldes eelmise aastaga. Sellisteks ennustusteks annab kumulatiivkõver kindlama aluse kui lihtarvud.

Kumuleerida ei saa suhtarve, indekseid, % ja kokkuvõtlikke arve seisukorra üle (äriseisud, tagavarade summad jne.).

33. Liikuv kogusumma ja keskmine.

Veel parema ülevaate tegevuse arengu üle võimaldab liikuva kogusumma kõver. Tavalisim neist on „viimase 12 kuu“ kogusumma. Iga uue kuu arvudele lisandades 12 eelneva kuu arve saame uue arvuderea (vt. tab. lk. 106 esitatud näidet).

Üksikute kuude arvude tõus või lang võib põhjustada hooaja võnkudest ja luua pettekujutlusi. Liikuv kogusummas, kus avalduvad kogu aasta mõjud, on hooajalisus, olgugi jämedalt, kõrvaldatud ja selle kõver näitab arengu tõelist suunda.

Vaimustatud liikuva kogusumma kõvera pooldajad on teda nimeetanud „äriseisu rattaks“ ja suuna (trend) jooneks. Tõepoolest, järjekindlalt peetuna ja viimaste arvude kohaselt täiendatuna, selline joonis lubab kindlamini kui ükski muu arvutus järeldada äritegevuse tõusu või langu.

Kui jooksev kogusumma jagada ajaühikute arvuga (jooksev aastasumma 12 kuuga), saavutatakse selle jagamistehte tulemusena jooksvate keskmiste rida. Sellel on kõik samad omadused, mis jooksva kogusummal, lisaks neile lubab ta end joonestada tavaliste kuuarvude kõrval (olles 12 korda väiksem kogusummast). Pealegi on võimalik sellist keskmist kasutada ükskõik kui pikkade ajastute moodustamiseks, kui soovitakse kujundada mitmesuguse pikkusega tsükle.

Joon. 87 näitab liikuva kogusumma mitmesuguseid arvutusviise. Tab. lk. 106 annab arvud nende kontrolliks ja võttes teostamiseks.

Nagu tabelist nähtub, on võimalik liikuvat kogusummat arvutada kolme eriviisi, võttes kas:

- 1) käesoleva kuu ja 11 eelneva kuu summad (tab. laht. 2),
- 2) kuue eelneva, käesoleva ja viie järgneva kuu summad (tab. laht. 3),
- 3) käesoleva ja 11 järgneva kuu summad (tab. laht. 4).

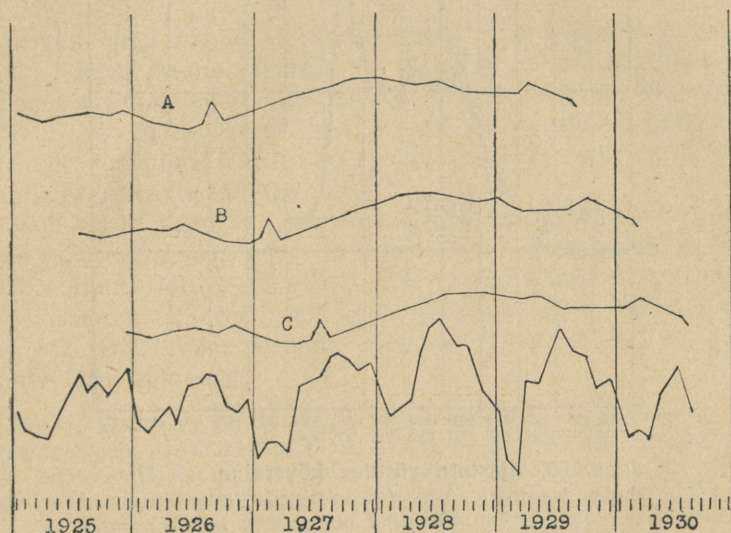
Iga arvestusviis mõjustab tulemusi omamoodi. Kogusumma võtmi-sega tasanduvad teataval määral arvuderea hüppelisused, kuid jäljed neist jäävad ikkagi, kuigi pehmendatud kujul. Joon. 87 näitab, kuidas liikuv kogusumma neile võnkudele reageerib. Esimese viisi juures (käesolev kuu ja 11 eelnevat) kanduvad võngud käesolevast kuust liiga kaugele taha (vt. kõver A joon. 87), kohanda juures liiguvad nad teenimatult kaugele ette. Selgub, et õigeim arvutusviis on see, kus võetakse arvesse osa eelnevaid ja osa järgnevaid kuid (tab. laht. 3). Et tulemust veelgi täpsustada ja eelnevaile kuuele kuule rohkem kaalu anda kui järgnevaile viiele, on soovitatud veel neljandat arvutusviisi

Liikuva kogusumma arvutamine.
Väljavedu tuh. kroonides, alates 1927. a. jaan.

	Kuu summa	Liikuv 12 kuu kogusumma			Liikuv 13 kuu kogusumma
		Käesol. kuu ja 11 eelneva kuu summad	Kuue eelneva, käesol. ja viie järgneva kuu summad	Käesol. ja 11 järgneva kuu summad	Kuue eelneva, käesol. ja kuue järgneva kuu summad
		1	2	3	4
1927. a. Jaanuar	5 315			105 776	
Veebruar	6 169			108 665	
Märts	6 070			109 931	
Aprill	5 795			111 747	
Mai	8 947			114 185	
Juuni	9 554			116 771	
Juuli	9 799		105 776	120 361	113 979
August	10 887		108 665	124 865	116 100
September	11 236		109 931	127 443	117 818
Oktoober	11 049		111 747	128 376	119 980
November	10 450		114 185	129 535	125 719
Detsember	10 503	105 776	116 771	128 617	129 916
1928. a. Jaanuar	8 204	108 665	120 361	127 109	134 665
Veebruar	7 437	109 931	124 865	126 805	138 330
Märts	7 886	111 747	127 443	124 953	139 613
Aprill	8 233	114 185	128 376	121 846	140 585
Mai	11 533	116 771	129 535	123 250	139 068
Juuni	13 144	120 361	128 617	121 138	137 613
Juuli	14 303	124 865	127 109	119 507	135 009
August	13 465	127 443	126 805	118 721	132 390
September	12 169	128 376	124 953	118 056	129 732
Oktoober	12 208	129 535	121 846	117 745	131 483
November	9 532	128 617	123 250	117 039	132 671
Detsember	8 995	127 109	121 138	116 880	132 651
1929. a. Jaanuar	7 900	126 805	119 507	117 471	133 024
Veebruar	5 585	124 953	118 721	116 827	131 521
Märts	4 779	121 846	118 056	117 898	129 914
Aprill	9 637	123 250	117 745	120 089	129 247
Mai	9 421	121 138	117 039	116 774	126 412
Juuni	11 513	119 507	116 880	115 716	126 466
Juuli	13 517	118 721	117 471	113 645	124 727
August	12 800	118 056	116 827	110 673	123 483
September	11 858	117 745	117 898	105 576	124 868
Oktoober	11 502	117 039	120 089	103 799	126 412
November	9 373	116 880	116 774	101 706	125 137
Detsember	9 586	117 471	115 716	99 347	125 160
1930. a. Jaanuar	7 256	116 827	113 645		124 190
Veebruar	6 657	117 898	110 673		118 376
Märts	6 970	120 089	105 576		
Aprill	6 322	116 774			115 657
Mai	8 363	115 716			113 238
Juuni	9 444	113 645			108 720
Juuli	10 543	110 673			
August	7 703	105 576			
September	10 080	103 799			
Oktoober	9 439	101 736			
November	6 984	99 347			
Detsember					

(tab. laht. 5). Nimelt võib võtta kuus eelnevat ja kuus järgnevat kuud ühes käesolevaga, saades niiviisi liikuva 13 kuu kogusumma.

Küsimus on aga selles, et seda parimat arvutusviisi on võimalik tarvitada mingi kuu kohta vaid kuus kuud peale selle möödumist, kui käes andmed ka järgnevate kuude kohta. Liikuva kogusumma ja keskmise kõveraid aga peetakse jooksvalt. Seepärast, kuigi teoreetiliselt on õigem tarvitada laht. 3 ja eriti laht. 5 arvutusviise, on tava-



Joon. 87. Liikuva kogusumma kõverad (logaritmilisel mõõdul). — Väljavedu 1926—1930.

Kõverad ABC on liikuva kogusumma kõverad, alumine — tavaliste kuusummade kõver. Joonis on tehtud logaritmilisel mõõdul, et kõveraid lähendada, mis aga omakorda kuarvude kõverale lisab hüppelisust.

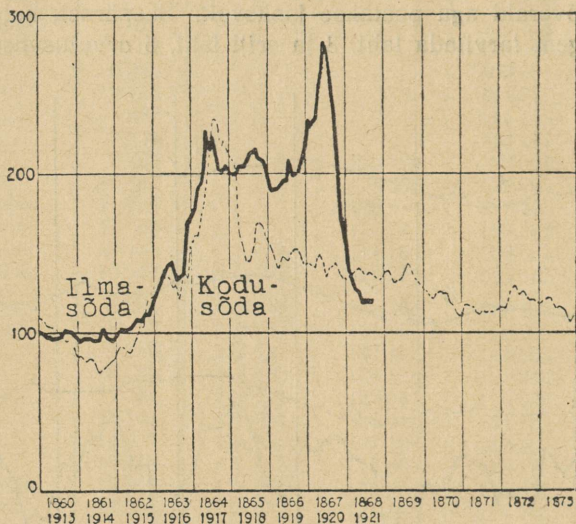
lisem arvutusviis laht. 2 oma — võetakse käesoleva ja 11 eelneva kuu summad. Tõesõber aga ei aseta selle tulemusi omal kõveral mitte käesoleva kuu joonele, vaid kuus kuud enne seda.

Liikuva keskmise arvutus toimub samal teel, kui saadud kogusummad jagada kuude arvuga (lahtrid 2—4 12-ga, laht. 5 13-ga).

34. Ajastute võrdlus.

Alusjoon, mis aja märkimiseks pühendatud, on peaaegu alati ainult ühe mõõduga. On siiski harvad juhud, kus pakub huvi võrrelda nähise liikumist erinevail ajastuil. Joon. 88 sisaldab ühe sellise juhu.

Hindade tasapinna tõus Ühendriiges maailmasõja kestel on siin võrreldud sama tõusuga kodusõja ajal. 14 aine hind on mõlemal juhul materjaliks; indeksi aluseks sõjajärgne aasta. Leiab kinnitust autori väide, et hindade tõusus oli alguses analoogia, maailmasõja lõppedes aga oli veelgi tugev hüpe ülespoole, mida polnud kodusõja järel.



Joon. 88. Ajastute võrdlus kõveraina. — Hindade tasapind Am. Ühendriiges kodusõja ja ilmasõja aegu.

Käesoleval juhul lubasid ühepikkused ajastud võrdlust rahuldavalt sooritada, tavaliselt on aga sellega rohkem raskusi. Kuigi liikumine võib olla sarnanev, tema üksikud järgud võivad erineda kestuselt.

Joon. 88 selgub, et selletüübilised kõverad kasutavad alusjoonel kahte jaotust peaaegu ainsa sellelaadilise joonisena.

35. Sageduskurv.

Sageduskurv on histogrammi kõrval tähtsaim liik kõveraid. Mitmete autorite poolt on seda liiki kõverat nimetatud piktogrammiks, kuid see nimi pole üldiselt läbi löönud. Tarvitame sageduskõvera asemel sageduskurv mitte ainult selleks, et seda liiki selgemalt tõsta välja kõverate üldhulgast, vaid ka sellepärast, et suur hulk sageduskurve esineb lainelise, pehme joonena, kurvina, ja mitte tavalise nurgelise kõverana.

Statistilistes arvuderidades võib teatavasti eristada kolm põhiliiki. Ajalised arvuderead näitavad mingi nähise muutumist ajas aastate, kuude jne. järgi (väljaveo summa, rahvastiku arv jne.). Ruumilised arvuderead näitavad nähise geograafilist jaotumist mingil teatud ajal (väljaveo summad riikide järgi, rahvastiku arv maade järgi jne.).

Sagedusarvud omakord näitavad nähise muutuvaid iseloomustusi või tunnuseid ühel teataval silmapilgul. Sellised arvuderead saadakse, mõõtes nähise iga alaosa sama mõõduga, või võttes ühe alaosa korratud mõõtmisi. Näiteks, sõdurite pikkust, rahvastiku vanust, suremust teatud aastal vanuse järgi, mingi puu lehtede pikkust väljendavad arvud on sagedusread.

Samuti nagu ruumilisile arvuderidadele oli loomulikuks analüüsiabinõuks kartogramm, ajalisile — histogramm, nii sageduskurv on määratud sagedusridade analüüsiks ja seadusepäraste selgitamiseks.

Ta näitab nähist koostavate esemete või omaduste sagedust mingil teatud silmapilgul või teatud ruumis. See on nagu nähise läbilõik mingilt teatud vaatevinklilt.

Joon. 89 ja järgnevad sisaldavad sageduskurvide näiteid. Joon. 78 selgus juba, et sageduskurvi ja tulpjoonise vahel on teatud sugulus. Nüüd peatume selle vaatlemisel, mille juures selgub ühtlasi sagedusridade iseloom. Teoreetiliselt võiks eristada juhud, millal tarvitada ühte või teist. Vahetegemine põhineks katkendiliste ja pidevate arvuderidade iseloomul.

Kui võtame joon. 90 esitatud riigiteenijate jaotuse palga järgi, siis iga palgaastme palk on määratud täpsa summana ja seda saavad kõik teenijad selles astmes. Võiks näitena kujutada olukorda järgmiselt: kui võtaksime pliiatsiga tõmmatud sirge, millel iga mm vastab ühele kroonile (alates 60 kr. ja lõpetades 350 kr.) ja sellel tindiga märgiksime vaid need kohad, kus asuvad olemasolevad palgamäärad, siis pliiatsijoont kustutades saaksime 350 mm pikkuse, kuid paljude kohtades vahepeal katkestatud joone. Siin on tegemist katkendilise (discrete, diskontinuerlich) arvudereaga.

Võttes aga samalt palgaalalt teise näite — tööliste tegeliku töötasu (vt. joon. 91), mis arvestatud andmete põhjal iga üksiku tööliste kohta, näeme, et siin töötasu on näidatud vahemikkudena (intervallidena). Kuigi paljude ettevõtteis palka makstakse teatud normide järgi, ettevõtete mitmekesidus, ületunnitööd, palgalisad jne. muudavad tegeliku töötasu selliselt, et kui siin eelmisega sarnaneva sirge valmistaksime, siis arvatavasti tindijoon oleks katkestamatu: peaaegu igas mõeldavas palgamääras leidub töölisti ja nende jaotumine näitab teatud reeglipärasust (vt. joon. 91).

Siin on seepärast tegemist pideva (continuous, kontinuierlich) arvudereaga.

Teisi näiteid oleks katkestatud arvuderidade kohta: rukkiterade arv pea kohta; perekonnad liikmete arvu järgi (on ikka 2-3-4-liikmelised perekonnad, ja mürdosadega perekonnad nende arvude vahel pole võimalikud); pidevate arvuderidade kohta: rahvastiku vanusjaotus; surmajuhtude arv vanuse järgi, noorsõdurite või mingi teise valitud keskkonna pikkus; rukkikõrte pikkus (nende pikkus alam- ja ülemmäära vahel võib olla lõpmatuseni muutuv).

Arvuderidasid, mis selgesti katkendilised, tuleb kujutada mitte sageduskurvi, vaid tulpjoonise abil. Kui tulpjoonis on mingipärast (mitme joone kõrvutus jne.) ebasoovitav, võib tarvitada treppkurvi (nagu joon. 90), mis sisuliselt vastab tulpjoonise ülemisele osale. Kandiline vorm näitab selgesti, millisele astmele mingi sagedus kuulub ega lase tekkida valekujutlusi mingist järkjärgulisest üleminekust.

Isikute
arv



Joon. 89. Sageduskurv. — Eestlaste pikkus.

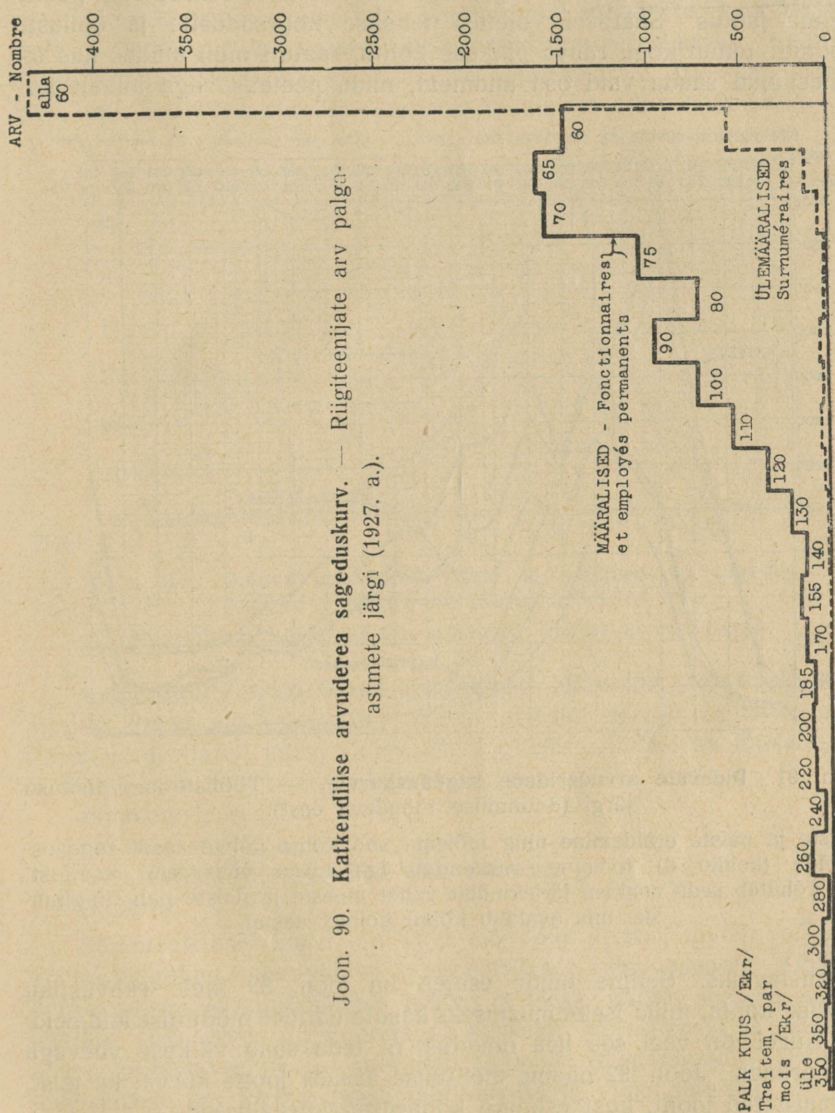
Kurv on koostatud 1546 isiku pikkusmõõdu andmeil (H. Reimani varstiilmuva uurimuse järgi). Kurv on tehtud laineliste üleminekutega, et selle vormi selgemalt rõhutada.

Pidevaid seeriaid seevastu tuleb väljendada sageduskurviga. Kurvi pehmentatud käik ühest punktist teiseni väljendab nähise pidevat jaotumist ruumis, mis sisaldub alusjoone, kõvera ja öeldisjoonte vahel.

Sageduskurvi eesmärgiks on näidata, millises kohas sagedus on kõrgeim ja millise iseloomuga on arvuderida, mida ta väljendab. Hästi konstrueeritud sageduskurv peab mõlemat näitama otsekohe. Nii arvudele vaatamata joon. 90 selgub meie riigiteenijate enamiku kuulumine alumistesse palgarühmadesse ja rühmade vahakord.

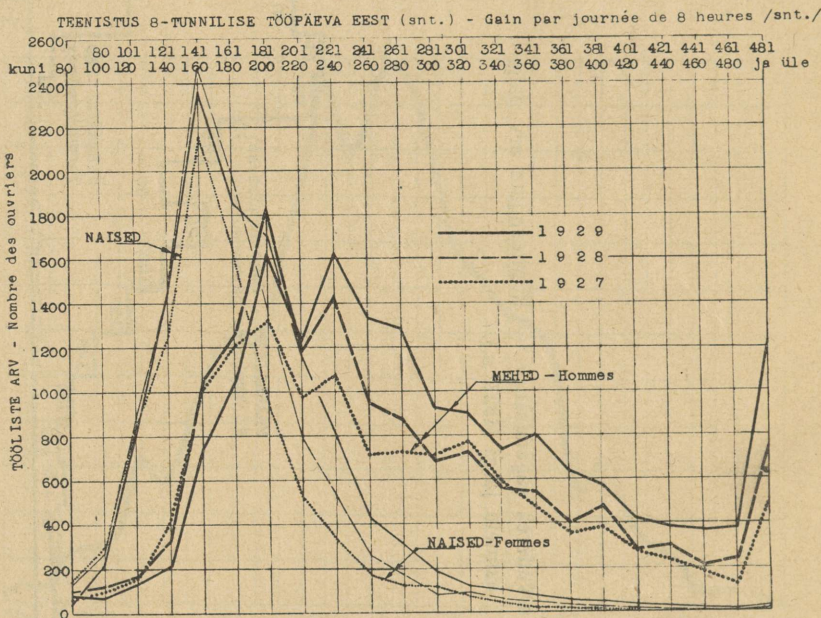
Juhtudel, kus andmed olemas vaid juhtude osa kohta või kus

andmed kannavad väljavõttelist iseloomu, on sageduskurvil veel suuremad ülesanded: tema välisvorm peab andma kujutluse kogu nähise kohta.



Joon. 92 esitatud viljapeade pikkus on sellise kurvi näide. Pikkust on mõõdetud käesoleval juhul vaid 327 korral. Kurv näitab, et nende

pikkusejaotus oli aeglaselt tõusev 9 tollini, pärast seda aga järsult vähenev. Muidugi tulemused oleksid täpsamad, kui oleks mõõdetud tuhat või miljon pead, kuid väga võimalik, et umbes selline ongi peade tõeline jaotus. Sääraseid oletusi tehakse noorsõdurite ja õpilaste mõõtude puhul kogu rahva pikkuse kohta, samuti muil aladel, kus on õnnestunud saada vaid osa andmeid, mida peetakse aga küllalt ise-



Joon. 91. Pidevate arvuderidade sageduskurvid. — Töölise arv töötasu järgi (8-tunnilise tööpäeva eest).

Meeste ja naiste eraldamine ning mõlema soo kohta kolme aasta sageduskurve (kokku 6) toomine raskendab iga kurvi välisvormi vaatlust, kuid rõhutab seda rohkem järjekindlat vahet meeste ja naiste palgatingimusi, mis avaldub kõigil kolmel aastal.

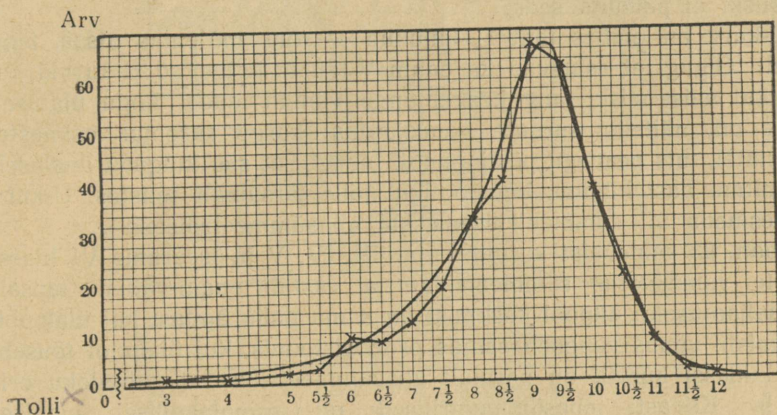
loomustavaiks. Selline näide esineb ka joon. 89 meie rahvastiku pikkuse kohta, mille iseloomustuseks kasutatud 1546 mõõtmise andmeid.

Kurvil on veel see hea omadus, et teda saab väikese vaevaga ümardada. Joon. 92 näeme mõõtmise arvude joone kõrval ka teist, ümardatud joont, kust esimese konarused kõrvaldatud.

Teoreetiliselt igal pideval arvudereal on suund ümardatud joone poole. Miljoni pea mõõtmise tulemused oleksid võib-olla andnudki joonisel esitatud ümarguse joone. Seepärast loeme selliste juhtude

absurdim üles andmisel, mis on 9 tollilise riide peade arv, olema ca 20%, ja normaal pikkusega ca 2 1/2 tolli pääd. aha

puhul ümmardatult minevat arvuderida tõelisusele ligemaks kui mõõtmiste andmeid. Kui aga tahaksime mõõtmisarvused ümmardada, tuleks teha kaunis pikk matemaatiline arvutus. Joonestatud kurvile aga võime kerge vaevaga teha ümmardatud joone (vt. joon. 92) ja selle abil määrata ligikaudsed ümmardatud arvuderea arvud. Ümmardatud sageduskurvi abil on võimalik mitmekesiseid arvestusi toimetada, mis kuuluvad statistika teooria ja matemaatika valdkonda.



Joon. 92. Pideva arvuderea lihtne ja ümmardatud sageduskurv. — Nisupeade pikkus 327 juhul.

Nurgelisem kõver näitab andmeid (märgitud ristidega).

Sageduskurvi analüüsi ja võrdluste juures on tähtsamaks küsimuseks kurvi välisvorm, millest otseselt selgub kurvi iseloom. Parim seniesitatud kurvi välisvormi liigitusist, ühtlasi ka lihtsaim, on U. Yule'i oma, mis eristab järgmisi kurve:

- sümmeetrilise,
- parajalt ebasümmeetrilise,
- kõvasti ebasümmeetrilise ehk J-kurvi, ja
- U-kurvi.

Sümmeetrilisel kurvil on vaid üks tõus keskel, millelt mõlemad küljed kulgevad enam-vähem sümmeetriliselt külgede poole. On tõus keskel kõrge ja lang äärtele lühike ja järsk, näitab see, et enamik vaatlusi (või arve) on koondatud keskele; lai keskaik ja pikemad küljed näitavad suuremat vaatluste hajumust (dispersiooni). Nii sümmeetrilisuse kui ka hajumuse mõõtmiseks ja väljendamiseks on rida matemaatilisi võtteid.

Parajalt ebasümmeetrilisel kurvil on tõusu asukoht keskaigast nihkunud teisele servale ligemale ja lang ei ole enamasti ühtlane.

statistika

Kurv on viltune. Ka viltususe (skewness) määra saab mõõta eriliste tehingute abil, mis statistikakursustes kirjeldatud.

J-kurvi kõvasti ebasümmeetrilisuse puhul on kõrguspunkt täiesti ühel küljel, millele järgneb pikk ja aeglane lang teise külge. Tihti puudub tipu üks külj hoopis, või kuigi oleleb, siis peaaegu sirgena. Täielikult ebasümmeetrilisel kurvil on mõlemad otsad asümptootsed joonise telje suhtes, s. o. liginedes lõpmata ligidale joonise teljele, nad siiski ei puuduta seda.

U-kurv on umbes täht U kujuline — tõus mõlemas otsas, lang keskel. Olgugi et esinevad ka enam V-tähele liginevad U-kurvid, on enamikul neist siiski lang keskel enam-vähem madal kogu ulatusel. Selline on, näiteks, surnute vanusjaotus: kõrge suremus esimestel eluaastatel, mis peaaegu püstjoonena langeb, et siis kulgeda aeglaselt läbi mitme aastakümne, lõpupoolikul jälle järsumalt tõustes. U-kurv võib esineda nii sümmeetrilisena kui ebasümmeetrilisena¹.

Joon. 93 esinevaist kurvidest on III, IV, V ja iseäranis VI klassi õpilaste vanusjaotus sümmeetriline ja vastab enam-vähem täpsalt normaaljaotusele: allpool keskmist on sama palju õpilasi kui ülalpool, ja eelmiste vanus väheneb samas proportsioonis, kui ülalpool tõuseb. I ja II klassi kurvid on parajalt ebasümmeetrilised (koolituleku erinevus!). Kõvasti ebasümmeetrilised on samalaadilisel joonisel (joon. 109) X ja XI klassi õpilaste vanuskurvid.

Joonisest selgub küllalt hästi tähtsaima — normaaljaotuse ehk Gaussi kurvi iseloom. Teatavasti on nn. Gaussi kurvi kohane arvuderea normaaljaotus selline, kus äärtel madal kurv tõuseb keskpäigas sedavõrt sümmeetriliselt, et mõlemad pooled — nii tõus kui lang — oma vormilt täpsalt sarnanevad (vt. joon. 93); kui kurvi joonis keskelt kokku murda, peavad mõlemad pooled täpsalt ühtima. Veel paremini selgub Gaussi kurvi mitmekesine formatsioon nn. normaalse sageduse pinnast (vt. joon. ptk. 55).

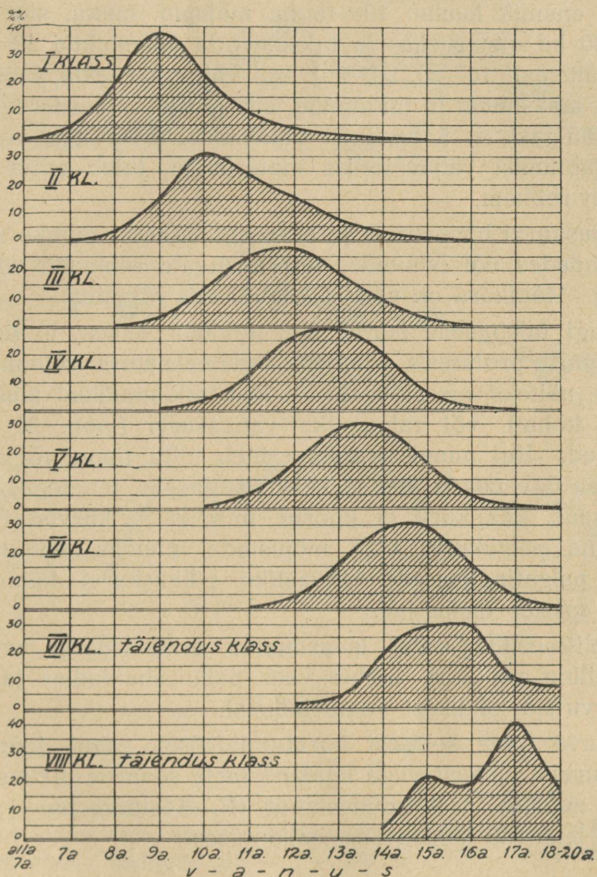
Sellisel kurvil on terve rida matemaatilisi omadusi, millest tähtsamatena võiks mainida:

1. keskkohast kummalgi pool asub ühepalju sagedusi;
2. rea aritmeetiline keskmine, mediaan ja mood on ühesuurused (sama arv);
3. ühe keskruutse kõikumuse (standard-deviation) ulatusel mõlemal pool keskkoha asub 68% sagedusist;
4. keskruutse kõikumuse $\frac{2}{3}$ ulatusel keskkohast asub 50% sagedusist;

¹ Lisajoonis 2 (vt. jooniste loend) esitab ka U-kurvi näite meie suremuse andmeil.

5. tõenäoline viga (probable error) on 0,845 keskmisest kõikumusest (average deviation, mis ise on $\frac{4}{5}$ keskruutsest kõikumusest).

Sageduskurvi välisvormist selgub kohe, kas on tegemist Gaussi kurvile ligineva kurviga või mitte. Täpsama vastuse annab matemaatiline analüüs, kuid ka arvjoonis (vt. ptk. „Tõenäosuskurv“).



Joon. 93. Sageduskurvi tüüpe. — Algkooliõpilaste vanusjaotus klasside järgi (1923. a.).

Et sageduskurv tõeliselt oleks näitlik ja lubaks seadusepärasusi avastada, on muidugi vajalik, et materjal oleks õieti korraldatud. Tavaliselt tuleb suurema ülevaatlikkuse saavutamiseks arvuderida koondada vahemikkudesse. Vahemikkude hea valiku puhul saab hea kurvi; ebaõnnestumisel võib saada kurvi, millel hulk hüppeid ja

muhke ja kus seadusepärasusi raske leida. Seepärast võiks vahemikkude kujundamisel pidada silmas järgmisi nõuandeid:

Vahemikud peaksid olema valitud nii, et igasse üksikusse vahemikku kuuluvad sagedused oleksid jaotatud nii, et sageduste suurim tihedus asuks vahemiku keskkohas (näit. kui 10—30 ha põllumajapidamiste enamik kuulub 10—15 ha majapid. hulka, siis pole vahemik 10—30 ha otstarbekas ja tuleks võtta vahemikud 10—15, 15—20 jne. või vähemalt 10—20, 20—30). Kui vaja vaid leida, kuhu kuuluvad arvuderea maksimum ja miinimum, siis piisab väikesearvulisest vahemikkude hulgast — 5 kuni 10 vahemikku. On aga vaja määrata tüüpilist jaotumist väljavõttelise materjaliga, tuleb võtta vahemikke võimalikult rohkem.

Sageduskurvi hüppelisust ja ebareeglipäraseid muhke saab parandada ühendades või lahutades kõrvuasuvate rühmade või vahemikkude arve. Mõnikord on vajalik koguni uus rühmitus.

Muidugi tuleb selle juures aga hoiduda sellest, et õgvendamise ja tasandamise protsessis ei läheks kaduma nähise iseloomulikud jooned, nagu, näiteks, meestööliste töötasu iseloomulikud tõusud joon. 91 (221—240 kohal), või rahvastiku vanuskurvi (joon. 89) iseloomulikud augud. Kui mingis kurvis esineb mitu tippu või mitu langu, mida ei saa õgvendada liikuva keskmise ja t. s. tehetegega, tuleb seada üles küsimus, kas kurv ei koosne mitmest erikurvist (compound). Tööliskonna palgakurvi võib mõjustada, näiteks, ühe tööndusharu erinevad palgatingimused; rahvastiku pikkuskurvi kühmi ja auke erinevate rasside olemus jne.

Komplitseeritud kurvi lahastamine erikurvidesse on keeruline matemaatiline protsess, milles veel palju ebakindlat ja kus palju oleneb arvutaja isiklikest vaatevinkleist.

Huvitava näite sellisest kurvi analüüsist esitab joon. 125, kus normaalkurvile üldiselt väga ligidane meie sõdurite pikkuskurv matemaatilise analüüsi teel kolmestatud (N. Köstneri poolt), põhinedes sel kurvil leiduvail kaldeil normaaljaotusest.

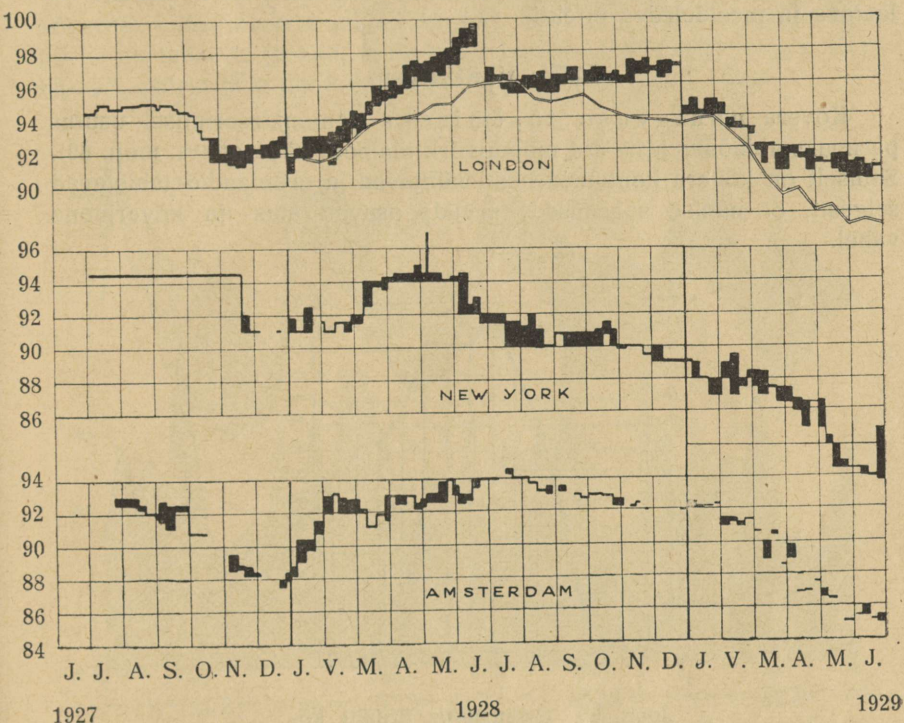
36. Ribakõver.

Kõvera joonestamiseks mingi aktsia või valuuta hinnast börsil võetakse tavaliselt noteeringute keskmine. Paljudel juhtudel on aga vahe noteeritud alam- ja ülemmäära vahel nii suur, et on huvitav anda need mõlemad erikõveraina. Kui nüüd vahe nende kahe vahel joonitada (või värviga katta), siis on joonisel peale kõverate (mis ikkagi nähtavaiks jäävad) veel üks tähtis omadus: mustendatud

riba joonte vahel muutub omaette näitlikuks. Mida laiem ta kuski on, seda suurem oli kõikumuste ulatus sel ajal.

Joon. 94 on esitatud näitena üks ribakõver.

Kõikjal, kus tegemist alam- ja ülemmäärade märkimisega, olgu see hindades, ilmastikuoludes, temperatuuris jne., kus aga esinevad



Joon. 94. Ribakõver. — Eesti 1927. a. välislaenu paberite kurss välisbörsidel 1927.—29. a.

Andmed on näidatud nädalate järgi. Iga kõvera ülemine serv esitab noteeringute ülemmäära, alumine alammäära. Vahe nende vahel on mustendatud. Katkendi puhul kõveras ei olnud noteerimisi.

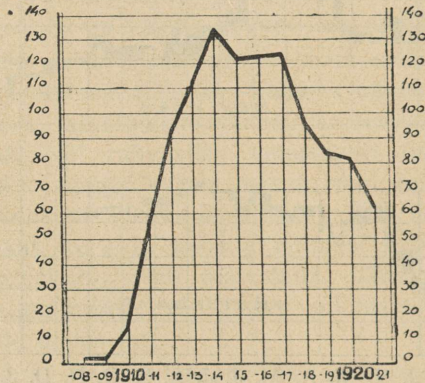
suured vahed samal ajal või umbes samal ajal (ühe päeva temperatuur võib-olla öösi, päeval, õhtul jne.), saab seepärast ribakõverat tarvitada edukalt.

Erilist tähtsust omab see demonstreerimisel, kus juba ainult riba olemasolu vaatlajais manab hõlpsasti esile kujutluse, et nähise hind jne. ei piirdunud ühe arvuga, vaid oli terve rida kõikumusi, tehinguid jne.

Eriti suurte kõikumuste täpsamaks demonstreerimiseks võib riba mustendamise asemel tarvitada püstjooni. Iga päev (või mingi teine ajaühik) näidatakse püstjoonega, mille otsad ulatuvad ülem- ja alamäärani. Keskmist võib märkida väikese punkti, ringi või kriipsuga joonel. Selliste püstjoonte — keppide — koguhulk annab hästi loetava ja meelde jääva efekti.

37. Vöötköver.

Kõvera nähtavuse tõstmiseks demonstreerimisel osutus parimaks abinõuks jätta ära mõõduvõrk ülalpool kõverat (vt. joon. 69). Selliselt on kõvera kontuurid hästi nähtavad ja ordinaadid tähistavad selgesti, et nähise sagedused (arvud) asuvad alus- ja kõverjoone vahel.



Joon. 95. Ordinaatide ärajätt kõvera nähtavuse tõstmiseks. — Piimandusühingute arvu liikumine 1908.—1921. a.

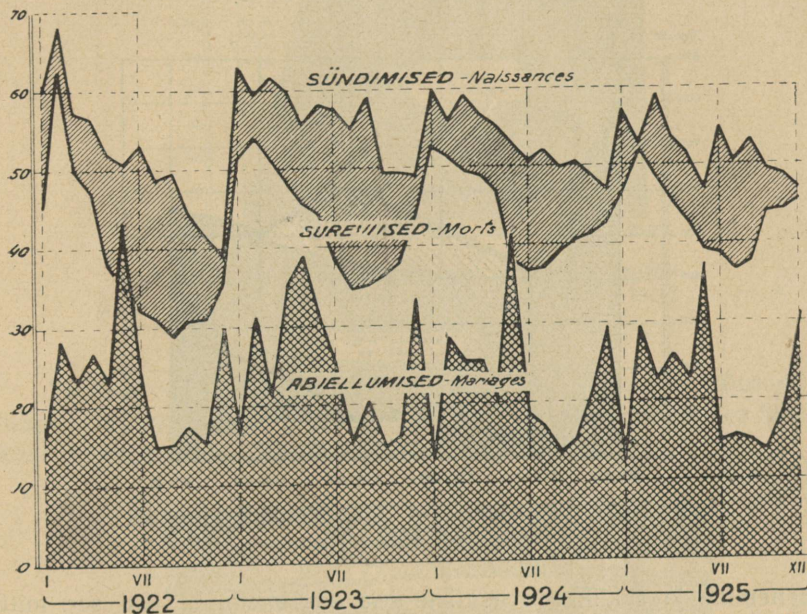
Raskuste puhul mõõduvõrgu täieliku ärajätmise korral, nagu joon. 95, kus jääksid ära paremalt poolt kõik mõõdumärkmed ja vasakult poolt samuti üle poole märkmeid (kõvera omapärase vormi tõttu), võib jätta ära vaid ordinaadid ülalpool kõverat, mis annab umbes samasuguse tagajärje.

Mõnikord minnakse veelgi edasi ja kaetakse kogu vahe alus- ja kõverjoone vahel värvi või mustaga, mis nähtavust muidugi veel tõstab.

Seda võtet edasi arendades võib terve rea kõverikke asetada üksksteise kohale ja, kattes vahet alusjoone ja alumise kõvera vahel

tumedaima värvinguga, selle ja järgmise kõvera vahet veidi heledama tooniga jne., saada kombinatsiooni, kus üksikute kõverate vahe reljeefselt ja kaugelt eraldub. Sellist kõverat nimetame vöotkõveraks, kuna selle värvingud lähevad vöötidena üle joonise.

Joonisele selle kuju andmiseks on vajalik, et vahed üksikute kõverate vahel oleksid küllalt suured. Esimene, väikseima arvuderea kõver asetub ette ja alla, teine peab paistma üle temast kogu ulatusel; sellest jälle üle kolmas jne. Alusjoon on kõigil ühine.



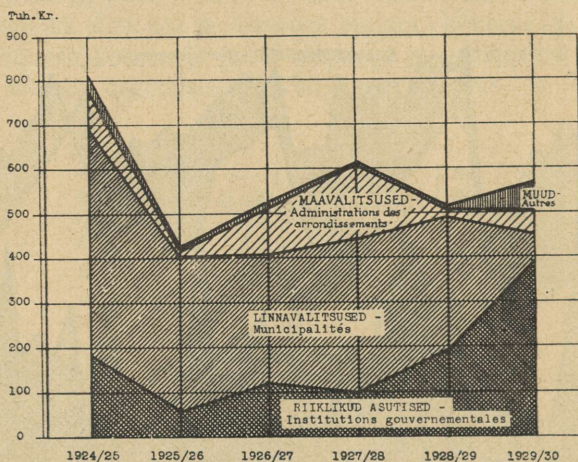
Joon. 96. Vöotkõver. — Sündid, surmad ja abiellumised (keskmine arv päevas kuude järgi).

Vöötidena esineb sündide ja surmade vahe (längjoonitatud).

Sel viisil on valmistatud joon. 96. Abiellumiste keskmine arv päevas liigub kõige all, kui väikseim (vahe alusjooneni joonitatud). Sellest kõrgem surmajuhtude arv liigub kõrgemal, paaris kohas rii- vatuna abiellumiste kõverast. Surmadekõvera peal omakord liigub sündidekõver; teise astendusega joonitatud vahe näitab sündimuse ülekaalu. Kõik kolm kõverat on ühise alusjoonega ja nende oma- vaheline kaugus tekib arvude loomulikest vahekorrast.

Neil juhtudel, kus üksikute kõverate arvuderead üksteisest ainult tühiselt erinevad, või jällegi kord üks, kord teine arvuderida on suurem, võib vöotkõvera valmistamisel tarvitada kõverate üksteise

peale asetamist (vt. joon. 97). Esimene kõver on alusjoonel, nagu ikka. Järgmise jaoks aga võetakse alusjoonena esimene kõver: kõik tema kõrguse mõõdud võetakse sealt alates, kus lõpevad esimese omad. Kolmanda jaoks on alusjooneks teine kõver jne. Sellise joonise puhul peab aga meeles pidama, et näitlik täiel määral on vaid viimane (ülemine) kõver, mis ühtlasi on kõigi teiste summa. Teised aga on näitlikud vaid sedavõrt, kuivõrt nende värvingu laius silmapaistvalt väheneb või suureneb, nagu joon. 97 omavalitsuste summade



Joon. 97. **Võetkõver.** — Hädabitööde krediidi kasutajad 1924—30. a.

vähenedamine ja riiklikkude asutiste osa suurendamine. Kui see mitte nii ei ole, siis on see kõver väheütleav ja demonstreerimiseks (mis ta peaülesanne) vähe kohane.

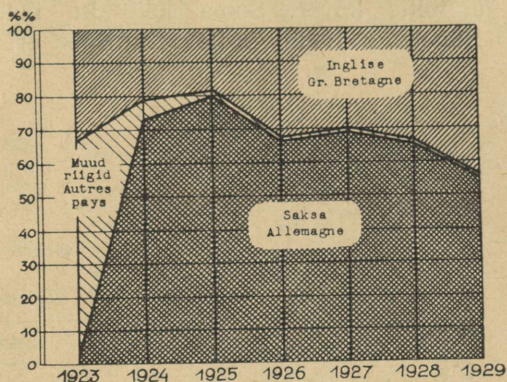
Lihtsast võetkõverast palju väärtuslikum on 100% jaotumist näitav võetkõver, mis tihti võib olla kasulik ka tööabinõuna.

Joonise kõrgus võetakse võrdsena 100% ja pärast alusjoone jaotamist (tavaliselt ajaühikuteks), punktatakse ja tõmmatakse % jaotus kõverana.

Joon. 98 ja 99 näitavad võetkõveraid, milles avastuvad teatud suunad meie väliskaubanduslike vahetõrgete arengus. Sama liiki joonise on kõlblikud kõiksugu koostiste arengu vaatlemiseks, olgu see lihtsas vanusjaotuses, palga, tarvitamise jne. alal.

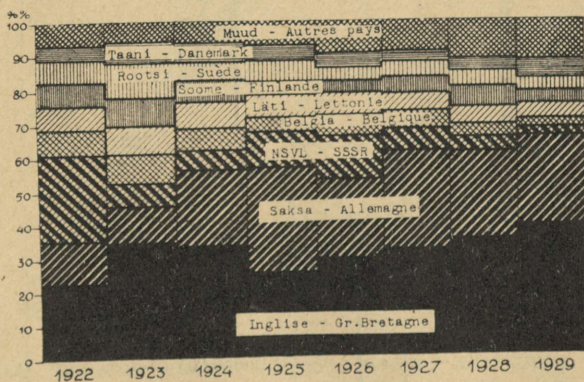
Esitatud joonised näitavad ühtlasi kaht erinevat kujutamisi — tavalise kõverana (polügoonina) (joon. 98) ja treppkõverana (joon. 99). Treppkõver ligineb 100% tulpjoonisele. Tegelik vahe on seega väga

väike, ja vaid ühtlaste pindade ühendamine (nagu vöödid läbi joonise) ning tulpade lähendamine annab talle uue välimuse (vrd. 100% tulp-joonist joon. 19).



Joon. 98. 100% vöötköver kõverana (polü-
goonina). — Või väljavedu riikide järgi
1922.—29. a.

Treppköver vöötköverana on kohasem seal, kus tõusud või langud on liiga järsud. Tavaline kõver, liiga äkki alla või üles kistuna, kitsendaks seal vastava värvusevöödi ebaloomulikul.

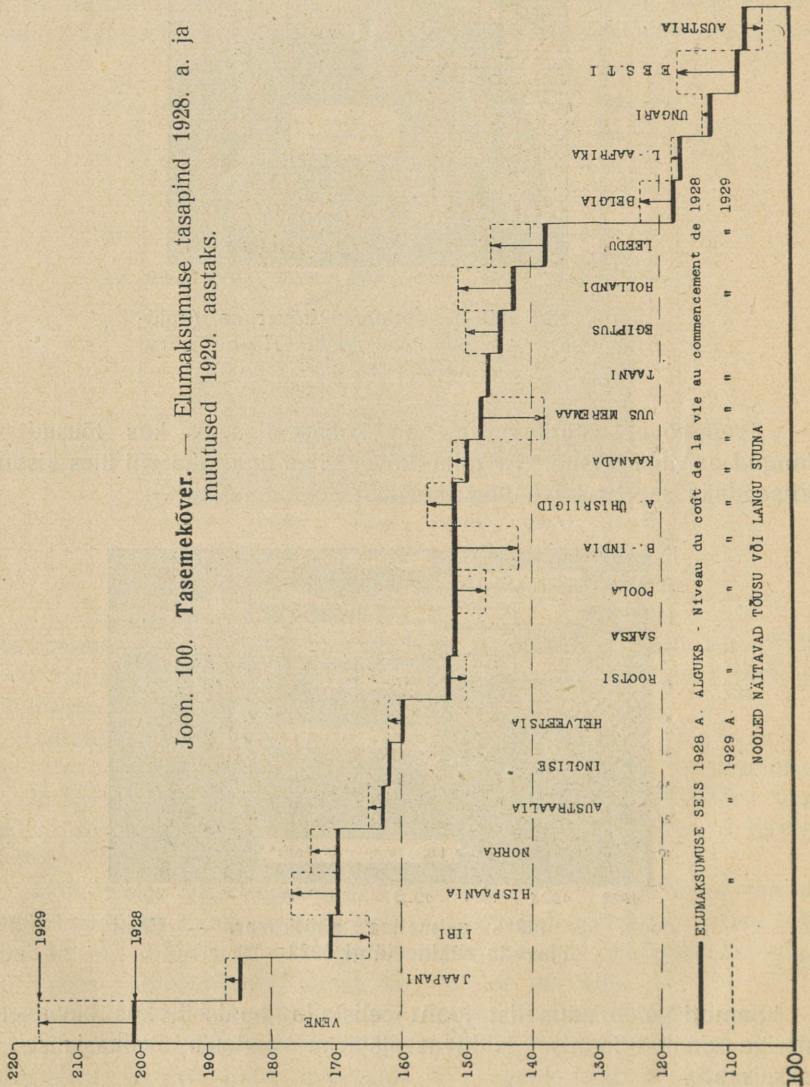


Joon. 99. 100% astmeline vöötköver. — Eesti
väljavedu riikide järgi 1922.—29. a.

Samuti tuleb astmelist joont eelistada jooniseil, kus katsetud ka iga üksikut joonisel leiduvat ajajärku vaadelda üksikasjaliselt ja iseseisvalt.

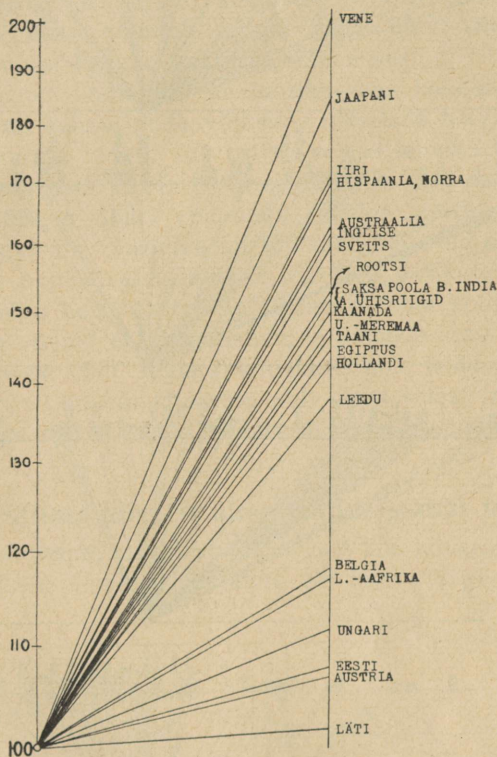
38. Tasemekõver ja hajumuslehtvik.

Üksikute objektide omadusliku võrdluse teostamiseks on õige tee tuljooonis ja mitte kõver. Sama käib ka taseme võrdleva kõrguse kohta. Näiteks, palkade võrdlevat kõrgust eri riikides illust-



reerib tuljoonis, kus iga riigi tulp¹ on võetud proportsionaalselt keskmise palgaga riigis.

Kui aga tegemist on mitme taseme võrdlusega, võib tarvitada tuljoonise lähemat sugulast — treppkõverat. Kuna viimast võib vaadelda tuljoonise ülemiste otste kontuurina, siis kehastab ta ka väliselt taseme astmelisuse ideed.

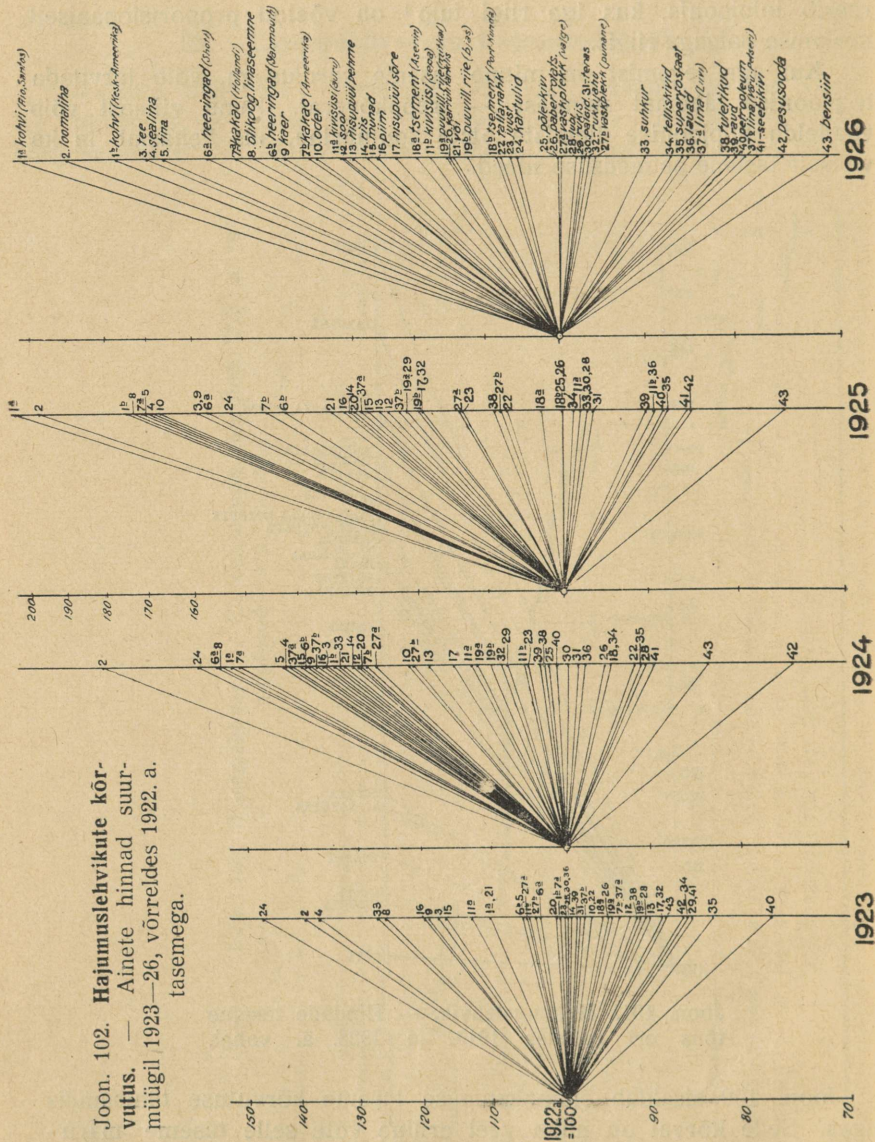


Joon. 101. **Hajumuslehtvik.** — Hindade taseme tõus eri riikides 1913. ja 1928. a. vahel.

Joon. 100 sisaldab elumaksumuse taseme kõrvutuse tähtsamais riigis. Selle kõrval on näha veel eriline võte selle taseme muutuste kohta. Iga riigi elumaksumuse tase on näidatud tugeva joonega 1928. a. alul, kusjuures riigid asetatud alanevasse järjekorda. Katkestatud jooned ja nooled näitavad aga tõusu või langu aasta

¹ Tulba asemel võib hea eduga tarvitada ka jämedat sirget.

Joon. 102. Hajumuslehtvike kõr-
vutus. — Ainete hinnad suur-
müügil 1923—26, võrreldes 1922. a.
tasemega.



hiljem, võrreldes endise tasemega. Nii on ühes joonises ühendatud kaks ajaliselt erinevat taset ja seejuures väljendatud ka suunad.

Treppkõverast kaugemale minna ja tasemeid kujutada lihtkõveraga on halb võtte. Sellist võtet on kasutatud, näiteks, „Kaitse Kodus“.

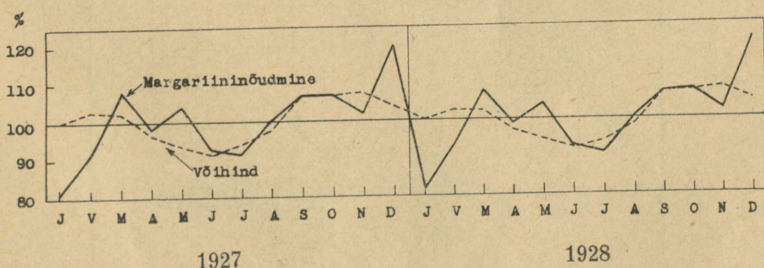
Kaitseliidu paremate laskurite saavutiste tase on näidatud lihtkõveraga, kusjuures iga ordinaat vastab ühele laskurile. Ideelt on see valekujutus. Kõver peab näitama kas ajalist arengut, sagedust või jaotust (vöötkõver). Käesoleval juhul pole sellega tegemist. Kujutluse tekkimise loomulik psühholoogia võiks siin olla järgmine: seisavad 8 eriomadustega laskurit. Kui üks neist on omadusis teisest kõrgem, teine madalam jne., siis meie kujutluses esimese asetame kõrgemaks, teised järk-järgult alanevalt — s. o. tekib tulpjoonis või treppkõver. Viimane rõhutab samuti hüpet ühelt isikult teisele ega lase tekkida mõtet taseme pehmest alanemisest.

Mingi taseme sisemiseks analüüsiks seda koostavate elementide järgi on kohane joonis, mida võiksime nimetada hajumusvihuks ehk -levvikuks. Joon. 101 esitab sellise lehviku hindade taseme kohta mitmesuguseis riiges. Võttes 1913. a. 100-na (joon lehviku keskel), on 1928. a. aluks enamikus riikides hinnad tõusnud sellest tunduvalt kõrgemale. Lehviku kiirte vahed näitavad erinevuse määra.

Joon. 102 annab samasugused lehvikud üksikute ainete hindade kohta suurmüügil nelja üksteisele järgneva aasta kohta. Kõigil lehvikuil on 100-na võetud 1922. a. hinnad, ja hindade kord-korralt laieneva hajumuse kaoses võib selliste lehvikute abil leida üksikute ainete hindade käigu. Lihtsate kõverate abil oleks sellist hindade liikumist nii suure hulga ainete kohta täiesti võimatu teostada nii kompaktsel kujul.

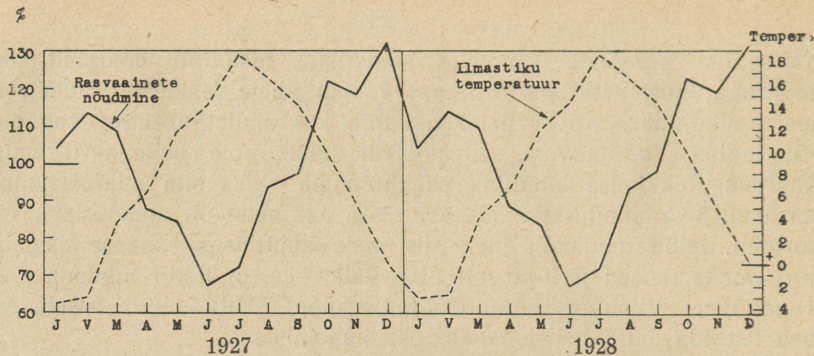
39. Mitme kõvera ühendamine samal joonisel.

Harvad on juhud, mil piirdatakse vaid ühe kõvera joonestamisega. Enamik jooniseid tehakse just kahe või mitme kõvera võrdlemiseks.



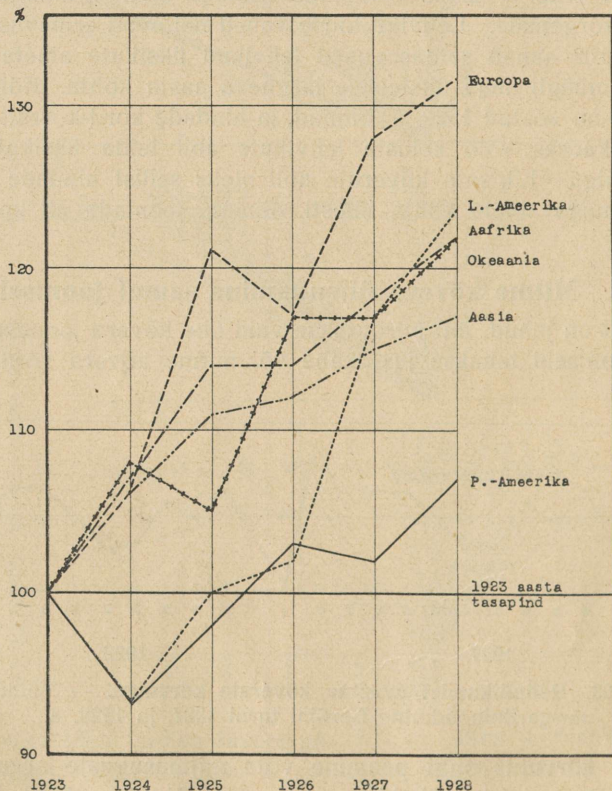
Joon. 103. Rööpliikumist avastav kõverate kõrvutus. — Võihind ja margariiniinõudmine Berliini turul 1927. ja 1928. a.

Selline kõrvutus ongi peamine võtte mitmesuguste arvuderidade analüüsil. Paremini kui ükski muu arvutus või võtte näitab joon. 103 otsesõltuvust võihinna ja margariiniinõudmise vahel kahe peaaegu



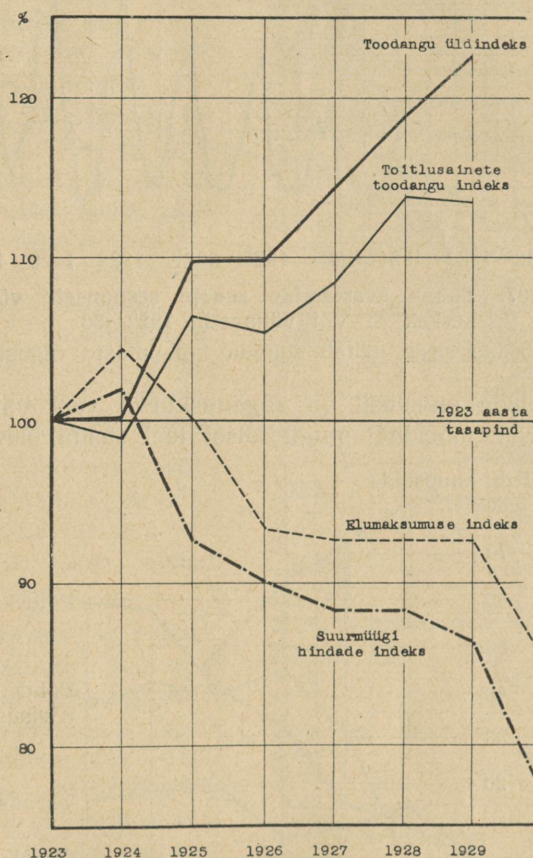
Joon. 104. Negatiivne sõltumus. — Temperatuur ja rasvaainete nõudmine Saksamaal 1927. ja 1928. a.

täpsalt rööbiti liikuva kõverapaari kujul (vt. joon. 103). Negatiivset sõltuvust, paremini ja kiiremini kui korrelatsioonikoefitsiendi arvu-



Joon. 105. Kõverad ühise suunaga, kuid erineva intensiivsusega. — Maailmajagude toodangu areng 1923.—28. a. (1923. a. = 100).

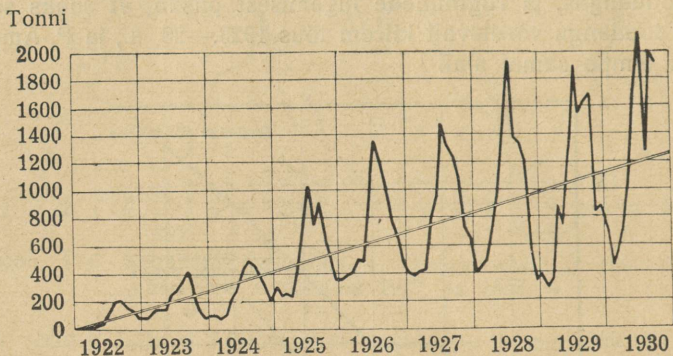
tus, avastab temperatuuri ja rasvainete nõudmise vahel joon. 104. Ühest pilgust kõveraile joon. 105 on küllalt, et väita kiiret tõusu kõigi riikide toodangus, ja riiginimede lugemisest piisab, et saaks selgeks Euroopa toodangu võrdlevalt kiirem tõus 1923.—28. a., ja P.-Ameerika aeglasim tempo samal ajal.



Joon. 106. Peegelduvad kõverad. — Toodangu tõus ja hindade lang tähtsamais riiges (1923. a. = 100).

Reeglipärane vastupeegeldus vastandliikumise puhul ilmneb toodangu tõusus ja hindade langus joon. 106, ja selgekujuline suunatõus, vaatamata määratuile kõikumusile üksikuil kuil, on kahtlemata olemas meie või väljaveol (joon. 107). Millised arvuderead või ettekanded võiks mulje selguse ja kiiruse suhtes asetada joon. 108 kõrvale, kus

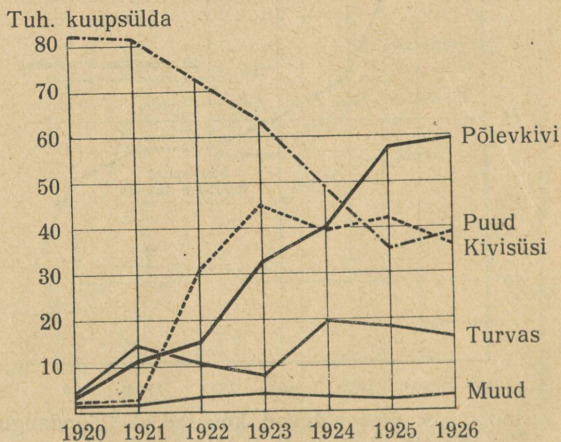
puutarvituse allakäik töönduses peaaegu täpsalt vastab põlevkivitarvituse laienemisele!



Joon. 107. Suuna avastamine suurte sesoonsete võnkude keskel. — Või väljavedu 1922—30.

Kahekordne sirge näitab suunda kõikumuste rägastikus.

Sagedusriidade analüüsil on sageduskurvil veel vajalisem ülesanne täita. Pole mõeldav mingil teel saada ülevaadet kooli-



Joon. 108. Kõverad põhjaliku muutuse konstateerijaina. — Kütetarvitus töönduses.

õpilaste vanuslikust koostisest üksikult ja sünoptiliselt kõigi klasside järgi vastavate kurvide abita (vt. joon. 109).

Selliseid näiteid võiksime pikendada lõpmatuseni. Enamik sääraseid mitme kõvera kõrvutusi on teostatavad raskusteta — kõver

joonestatakse samal mõõdul teise kõrvale. Kuid kerkib üles ka mitmesuguseid raskusi.

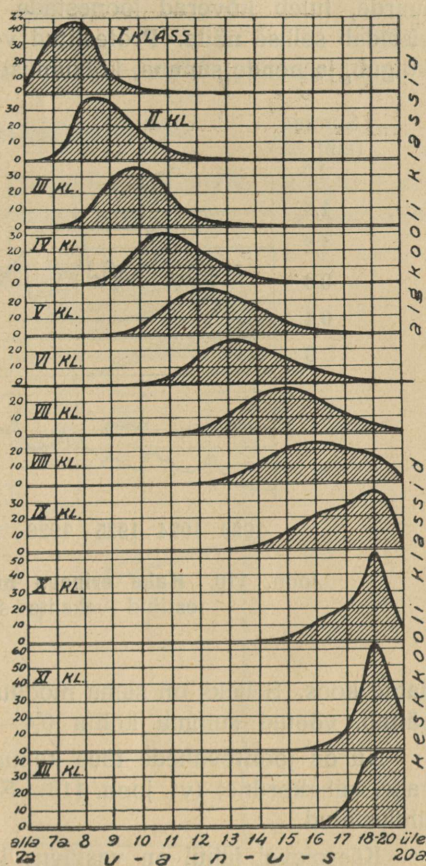
Ülal nägime juhtu, kus oli vaja kõrvutada kõveraid, mis käsitlesid erinevaid ajastuid.

Edasi, kõikumuste ulatus võib erineda väga suurel määral, nii et ruumist, mis ühe jaoks mõeldud, teistele ei piisa. Näiteks, abielulahutuste arvu (500—600 aastas) ja abiellumiste (8—10 tuhat) kõrvutamisel oleks vahe alumise ja ülemise kõvera vahel määratu. Tahtes neid kompaktsemalt mahutada, tuleks mõõtu nii vähendada, et alumine jääks vaid põhja mööda roomavaks jooneks, mille võnkusid raske vaadelda.

Selliseil juhtumel võib joonise katkestada, märkides seda katkestatud joonega (vt. joon. 75). See toob jooned üksteisele ligemale.

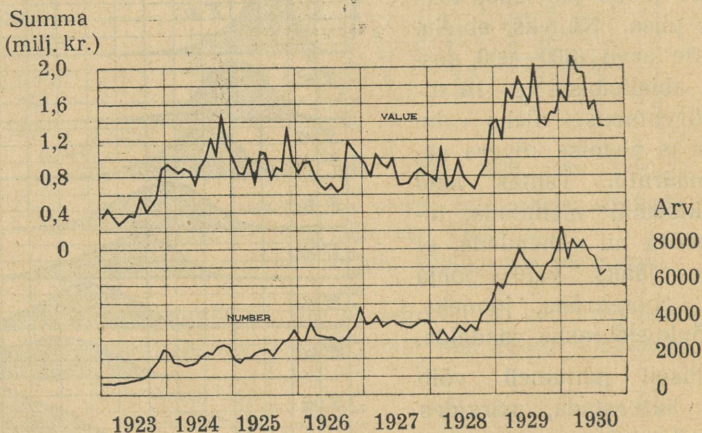
Tuleb aga meeles pidada, et paljudel juhtudel see võte võib tekitada arusaamatusi. Näit. leivahinna (16—25 senti kg) ja rukkiahinna (1400—1800 senti kvintaal) kõverad võib küll mõõduvõrgu katkestamisel ligemale asetada, ent kõikumusi ei saa ikkagi võrrelda. Kui rukkiahind tõuseb vaid 1%, väljendub see kõveral palju suurema tõusuna kui leivahinna tõus kõveral 25% võrra (16 sendilt 20-le). Käesoleval juhul on võimalik mõlemad hinnad arvata ümber ühtlase mõõduühiku (kg) peale, kuid teistel juhtudel pole seegi teostatav.

Veel suuremad raskused kerkivad esile siis, kui vaja võrrelda kõveraid, mis antud hoopis teistes mõõduühikutes. Näiteks, soovi-



Joon. 109. Sageduskurve vormide avastamine. — Õpilaste vanus klasside järgi keskkoolis 1923. a.

takse kõrvutada kuude järgi: 1. sisseveo väärtust (kroonides), 2. sissetulnud laevade mahtu (tonnides) ja 3. raudteevedusid (tonn-km). Parim abinõu on selliste kõrvutuste puhul tarvitada logaritmilist mõõtu (vt. tagapool). Kui siiski soovitakse jääda tavalise mõõdu juurde, tuleb kõverad joonestada erinevate mõõtudega. Joon. 110 sisaldab sellise näite. Protestitud vekslite arv, mis 1 000—8 000 vahel kõigub, ja nende summa, kõikumusega 0,4—2,0 milj. kr. vahel, on näi-



Joon. 110. Kahe erineva mõõduga kõverad. — Protestitud vekslite summa 1923—30.

datud koos. Selleks on sama mõõduvahe, mis arvu kohta 2 000—4 000 näitab, võetud summa kohta 0,4—0,8 miljonile vastavaks.

Nii on joontevahede tõus kummalgi kõveral võrdne (kahe joone vahel kahekordne) (vt. joon. 110). Seetõttu on kõverate võngud tõesti ühtlustatud.

Käesoleval juhul on vastavus lihtne. Juhtudel, kus arvude suhe pole mitte niivõrt selge, tuleb muidugi teha sellekohaseid arvutusi.

Kui on soovitav üht kõverat otse teisele peale asetada, et täpsamini selgitada võnkumuste vastavust, tuleb arvutada kummagi kõvera keskmine ja kõverad joonestada nii, et keskmised üksteisega lõikuksid. Pärast seda (ja muidugi pärast võnkumuse mõõdus ühtlustamist) vastab kõverate võnkeulatus täpsalt.

Kui on võimalusi pikemaks arvutustööks ja vahest soovitamagi on vaadelda rohkem muutuste suhtelist suurust, võib arvud arvutada ümber protsentideks. 100% võib kasutada nii arvuderea summat,

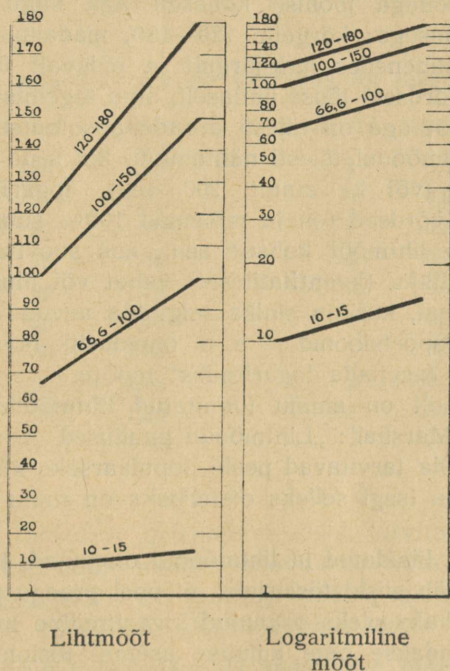
keskmisi, või rea esimest (või viimast) arvu (muidugi ühtlaselt kõigi ridade kohta). Sellised kõverad on omavahel otseselt võrreldavad, kuna protsentimisel on võetud ühtlased alused.

Kõik protsentarvude kõverad omavahel on hõlpsasti võrreldavad.

II. Kõverad logaritmilisel määdul.

40. Logaritmiline määdu.

Logaritmiline määdu annab võimaluse kõrvutada piiramatu arvu kõveraid mistahes ühikuis väljendatud arvuderidadest ja neid vabalt



Joon. 111. Logaritmilise ja lihtmäädu erinevus. — 50% suurenemise näitamise vahe mõlemal määdul.

üles-alla tõsta soovitavale kohale, mille juures säilib kõverate vaherkord ja võnkude ulatus.

Väline vahe lihtsa ehk aritmeetilise ja logaritmilise (ehk geomeetrilise) määdu vahel on see, et lihtmäädu ülespoole suureneb

kogu aeg ühtlaselt, logaritmiline mõõt aga ülespoole kord-korralt väheneb (nn. orgaaniline kasv).

Mõõtude erinevus väljendub selgelt joon. 111, kus kujutatud nelja paarispunkti vahet ühendavad jooned mõlema mõõdu kohaselt. On võetud järgmised arvud:

10	—	15	—	suurenemine	50%
66,6	—	100	—	„	„
100	—	150	—	„	„
120	—	180	—	„	„

Nagu näeme, on arvude tõus kõigil kolmel juhul sisuliselt ühesuurune — 50%, mida ka logaritmiline mõõt väljendab kolme rööbasjoonega. Lihtmõõduga joonise kohaselt aga nagu oleks tegemist kolme erineva tõusuga: kõrgeim 120—180, madalaim 10—15. Logaritmiline mõõt, vähenedes järk-järgult ja pidevalt ülespoole, näitab kõiki suhteliselt võrdseid tõuse ühtlaselt, olgu tegemist kuitahes suurte arvudega; lihtmõõt aga on täiesti arvude absoluutse vahe mõju all. Tõus 2—4 on lihtmõõdul täiesti nähtamatu, kui seda kontrastida tõusuga 2000—4000 (või ka ainult 200—400), logaritmilisel aga on mõlemad tõusud võrdsed (on ju mõlemad 100% suurenemisega).

Seepärast on lihtmõõt kohane seal, kus soovitakse näha absoluutarvude koguslikku (kvantitatiivset) vahet või muutuste aritmeetilist ulatust. Kõikjal, kus on sihiks selgitada arvude suhted, määrad, vahekorrad ja proportsioonid — s. o. omaduslik (kvalitatiivne) vaatus, on kohasem tarvitada logaritmilist mõõtu.

Teadlaste poolt on ammu toonitatud lihtmõõdu puudusi. Juba 1885. a. kirjutas Marshall: „Lihtmõõdu puudused on sellised, et vähesed statistikud teda tarvitavad peale populaarseks käsitlemiseks määratud kõverate, ja isegi selleks otstarbeks on minu arvates tal suured puudused.“

Kuigi see on liialdatud ja lihtmõõdul on omad, kuigi enam piiratud ülesanded, jääb siiski tõsiasjaks, et veel praegu paljudel juhtudel, kus ainuotstarbekaks oleks osutunud logaritmiline mõõt, tarvitatakse lihtmõõtu, ja saadakse õige kujutise asemel tõsiolusid moonutavad joonised.

Põhjuseks on enamasti logaritmilise mõõdu mittetundmine ja eksiarvamused selle käsitlemise raskusest.

41. Logaritmilise mõõdu konstrueerimine.

Praegusel ajal, kus millimeeterpaberi kõrval müügil saadaval trükitud lehed logaritmilisel mõõdul joonitatud paberit, logaritmilise mõõdu tarvitamine on sama kerge kui lihtmõõdu oma.

Juhtudeks aga, kus sellist paberit pole käepärast või kus soovitakse omale konstrueerida alaline mõõt mitmesugustes suurustes, võiksime soovitada järgmist viisi.

Tõmbame umbes 10 sm püstjoone (vt. joon. 112 — joonise keskk kohta mööda tõusev joon), mille alumisel otsal, paremal pool, märgime 0, poolel pikkusel — 1,0 ja pealmises otsas — 2,0. Nende kolme arvu vahel teeme veel alajaotused (0,5, 1,5, siis 0,1 jne., vt. joon. 112). Nüüd loeme need arvud logaritmideks ja märgime logaritmid tabeli kohaselt joonest vasakule nende logaritmid vastavuse tervetes (naturaal-) arvudes. Logaritm 1,0 vastab arvule 10, log 1,3 arvule 20, 1,6—40, 1,7—50 jne. Arv 2 tuleb vasakul märkida kohale, kus asub paremal log 0,3, 5 vastu log 0,7 jne.

Tähtsamate alla 100 arvude vastavus on järgmine:

Arvud	logaritmid	Arvud	logaritmid
100	2,00	9	0,95
90	1,95	8	0,90
80	1,90	7	0,85
70	1,85	6	0,78
60	1,78	5	0,70
50	1,70	4	0,60
40	1,60	3	0,48
30	1,48	2	0,30
20	1,30	1	0,00
10	1,00		

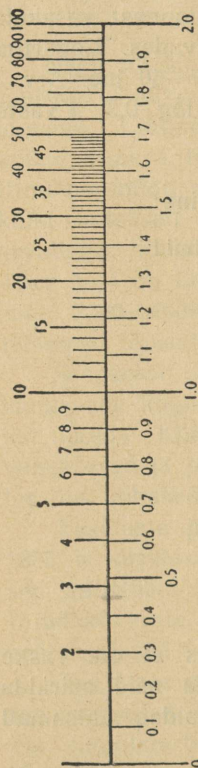
Ülaltoodud arvused orienteerumiseks tarvitades ei ole raske leida kõik arvud, mida mõõdul soovitakse näha, ja neid märkida joonisele (vt. joon. 112). Nii saamegi mõõdu, mis sisaldab tähtsamad arvud 1—100, ja mida võib otsekohe tarvitada.

1 vastab log 0,0, ja allapoole seda arve märkida ei saa, kuna logaritmilisel mõõdul tema matemaatiliste omaduste tõttu puudub 0-joon.

Mõõdu mitmekülgstamiseks võib asetada log 1 kohale, umbes 10 sm kaugusel, paremal, punkti ja ühendada selle sirgetega kõigi endisel joonel märgitud mõõtudega. Selliselt valmib universaalne log. mõõt. Soovime tarvitada mõõtu, mille 1—100 võngud ei ületaks 5 sm, võtame mõõduks sirgetevihiku lõike kohalt, kus ta ei ületa 5 sm.

Joon. 113 esitab sellisel teel valmistatud universaalse log. mõõdu, millel antud 10 mitmesugust lõiget, mille mõõtusid sobival juhul otse võib tarvitada. Püstjoonel 10 (vasakul äärel) on valmistatud log. mõõt 1—10. 0-punkt asub äärmisel paremal. Kõik 10. joonel märgitud mõõduühikud on sirgete abil ühendatud selle punktiga. Lõigates teisi jooni (1—9), annavad nad neil järk-järgult väiksemad jaotused, mis aga 10. joone omale täiesti

= 10 log u). Kuid ainult 10. joont ja 0-punkti proportsionaalsed (üldine vahakord on $x =$ ühendades jääks pool joonisest täiesti tühjaks, sest 10. joone mõõdud 1. joonel võtavad oma alla vaid $\frac{1}{10}$ joone pikkusest. Selle vältimiseks ja joonisele suurema kasulikkuse andmiseks on 0-punktist sirged projektitud ka 10. joone mõeldavale pikendusele (vt. kõiki põikjooni vastu ülemist serva). Nii on kõigil joontel mõõdujaotused täiel pikkusel. Kõik mõõdumärkmed on tehtud naturaalarvudes.



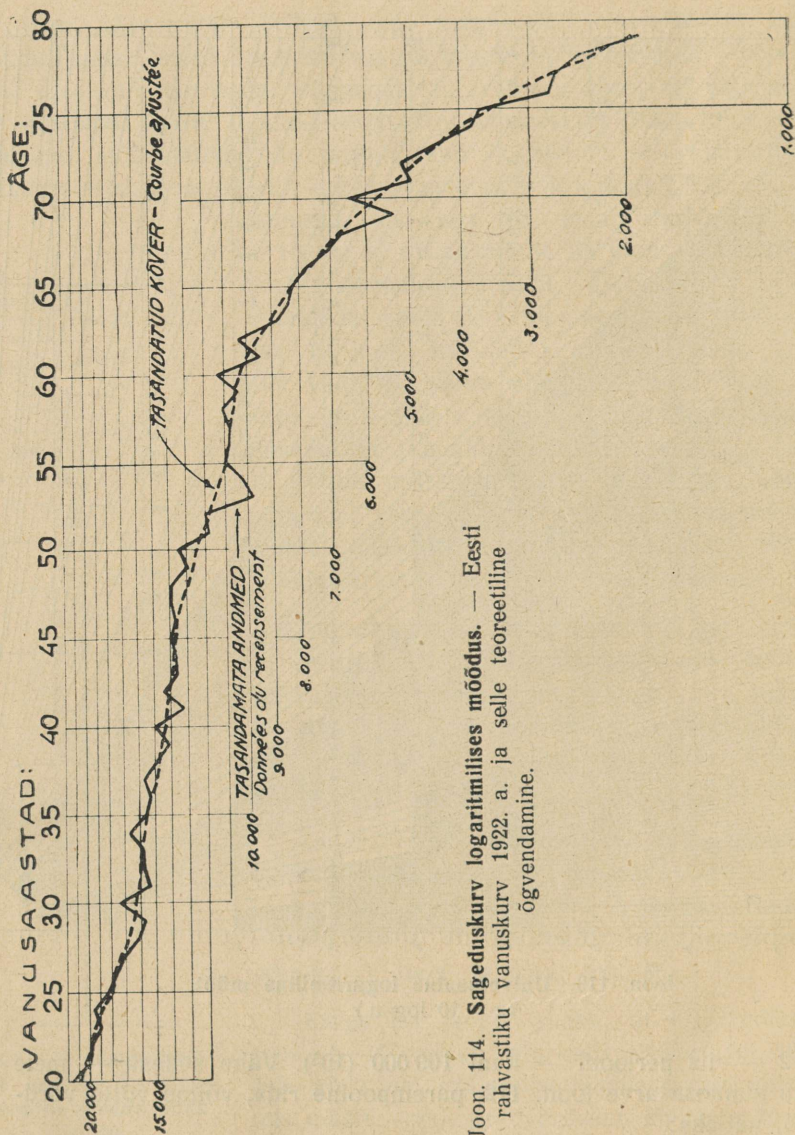
Joon. 112. Logaritmilise mõõdu konstrueerimine arvude jaoks 1—100.

Logaritmilise mõõdu sagedasel tarvitamisel mitmekesistes vahakordades on sellise mõõdujoonise tegemine väga praktiline. Mõõdumärkmete ülekannet võib teha sirkliga või mõõdujoonist soovival kohal kokku käänates.

Logaritmilise joonlaua tarvitaja kasutab mõõdu konstrueerimisel muidugi oma joonlauda, millel vastavad jaotused on olemas. Nende vähendamiseks või suurendamiseks on lihtsad võtted (vt. joon. tehnika, ptk. 68).

Kerge on tähele panna, et log. mõõdul vahe 1—10 vastab suuruselt vahele 10—100, 100—1000 jne. Iga sellist kümnekordset vahet, mis mõõdul pikkuselt võrdsena kujuneb, nimetatakse perioodiks. Iga log. mõõdu joonis koosneb kas ühest või mitmest perioodist.

Näiteks, joon. 112 alamõõde (1—10) kordub pikkuselt ülalpool, teises perioodis kümnekordselt suuremate arvudena (10—100) jne. Joon. 113 püstjoon 4 sisaldab 2,5 perioodi (1—10, 10—100 ja 100—300), püst-

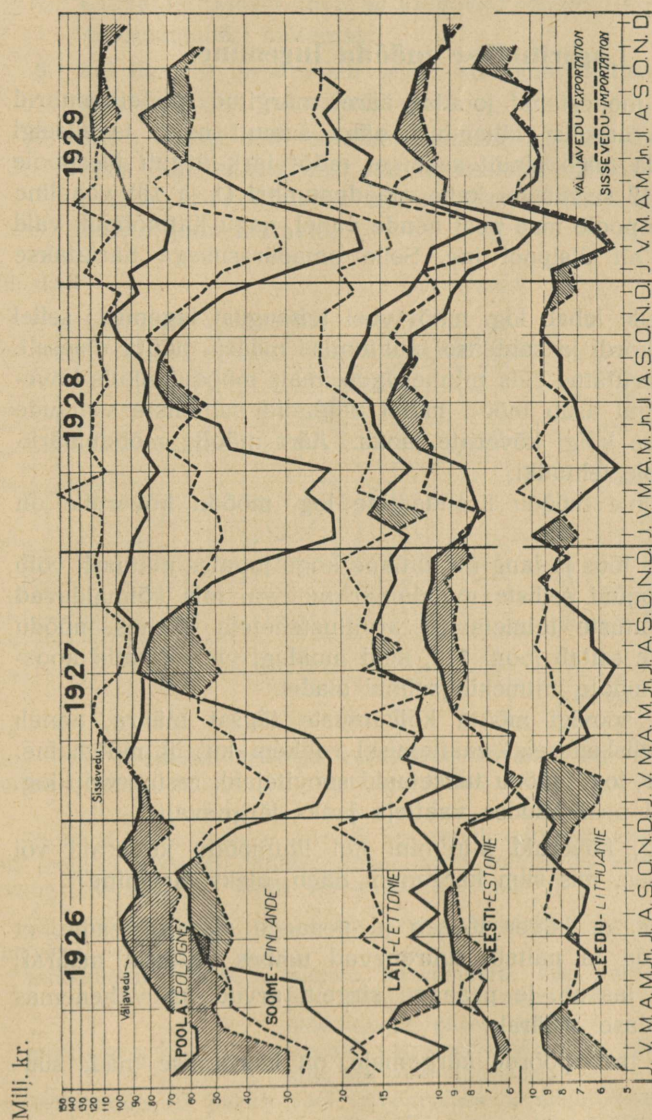


Joon. 114. Sageduskurv logaritmilises mõõdus. — Eesti rahvastiku vanuskurv 1922. a. ja selle teoreetiline õgvendamine.

Kõvera asetus ja vorm jääb ikkagi samaks, ükskõik kas me joo-
nestamisel loeme teda üksikutes või lisandame mõned nullid ja arves-
tame tuhandeis: iga perioodi sisemine vahekord on ikka seesama.

Asendades mõõdul arve selliste või veelgi suuremate arvudega,

saame ikkagi õiged tulemused, kui ainult kümnekordseist vahekorrist järjekindlalt peame kinni.



Joon. 115. Histogramm logaritmilises mõõdus (pajude kõveratega). — Balti riikide välis-kaubanduse areng 1926—29.
 Joon. alumises osas näeme erivõtet. Poola, Soome, Läti ja Eesti väliskaubanduse arvud on üksteisest kord-korrald väiksemad ja mahuvad sellepärast üksteise alla. Eesti ja Leedu arvud aga liiguvad samades piirides (kuus 5—10 milj. krooni ümber) ja oleksid üksteisega lõikumisel muutunud arusaamatuiuks. Selle vältimiseks on Leedu kõverad eraldatult paigutatud allapoole, mõõtu korraates.

Joon. 114 ja 115 esitavad kaks näidet log. mõõdul joonestatud kõveraist. Seejuures joon. 114 on tarvitatud mõõtu 1000—22 000,

s. o. poolteist perioodi (1 000—10 000 ja 10 000—100 000 osa), joon. 115 (ülemine osa) üks terve ja kaks poolikut perioodi (6—10, 10—100 ja 100—150).

42. Logaritmilise määru lugemine.

Log. määdul joonestatud joonise äärel märgitud määrunumbrid lubavad kõverate arvulist tähendust näha samuti nagu tavaliselgi määdul. Arvestada tuleb ainult seda, et määrt järk-järgult ülespoole väheneb. Joon. 112 selgub, et kahe määrunumbri (1 ja 10) vaheline arv 5 ei asu mitte poole maa peal nende vahel, nagu lihtmäädul, vaid umbes $\frac{2}{3}$ maad alt ülalpool jne. Selle omapärasusega harjutakse varsti.

Kuid peale selle lubab log. määrt veel teissugust lugemist: sellel võib arvude vahetõõri ja suhtelise muutumise määra määta otseselt. Joon. 118, kus kõrvutatud rida mitmesuguseimais määduühikuis kõveraid, vasakul nurgal asub määrt, millel näidatud suhteliste võnkude ulatus selle joonise kõigi kõverate jaoks. Äärt määda määdumärkmeid sel puhul pole tehtudki.

Sellise täiendava määdu lisandamine log. määdu kõveraile on väga soovitav.

Kuna kõverate tõõs ja lang on ühtlane kogu joonise ulatusel, võib neid varustada koguni selliste määdumärkmetega, mis võimaldavad mitmesuguste arvutuste toimetamist arvutusteheteta üksnes määdu järõi. Sellise näite esitab joon. 116, kuid muidugi on võimalik koostada sarnanevaid määde mitmekulgseimal aladel.

Neile, kes ei soovigi määda kõikumuste täpsat määra, annab log. joonise ka pealiskaudselõi vaatlemisel rohkem kui lihtmääduline.

Prof. I. Fisher, log. määdu tulisemaid soovitajaid, resümeerib log. määdu paremused pealiskaudse vaatleõi jaoks järgnevalt:

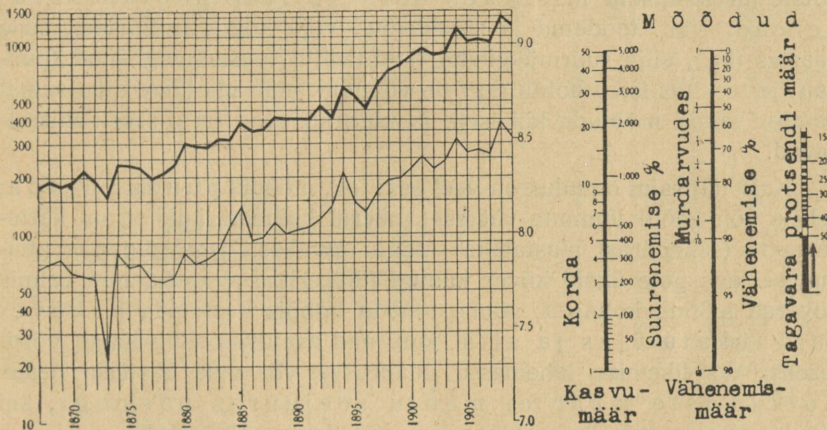
Silm loeb log. kõveraid kiiremini kui lihtmäädu kõveraõi või arvused tabelis. See, mis silm kergemini näeb, oleks järgmine:

1. Kui näeme, et kõver tõõseb ja peaaegu sirõelt, teame, et arvud, mida ta näitab, suurenevad umbes ühtlasel määral;
2. kui kõver laskub, ja peaaegu sirõelt, arvud on vähenevas umbes ühtlasel määral;
3. kui kõver teeb pööõde kõrgemale, on kasvamise määru suurenevas;
4. kui allapoole — vähenevas;
5. kui kõvera suund joonise ühes osas on sama, mis teises, näitab see sama suurt protsendilist muutust mõlemas;

6. kui kõver on ühes osas järsum kui teises, näitab see selles osas kiiremat tõusumäära kui teises;
7. kui sama joonise kõverad kulgevad rööbiti, näitab see võrdseid muutusemääri mõlemas;
8. kui üks on järsum kui teine, on tema muutusemäär protsendiliselt kiirem kui teisel;
9. sirge, mida silm suudab kujutella kõvera üldsuumana, ongi selle õige suund, mis näitab keskmist tõusu (või alanemise) määra, kõrvalekaldest sellest „kasvuteljest“ on selgesti näha ümber joonestamata.

Milj. doll.

Logaritmid



Joon. 116. Arvutusmõõtudega varustatud kõverad log. mõõdul. — Hoiussummad (jämne kõver) ja tagavarad New York'i pankades 1867—1909.

Paremal pool joonise kõrval on antud mitmesugused mõõdud, mille abil joonisel, ükskõik millisel kohal, saab toimetada arvutusi ilma ühegi arvutustehteta, ainult sirkli või pabeririba abil.

Nii, näiteks, võib iga aasta arvu püstkõrgust teisega mõõtes teha kindlaks

mõõdujoon I peal — summa kasvumäära, kas kordades (kaks, viis jne. korda) või suurenemise %-na (esimese mõõdujoone parem külg);

mõõdujoon II peal — summa vähenemismäära kas murdosades (vasakul) või %-% (paremal).

Mõõdujoon III pakub veel erivõimaluse arvutada otseteed tagavarade %, võrreldes hoiussummadega ükskõik mis aastal. Selleks on vaja vaid võtta kahe kõvera vahe kõrgus vaadeldaval aastal ja asetada kolmanda mõõdujoone peale, selle alumisest otsast ülespoole. Mõõdujoone märkmed näitavad kohe nõutava %.

43. Logaritmilise mõõdu omadused.

Log. mõõdu määratu ulatuse juures (võttes, näiteks, nelja perioodiga mõõdu, sisalduvat selles arvud 1—10 000, viie perioodiga — 1—100 000 jne.) ei ole tegelikke raskusi mingi kõvera mittepealemahtumisega; joonisele võib kõik mahutada, ükskõik kui suure arvu.

Log. mõõdu juures pole kartust, et mõne väikese arvu liikumine jääb varju: tõus 3—4 paistab samal joonisel sama selgelt ja tähtsalt kui tõus 300 000—400 000.

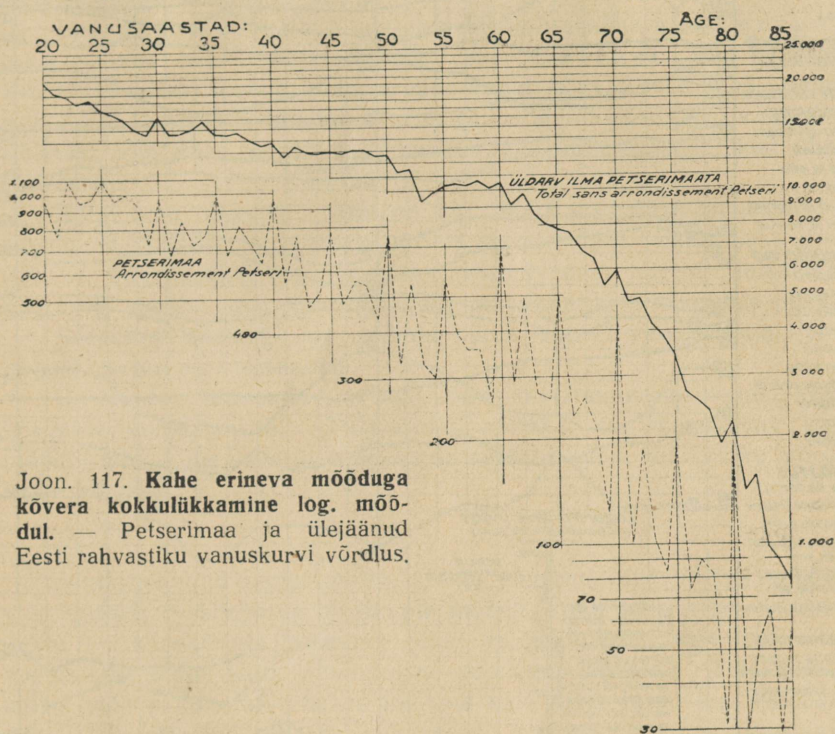
Kuna log. mõõt väljendab suurenemise või vähenemise määra ühtlaselt kõigi arvuderidade kohta, siis võib sellel joonestada eriliste võtete tarvitamiseta mistahes ühikuis väljendatud arvuderead. Näit. toodetud ja sisseveetud vilja kogus (tonnides), selle väärtus (kr.), vilja suurmüügihind (kvintaalilt), üksikmüügi hind (puudalt) ja tarvitus isiku kohta (kg) on võimalik märkida kõveraina samal joonisel antud mõõtude kohaselt, ja kõik kõverad on otseselt võrreldavad.

Kuid tähtsaim omadus on veel ees: log. mõõdul puudub 0-joon; sellele võib mõõt lõpmata väikesel määral ligineda, kuid ta on kättesaamatu (sellepärast alustatakse mõõtu tavaliselt 1-ga). 0-joone puudumisel aga pole ükski kõver kuhugi fikseeritud. Joonestatud valmis kõverad mõõdu kohaselt, võime mõõdu hoopis kustutada ja kõveraid lükata üles ja alla, kuni nad asetuvad sobivaimalt võrdluseks, kas üksteise lähemasse naabruses või otse üksteise peale. Kõikumuste määr ei muutu seejuures põrmugi, kui ainult säilitame kõvera esialgse kuju (vt. joon. 117 ja 118).

Sel omadusel on lõpmata suur tegelik tähtsus. Kõverate käigu võrdluste, selles seadusepäraste leidmise jne. juures lihtsal mõõdul on teinekord suured raskused. Näit., ühe nähise sõltuvuse kindlaks-määramiseks teisest tuleb nende arvuderidasid korreleerida, mis tihti nõuab suurt matemaatilist tööd. Joonestanud aga kummagi nähise kõverad log. mõõdus erijooniseile, asetame nad otse üksteise peale ja, vaadeldes vastu valget (näit. aknaklaasil), näeme kohe, kas on märgata ühtivusi (või vastupidisusi) kõverate käigus. Kui ühtivus on suur, võib selle täpsamaks mõõtmiseks arvutada korrelatsioonikoefitsiendi; kui väike, saab pikem arvutus liigseks ja tagajärg on saavutatud kergema vaevaga.

Samuti kohane on log. mõõt interpolatsiooni või ekstrapolatsiooni graafiliseks määramiseks, sest tema kõikumused on regulaarsemad kui aritmeetilise mõõdu omad.

Log. mõõt on eriti kasulik seal, kus arvude kõikumus suur. Kui aga vahe ülem- ja alammäära vahel on alla 100%, siis väheneb erinevus log. ja lihtmõõdu vahel. 25%-lise vahe juures

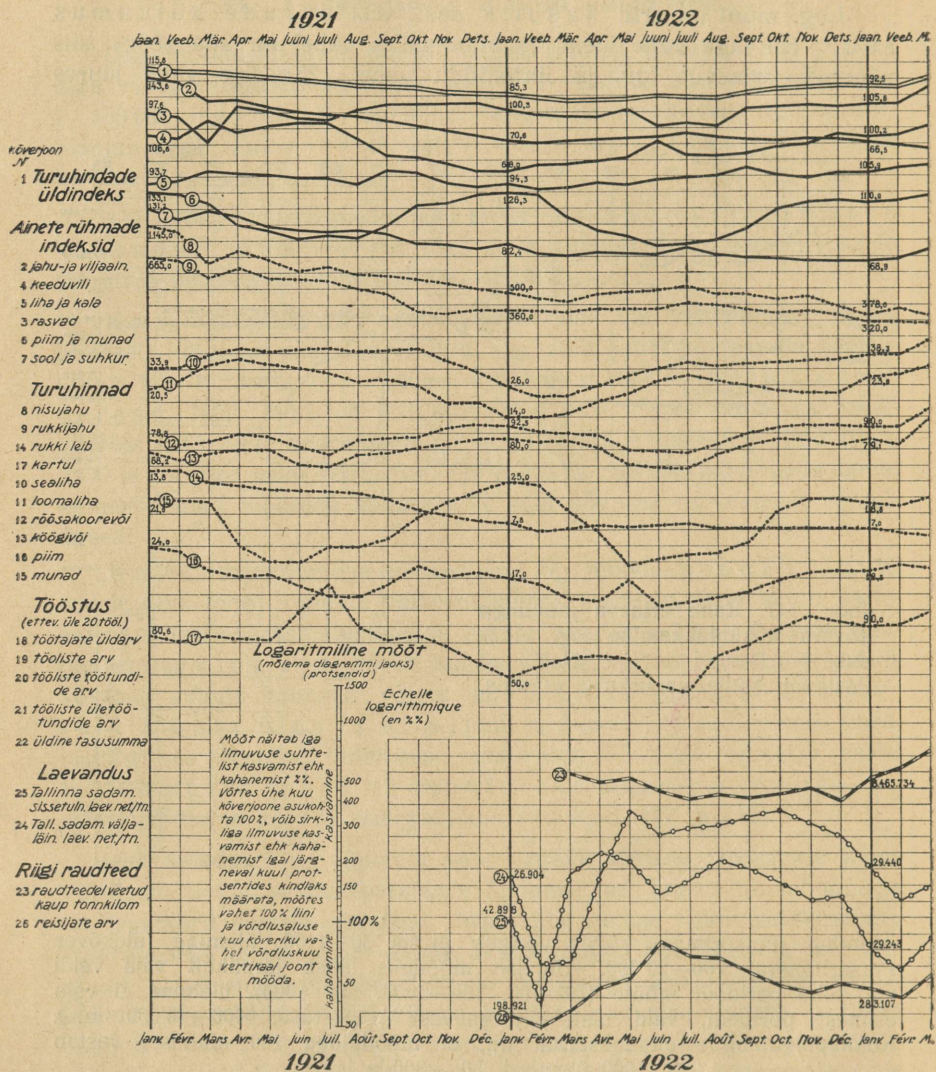


Joon. 117. Kahe erineva mõõduga kõvera kokkulükkamine log. mõõdul. — Petserimaa ja ülejäänud Eesti rahvastiku vanuskurvi võrdlus.

Alumine (Petserimaa) kõver võngub piires 30—1100, ülemine (üldkõver Petserimaata) 700—20 000. Alumise mõõduks läheb järelikult vaja veidi üle kahe perioodi mõõte (10—100, 100—1000, üle 1000), ülemine ei vaja esimest perioodi, vaid alates järgnevast (100—1000, 1000—10 000 jne.). Kokkupaigutamine on teostatud nii, et mõõdujoon 100 alumisel vastab 1000 ülemisel, 30—300-le jne.

annab log. mõõt peaaegu täpsalt samase kõvera kui lihtmõõt ja sellisel juhtudel on mõtte teda tarvitada vaid seal, kus kõveraid palju ja neid pärast mõeldakse üksteisele ligemale asetada (vt. joonest. tehnika).

Log. mõõtu ei saa tarvitada seal, kus esinevad üleminekud



Joon. 118. Mitmesuguste kõverate ühendamine samal joonisel log. määtt. — Mõned majanduselu nähised 1922—24.

positiivseilt arvelt negatiivseile — alla 0, sest 0 on log. määttu alumine piir. Selle vältimiseks on küll mõned eriarvutusviisid, kuid need ei kuulu siin vaatlusele.

Log. mōõdu tarvitamine on kasutu seal, kus tegemist geomeetriliste arvuderidadega või %/0. Need on juba lihtmōõdul kohandatud log. muutusile. Selliste arvuderidade jaoks võib log. mōõtu tarvitada vahest mitmesuguste arvuderidade ühendamise sihiga samal joonisel.

Log. mōõt ei ole kõlblik seal, kus tahetakse näha nähise arvude vahet ega olda huvitatud selle vahe määrast. Kui kõveralt tahetakse pärast lugeda maha arvude vahet (tõus 40—65 peab andma vahena 25 ja seda 25 tahetakse näha väljendatuna ühesuurusis mōõduühikuis), siis tuleb tarvitada lihtmōõtu, kus kõik mōõduühikud ühesuurused.

Kõigi oma omaduste tõttu on log. mōõt statistilise joonestamise suurimaid saavutisi ja parimaid võtteid arvuderidade teaduslikuks analüüsiks, mis mitmed matemaatilised võtted sama julgesti lihtsustab, nagu log. tabelid seda teevad paljude matemaatiliste arvutuste puhul.

Seepärast näemegi log. mōõdu kiiret levikut viimasel ajal juba populaarsemaiski väljaandeis.

On muidugi arusaadav, et log. mōõdu tarvitamine on kohane vaid kõverate valmistamisel. Tulpjoonist, näiteks, on ebamōeldav log. mōõdul teha, kuna selle ülesandeks on näidata tulba, kui terviku, võrdlevat kõrgust.

*

Senikirjeldatud logaritmilise mōõdu kõverad omavad log. mōõtu vaid ühtpidi — kõrguses, ordinaate mōõda, kuna teise telje — alusjoone — mōõdud on tavalised. Siin on sellepärast tegemist mōõduga, mida teaduslikult nimetatakse poollogaritmiliseks. Täislogaritmilise mōõdu kõveral tehakse mõlema telje alajaotused log. mōõdul, mille juures püstjaotused vähenevad muidugi suunas vasakult paremale.

Poollogaritmiline mōõt on täiesti omal kohal histogramme ja üldse ajalisi andmeid väljendavate kõverate puhul (vrd. joon. 115, 116 ja 118). Olgugi et aeg, kui looduslik nähis, peaks olema kohasem log. mōõdul näitamiseks (orgaanilise kasvu seadus!), tarvitavad ometi kõik uurijad, isegi suured matemaatikud, kõigiks ajaliseks kõveraiks poollogaritmilist mōõtu, näidates ajajaotusi lihtmōõdus. Asi on jällegi selles, et histogrammil ja üldse ajalisel kõverail puudub 0-ordinaat 0-aasta puudumisel, kuna ka teoreetiliselt üheski joonises nii kaugele tagasi ei minda. Aja algus igas tegelikult käsitledavas küsimuses on nii lõpmata kaugel, et ükski asjaolu ei muutu sellest, kas tarvitada logaritmilist või lihtmōõtu. On ju väikeste arvude juures vahe logaritmilise ja lihtmōõdu vahel tähtsusetu, nagu mainisime.

Selle järelduseks on, et kõigi ajaliste kõverate jaoks on kohane poollogaritmiline mõõt (nagu toodud näiteis joon. 115—118).

Teissugusem on olukord sageduskurvega. Kui on vaatlemisel, näiteks, andmed linnade kohta, mis rahvastiku arvu järgi rühmitatud 2500, 5000, 10 000, 25 000, 50 000 jne., või vahemikkudesse jaotatud andmed, kus vahemikkude määrad kiiresti tõusevad (2, 5, 10, 20, 50 jne.), või vanusandmed, kus liigitus on kuu, kolm kuud, pool aastat, aasta ja edasi 2, 5, 10 jne. aastat, on kohe selge, et käsitletud vahemikud on vaid ümmargused arvud, mis väga ligidased geomeetrilisele progressioonile ja vastavad orgaanilise kasvu seadusele. Selliste kurvide jaoks on väga kohane täislogaritmiline mõõt, kus peale püsttelje log. mõõdu tehakse ka rõhttelje jaotused log. mõõdus.

See mõõduprojektsioon väljendab õigemini selliste andmete iseloomu ja tuletatud kurvide vorm on sisule täpsamalt vastav.

Täislog. mõõdul on pealegi see paremus, et mõõtude omavahealine vahekord on alati kindel: kui on määratud, näiteks, püsttelje log. mõõdu proportsioonid, on sellega juba määratud ette ka rõhttelje mõõdud. See ei tähenda muidugi, et nad samades ühikutes peaksid olema — tähtis on vaid log. proportsioon. Kui, näiteks, ühel mõõdul on võetud proportsioonina 1 : 10 : 100, võivad mõõduühikud teisel teljel olla 3 : 30 : 300 jne.

Ka võib mõõdumärkmeid alustada ükskõik kust alates, kui nad vaid on log. proportsioonis.

Täislog. mõõdul on palju omadusi sageduskurve vormi demonstreerimisel ja vaatlemisel, näiteks, enamik ebasümmeetrilisi sageduskurve on võimalik täislog. projektsioonil muuta sümmeetriliseks jne.

*

Log. mõõt ei ole kaugeltki mitte ainus eriprojektsioon. Selle kõrval oleleb terve rida eriprojektsioone matemaatiliste suurusvahetade kohaselt, milliseil me aga ei peatu, kuna need taotleavad erisidhte ja nõuavad kõrgema matemaatika tundmist. Tähtsaim neist oleks võib-olla log. mõõdule järgnev $ruu\ tju\ ure\ mõõt$, mis kohane selliste kõverate valmistamiseks, mis isegi log. mõõdul ei õgwendu.

D. Tähtsamad erijoonised.

44. Z-joonis.

Ärielu praksises on kujunenud eri joonisetüüp koime kõveraga, mida nimetatakse Z-jooniseks, kuna ta väliselt tuletab meelde Z-tähte.

Z-joonis on tarvitusel ajaliste arvuderidade analüüsiks ja koosneb kolmest erikõverast, mis esitatud samal joonisel. Ühe nähise kohta näidatakse:

- 1) arvude areng tavalise kõvera kujul;
- 2) samade arvude kumulatiivne kogusumma (vt. kumulatiivne histogramm);
- 3) samade arvude liikuv kogusumma (vt. liikuv koguarv).

Joonis tehakse tavaliselt vaid ühe nähise kohta aastas, kuude järgi, mõnikord nädalate ja päevade järgi, või kuu kohta päevade järgi.

Liikuv kogusumma asetatakse Z-joonise valmistamisel alati sama kuud märkivale püstjoonele, nii et mingi kuu joonel asuvad üksteise kohal kolm eri kokkuvõtet samast nähisest. Seetõttu langevad iga joonise paremal serval, ajastu lõpul kaks kogusummat alati kokku (sest nii kumulatiivne kui ka liikuv kogusumma viimasel kuul võrduvad).

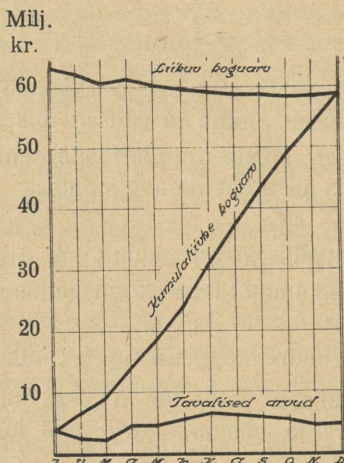
See kokkulangemine sarnastabki Z-joonist Z-tähega ja on nende tähtsaim analüüsielement. Kumulatiivne kõver oma järjekindla tõusuga lubab teha ennustusi nähise suuna kohta, — selleks on vaja teda vaid pikendada eelolevate kuude jaoks. Joonisest 119 nähtub, et kui augustis, mil kumulatiivse kõvera suund juba oli selge, seda oleks pikendatud ülejäänud kuude võrra, oleks võinud saada arvud, mis väga ligidased pärastpoole tõelisiks osutunud arvele.

Kuna kumulatiivne, samuti kui liikuv kogusumma on palju suuremad kui algarvud ise, asetsevad need summad sageli algarvude-reast palju kõrgemal. Et neid võimalikult ligemale asetada algkõverale, tuleb tarvitada kahte mõõtu, üht algarvude jaoks ja teist kogusummade kõverate jaoks. On kujunenud isegi standarditud vahekord:

kogusumma kõverate jaoks võetakse mõõt (algarvude kõveraga võrreldes):

5 korda suurem, kui joonis näitab nähist kuude järgi,
20 korda suurem, kui nädalate järgi jne.

Joon. 119 mõõt on kõigi kolme kõvera jaoks küll ühtlane, kuid selle tagajärjel on kuude arvud (alumine kõver) väiksemate võnkudega ja asetsevad kõik 0—1 vahelises jaotuses.



Joon. 119. Z-joonis. —
Väljavedu 1929. a.

Kumulatiivse kõvera oletusi aitab kontrollida liikuv kogusumma, kust selguvad sesoonilised muutused jne. Kolm kõverat näitavad alati, kust algas nähise tõus või lang.

Karsten peab Z-joonist täiuslikumaks möödunud ajastu uurimise abinõuks ja soovib kõiki tähtsamaid ettevõtte iseloomustavaid arvutamiselemente omada alati valmilt Z-jooniste kujul. Suurepäraseks analüüsiabinõuks paljude Z-jooniste võrdlemisel on valgusekast, mis võimaldab mitut Z-joonist võrdlemiseks vaadelda koos (vt. demonstreerimistehnika).

45. Võlvkurv (kumulatiivne sageduskurv).

Võlvkurviks nimetame kumulatiivset sageduskurvi, kuna see väliskujult tuletab meelde kumerat võlvi (vt. joon. 120). Mitmed inglise autorid nimetavad seda lihtsalt võlviks (ogive).

Kumulatiivse histogrammi moodustamiseks esimesele ajaühikule

arvati juurde teise ajaühiku arvud, et saada arvu teise ajaühiku kohta jne. Võlvkurvi puhul tehakse samad tehingud sagedustearvudega.

Näiteks võtame talundite jaotumise nende maa järgi (1929. a. põllumaj. üleskirj. andmed — vt. järgneva tab. lahter 1).

Seda arvuderida võime kumuleerida kahel teel, minnes alt üles või ülevalt alla. Kui esimesse vahemikku (1—5 ha) arvame vähem kui viis ha maad omavad talundid, siis vähem kui 10 ha omab 45 056 talundit (1—5 ha + 5—10 ha), vähem kui 20 ha — 80 033 talundit (endine summa + 10—20 ha talundid) jne. Niiviisi „vähem kui“ järjekorras kumuleerides kõik vahemikud, saame kord-korralt suureneva arvuderea, kus iga uus arv on eelmiste kogusumma (vt. järgn. tab.).

	Talundite arv	Kumuleeritud arv			
		vähem kui		enam kui	
1— 5 ha	23 456	5 ha	23 456	1 ha	133 357
5— 10 "	21 600	10 "	45 056	5 "	109 901
10— 20 "	34 977	20 "	80 033	10 "	88 301
20— 30 "	24 235	30 "	104 268	20 "	53 324
30— 50 "	22 185	50 "	126 453	30 "	29 089
50—100 "	6 433	100 "	132 886	50 "	6 904
100—	471	üle 100	133 357	100	471

Võib aga kumuleerida ka vastupidi — „enam kui“. Sellest vaatevinklist võttes omavad enam kui 1 ha kõik talundid (133 357). Järelikult teise arvu saamiseks arvame koguarvust maha esimese vahemiku (0—5 ha) arvu. Saame 109 901 talundit, mis omavad enam kui 5 ha. Minnes edasi samas korras, saame 88 301 talundit enam kui 10 ha-ga jne. (vt. tab., viimane lahter).

Mõlemad kumuleerimisviisid on kõlblikud võlvkurvi moodustamiseks. Joon. 120 esitatud võlvkurvest on pealmine „vähem kui“, alumine „enam kui“ süsteemil joonestatud ja nende arvud vastavad tabeli omile. Joonisest selgub võlvkurvi väliskuju. „Vähem kui“ kurvi kumerus on ülespoole, õige võlvina, „enam kui“ kurvil vastupidi.

Kumbagi kumuleerimisviisi võib omaette tarvitada, mõnikord (vt. allpool) on kasulik võtta mõlemaid koos.¹

¹ Üksikult võttes on parem ja arusaadavam „vähem kui“ võlvkurv, kuna selle võlv algab väiksemate arvude kohalt ja tõuseb suuremate kohal (paremale minnes). „Enam kui“ kurv vajub madalamaks paremale minnes ja on kõrgeim äärmisel vasakul, just seal, kus tavaline kurv on madalaim (vt. joon. 120). See maksimum kohal, kus tavalisel kurvil on 0, paistab esialgu võõrastavana, olgugi et on täiesti loogiline.

Seetõttu on võlvkurv rikkalikum võimaluste poolest kui kumulaatiivne histogramm. Viimast tehakse ainult ettepoole (väliskaubandus jaanuaris ja veebruaris, jaanuaris + veebruaris + märtsis jne.). Taha- poole ajaliselt kumuleerida ei ole mõtet.

Võlvkurv omab suurt tähtsust ja tervet rida ainult temale kuulu- vaid omadusi. Ta on sageduskurve suhtes sama sügav analüüsi- abinõu kui histogrammides liikuv koguarv ja keskmine.

Sageli esinevad juhud, kus sagedusarvude rühmitus on erinev: ühes arvudereas on liigitused või vahemikud hoopis teissugused kui teises. Histogrammides sai sellest kergelt üle — ajaühikute andmed paigutusid joonestamisel ikkagi üksteise kohale. Sagedusarvudes osu- tuks see täiesti võimatuks, kui mitte appi ei tuleks võlvkurvid.

Just näites, mida demonstreerisime, esineb selline juht. Kui too- dud 1929. a. põllum. üleskirjutuse andmeile tahame võrdluseks panna kõrvale 1925. a. põllum. üleskirjutuse andmeid, selgub, et nad polegi võrreldavad. Avaldatud andmeis tehtud liigitused on järgmised:

1925. a.		1929. a.	
0,5 —	5 ha	...	
...		1 —	5 ha
5 —	10	5 —	10
10 —	20	10 —	20
20 —	30	20 —	30
30 —	60	30 —	50
...		50 —	100
60 —	120	100 —	
120 ja üle		...	

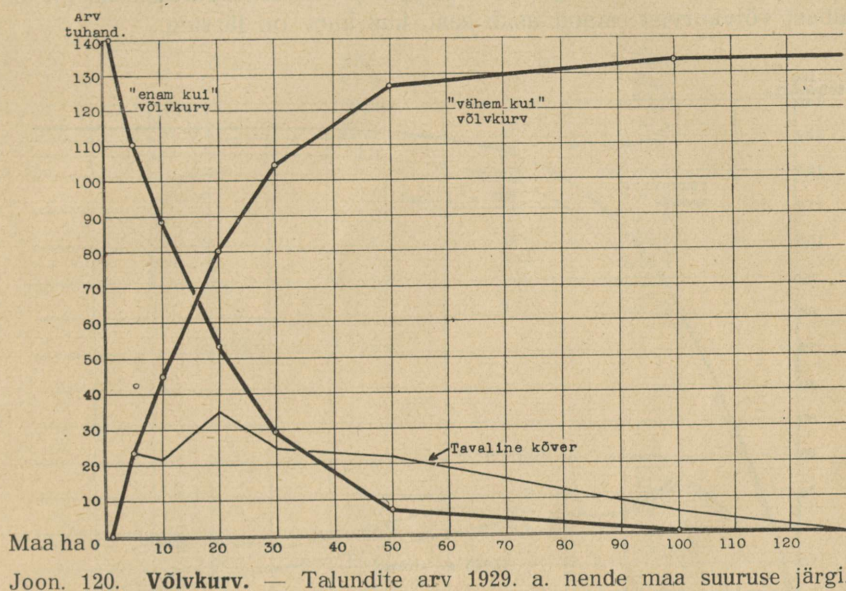
Ainult kolm keskmist rühma on täpsalt vastavad, teised mitte. Erinevust ei saa ka kellelegi heita ette, sest selle põhjus on kaaluv. 1925. a. üleskirjutus teostati meil iseseisvalt ja tehtud rühmitused olid võetud meie olude kohaselt. 1929. a. andmete läbitöötamisel aga pandi aluseks vahemikud, mis sel aastal üleilmlikult teostatud põllu- majandusliku üleskirjutuse jaoks rahvusvaheliselt soovitatud.

Jääks järgi püüda võrdlust teostada lihtkurviga, kus mõlemad liigitused üksikasjaliselt (vt. joon. 121, alusjoone mõõt) näidatud. Nagu sama joonis näitab, ei saavuta aga selline kurv eesmärki ka käesoleval lihtsal juhul. Mõlema lihtkurvi erinevusist võiks järeldada, näiteks, et 60 ha talundeid oli rohkem kui 50 ja 70 ha (vt. tõusu lihtkurvil), ometi näitasid mõlema üleskirjutuse kohta tehtud täiendavad arvu- tused, et arvu langus maa suurenedes on enam-vähem ühtlane.

Võlvkurv on sel puhul suurepäraseks lahendusabinõuks. Samad arvud kumuleerituina ja võlvkurvide kujul on võrreldavad otseselt ja raskuseta (vt. joon. 121, ülemine osa).

Võlvkurvi pehme kontuur lubab niiviisi võrrelda andmeid, mille rühmitised erinevad, ilma et tarvitsekski neid ühtlustada.

Muidugi ei piirdu see võimalus kahe kurviga: võlvkurvena võib kõrvutada terve hulk mitmesuguseid arvuderidasid ebahütlaste rühmi-



tistega, näiteks, välisriikide talundite suuruse meie omadega võrdlemisel, vaatamata sellele, et kas või iga rühmitis erineks teisist. Võlvkurv on sellise võrdluse ainus praktiline ja kiire võimalus.

Võlvkurvi vormi iseärasuse tõttu ei ole karta, et üksikud kurvid üksteist palju segaksid; nende kurvide lõikumist juhtub harva.

Võlvkurvi rohkeist praktilisest omadusist mainime vaid mõnda tähtsamat.

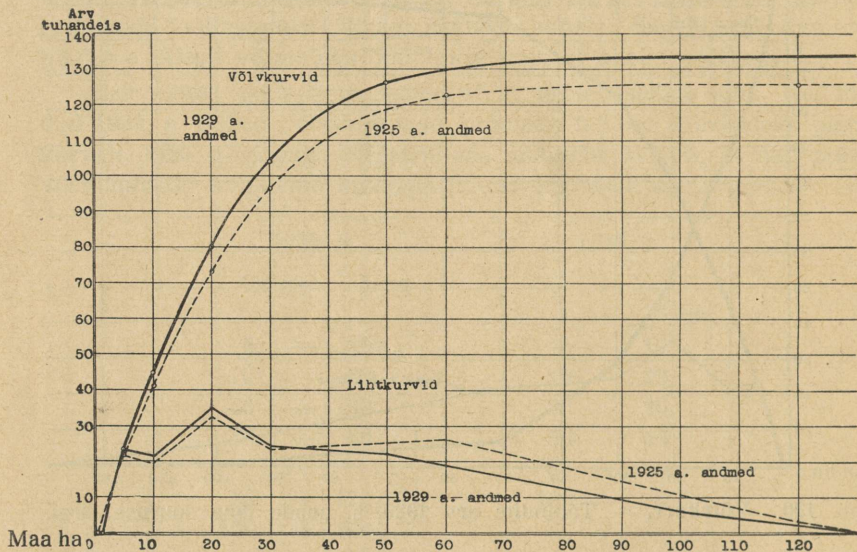
Sama nähise kahe (üleneva ja alaneva) võlvkurviga võib määrata kindlaks mediaani¹. See asub nimelt mõlema kurvi lõikepunktis ja seda võib sealt mõõdu kohaselt lugeda. Muidugi saab mediaani määratella seda täpsamalt, mida väiksemad alajaotused on arvudes ja mõõdus, kuid igatahes praktiliselt küllaldase täpsuse võib sel teel

¹ Mediaan on keskmine, mis asub ühekaugusel arvuderea mõlemast otsast (alumisest ja ülemisest arvust).

saada kiiremini kui mediaani määramisel matemaatilisel teel (Fechneri valemi kohaselt). Pealegi osutub see viis ainsaks siis, kui arvude alam- või ülemarvud või sageduste üldarv on teadmata, sest siis ei ole ei Fechneri valem ega empiiriline mediaani saavutamine praktiliseeritav.

Muidugi on sama hõlpsasti määratavad ka kvartiilid.

Moodi (suurima sageduse keskkoha) kindlaksmääramiseks piisab ühest võlvkurvist: mood asub seal, kus kurv on järsum.



Joon. 121. Võlvkurv ebahühtlaste rühmitiste võrdluse abinõuna. — Talundite arv 1925. ja 1929. a. põllumajanduslikul üleskirjutusel.

Interpoolimiseks on võlvkurv eriti kohane. Näit., soovime ülal esitatud 1929. a. põllumaj. üleskirjutuse arve täiendada arvuga 50–60 ha suuruste talundite kohta (võrdluseks 1925. a. andmetega). Joon. 121 võlvkurvist võime enam-vähem ligikaudselt lugeda, et väiksemaid talundeid kui 60 ha on 129,8 tuh. ja väiksemaid kui 50 ha 126,5 tuh. Vahe mõlema arvu vahel annab 3,3 tuh. talundit. (Muidugi on saadud arvude täpsus seda suurem, mida suuremana on joonis valmistatud.)

Järgnevalt toome mõlema üleskirjutuse kohta ligikaudsed andmed talundite kohta, mis joon. 121 võlvkurvide järgi kurviilt loetud (alg-

jooniselt, mis veidi suurem kui see joonis ise). Kursiiviga trükitud arvud on kurvilt loetud. Praktilisiks otstarbeiks, tegelikkude andmete puudumisel, on nad küllalt kohased, eriti tuhandeis võetuna.

	Talundite arv (tuh.)	vähem kui	Talundite arv (tuh.)
1929. a.			
1— 5 ha	23,5	5 ha	23,5
5—10	21,6	10	45,1
10—20	35,0	20	80,0
20—30	24,2	30	104,3
30—40	13,9	40	118,2
40—50	8,3	50	126,5
50—60	3,9	60	130,3
60—70	1,2	70	131,5
70—80	0,6	80	132,1
80—90	0,5	90	132,7
90—100	0,2	100	132,9
100 ja üle	0,5	üle 100	133,4
Kokku	133,357		

1925. a.			
0,5— 5 ha	21,9	5	21,9
5—10	19,4	10	41,3
10—20	32,0	20	73,3
20—30	23,5	30	96,8
30—40	14,4	40	111,2
40—50	7,2	50	118,4
50—60	4,6	60	123,0
60—70	1,5	70	124,5
70—80	0,8	80	125,3
80—90	0,5	90	125,8
90—100	0,3	100	126,1
100 ja üle	0,5	üle 100	126,6
Kokku	126,561		

Kui on vaja võrrelda mitut erinevais mõõtetudes antud arvuderida, osutub kasulikuks kõik arvud arvutada ümber protsentideks. Kuna 100% on arvuderea absoluutne piir, siis paigutuvad kõik % võlvkurvid raskusteta samale joonisele. Ka iseseisvalt võetuna omab protsendiline võlvkurv palju häid omadusi.

Võlvkurvid on seni võrdlemisi vähe tuntud. See oleneb nende omapärasest konstruktsioonist, kus igas järgnevas arvus kõik eelmised korduvad. Korruga võib-olla on selle tajumisega veidi raskusi,

kuid nii pea kui sellest üle on saadud, muutub võlvkurv vajalikuks analüüsi- ja tööabinõuks, millel ei puudu ühtlasi ka demonstreerimise headused.

46. Lorenzi kurv.

Rahvavara ja rahvatulu küsimuste analüüsimisel on, vististi esmakordselt Pareto seadusepärasuse illustratsiooniks, pärast ka muiks otstarbeiks, hakatud kasutama erilist kumulatiivkurvi, mis kannab Lorenzi kurvi nime. Seda kurvi on aga võimalik ka mujal heade tagajärgedega tarvitada. Mõned peavad teda koguni populaarseimaks sageduskurviks, mis kergemini arusaadav ja käsitledav kui lihtne sageduskurv.

Lorenzi kurvi konstrueerimiseks võtame juba kasutatud näite meie talundite jaotumisest suuruse järgi. Tavalise sageduskurvi, samuti ka võlvkurvi moodustamiseks kasutasime iga rühma sageduste arvu (talundite arvu).

Selle arvu kõrval võib olla aga sama väljendusrikas ka neile talundele kuuluva maa summa. Kordame varem esitatud arve ühes selle täiendava arvudereaga:

	Talundite arv (1929. a.)	Neile kuuluv maa (ha)
1 — 5 ha	23 456	91 887
5 — 10 „	21 600	197 398
10 — 20 „	34 977	602 451
20 — 30 „	24 235	669 994
30 — 50 „	22 185	960 409
50 — 100 „	6 433	456 049
100 ja enam ha	471	115 561
Kokku	133 357	3 093 749

Samuti kui need, on kõik sagedusarvud kahekordsed: esiteks sageduste arvud ise igas rühmas ja, teiseks, neile sagedusile kuuluvate mõõduühikute kogusummad. Ja kurvide moodustamisel võime alati valida, kumba arvuderida tarvitada.

Lorenzi kurv põhineb aga neil mõlemal: mingi nähise üks arvuderida võetakse aluseks, teine õeldiseks, ja vaadeldakse nende vastastikust suhtumist.

Tehniliselt teostatakse see järgmiselt. Mõlemad read kumuleeritakse. Suurenevas järjekorras meie näite arvud näevad välja järgnevalt:

		Talundite arv	Neile kuuluv maa (ha)
Enam kui	1 ha	133 357	3 093 749
„ „	5 „	109 901	3 001 862
„ „	10 „	88 301	2 804 464
„ „	20 „	53 324	2 202 013
„ „	30 „	29 089	1 532 019
„ „	50 „	6 904	571 610
„ „	100 „	471	115 561

Saadud arvud ongi juba Lorenzi kurviks kõlblikud. Tavaliselt aga arvutatakse nad veel ümber protsentideks (kumuleeritud arvude summa = 100%), puhttehnilisil põhjusil, et joonestamist kergendada ja et võrdlus oleks täpsam.

Kumuleeritud arvude % meie näites oleks:

		Talundite arv	Neile kuuluv maa
Enam kui	1 ha	100	100
„ „	5 „	82,4	97,0
„ „	10 „	66,2	90,6
„ „	20 „	40,0	71,2
„ „	30 „	21,8	49,5
„ „	50 „	5,2	18,5
„ „	100 „	0,4	3,7

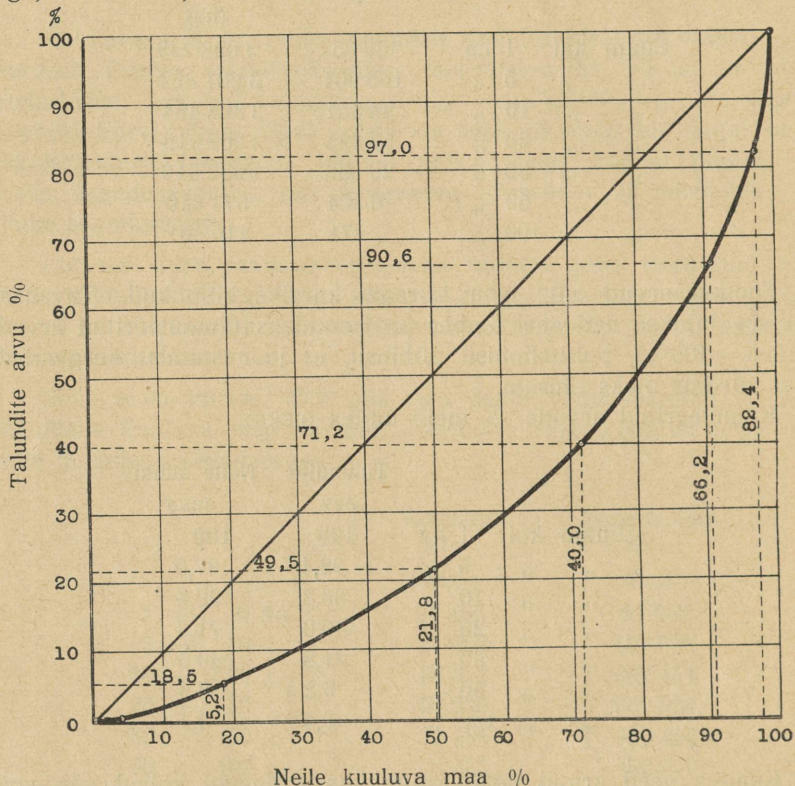
Kandes need arvud nelinurgale, kus mõlemad küljed võrduvad 100%, saamegi joon. 122 esitatud Lorenzi kurvi.

Arvude ülekandmine nõuab veidi suuremat tähelepanu kui tavalise sageduskurvi juures, sest alusjoone jaotused pole siin ette määratud, vaid punkti asetamisel tuleb arvestada korruga mõlemat mõõtu. Näit. kolmanda punkti pealekandmisel tuleb esiteks vasakult alates otsida, kus asub 71,2% kaugus, ja selle kauguse kohalt alusjoonelt 40,0% kõrgusel panna punkt jne. Punkte ühendav joon ümmardatakse punktist punktini.

Joonisel on mõlemad küljed võrdsed ja jaotused ühtlased (100%). Sel puhul, kui maa jaotus vastaks arvu jaotusele (esimesed 10% talundite arvust omaksid koos 10% maast jne.), Lorenzi kurv suunduks

diagonaalina üle nelinurga (vt. joon. 122). Kui aga seda ei ole, näitab diagonaalist kõrvalekaldumise määr ebavastavuse määra.

Lorenzi kurv on kohane nii seesuguste kallete mõõtmiseks kui ka lihtsaks vaatluseks. Pikema seletusega on, näit., joon. 122 selge, et üksikult, kuid samal mõõdul joonestatud Lorenzi kurvid on



Joon. 122. Lorenzi kurv. — Talundite arv ja neile kuuluv maa 1929. a.

eriti kohased analüüsiks võrdluste teel. Soovi korral võib neid ka mitu ühele joonisele paigutada. Näiteks võiks joon. 122 peale talundite arvu ja nende maa summa paigutada teise kurvi talundite rahvastiku kohta samades rühmades. Kurvi kaugenemine või liginemine teisele näitaks kohe, kus rühmas erinevused.

Meie kirjelduses esineb Lorenzi kurv oma lihtsaimas vormis. Seda saab aga tarvitada ka seal, kus rühmitised või vahemikud täiesti

erinevad, sest sisuliselt on Lorenzi kurv vabanemine vahemikkude ja rühmade kammitsast. Peatumine sellel viiks aga kaugele.

Uusim vool soovib Lorenzi kurve joonestada nelinurga asemel kolmnurgal, sest nelinurgast jääb tavaliselt pool kasutamata. Selleks tarvitatakse võrdnurkse kolmnurka.

47. Tõenäosuskurv.

Tõenäosuse (probability) teooria põhineb sagedusriidade normaal-suse määritlemisel. Teoreetiliselt normaalsel (või normaalsete vigadega) jaotusel nähise sagedused jaotuvad nende keskmise ümber süsteemiliselt ja reeglipäraselt, kui ainult vaatluste arv on küllalt suur ja sagedus ise oneneb kogu hulgast sõltumatuist põhjustist, millest ühelgi pole otsustavat ülekaalu.

See reeglipärasus seisab, jämedalt öeldes, suuremas sageduste arvus keskmise ligidal, mis mõlemale poole kord-korralt hõreneb, mida kaugemale minna keskmisest.

Normaalne jaotus joonisel kujutatuna sarnaneb kirikukellaga, s. o. keskelt kõrge ja äärte poole minnes kord-korralt alanev.

Normaaljaotuse kurvi nimetatakse Gaussi kurviks, samuti ka tõenäosus- ehk tõenäolise vea kurviks.

Sagedusrea analüüsi algnõue seisabki selles, et teha kindlaks, kas sageduste jaotus vastab normaaljaotusele, s. o. kas nende kurv vastab normaalkurvile. Kui mitte, siis kuivõrt lähedal on ta sellele, või kui suur on asümeetria (skewness) määra.

Selle määritlemiseks on rida matemaatilisi võtteid, millest keskrutse kalde¹ (standard deviation) arvutamine — iseendast juba kaunis pikk arvutus — on vaid osa.

Aegavõtvad arvutused on paljudel korral analüüsija tööd pidurdanud ja sundinud ajama läbi nendeta, mis aga tihti on tulnud asjale kahjuks.

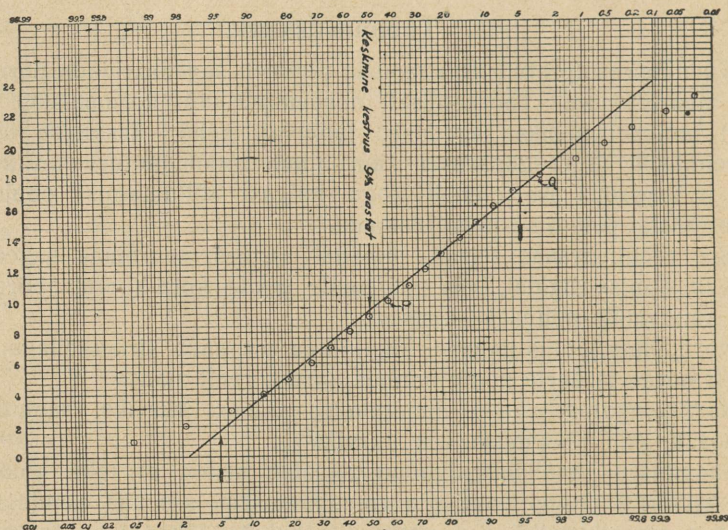
Tõenäosuskurv on siin suurepäraseks abiks. Ta lubab ligikaudselt määratella sagedusrea vastavust normaaljaotuse (Gaussi) kurvile või võrdlevat ligidusmäära sellele mõne lihtsa tehtega ilma keerulismate matemaatiliste arvutusteta.

Seda ei ole muidugi võimalik teha lihtsal kurvide võrdlusel. Gaussi kurv on muidugi kellasarnane, keskelt kõrgem ja äärtelt madalam, järk-järgulise vajumisega, kuid ta võib olla teravam keskelt ja kitsam äärtelt või vastupidi ja üldse esineda mitmekesisis vor-

¹ Keskuurtne kalle võrdub $\sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$, s. o. ruutjuur ruudustatud sagedustekallete summast, jagatud sageduste arvuga.

mes. Võrdlejal peaksid tuhanded normaalkurve joonised olema käepärast, mida ta oma aruteldava kurviga saaks võrrelda ja isegi siis oleks tal raskusi.

Kõik need raskused väldib tõenäosuskurv, mis sisuliselt on vaadeldava kurvi õgvendamine (sirgeks muutmine).



Joon. 123. Tõenäosuskurv. — 248 707 puu-telefoniposti iga.

Tehniliselt valmib tõenäosuskurv järgmiselt. Vaadeldav arvude-rida:

- a) muudetakse kumuleerituks;
- b) kumuleeritud arvude rida arvutatakse ümber protsentideks, 100%-ks võttes arvuderea esialgset (mitte kumuleeritud) summat (mõlemast tehtest oli jutt 100% võlvkurvi saamisel — vt. eespool);
- c) kumuleeritud %/0 kantakse joonisele, tarvitades erilist tõenäosuse mõõtu, mille jaotused on keskel väiksemad ja suurenevad äärtel (vt. joon. 123 ja arvud tabelis lk. 157).

Kui nüüd saadud joon on sirge, vastab arvude jaotus Gaussi kurvile. Mida suuremad on kõrvalekalded sirgest, seda väiksem on see vastavus. Kandes kõrvu mitu tõenäosuskurvi, näeb kohe, milline neist on vastavam Gaussi kurvile, milline mitte ja mil määral.

Parim viis on tarvitada tõenäosuspaberit (probability paper), mis mõõdu kohaselt valmis joonitatud.

Omapärane on tõenäosuskurvi mõõdujaotuste vahekord (vt. joon. 123). Kuna meil vastavad paberid müügil puuduvad, toome järgnevalt selle mõõdu suure täpsusega arvudes, mille järgi igal võimalus avaneb mõõtu omale valmistada.

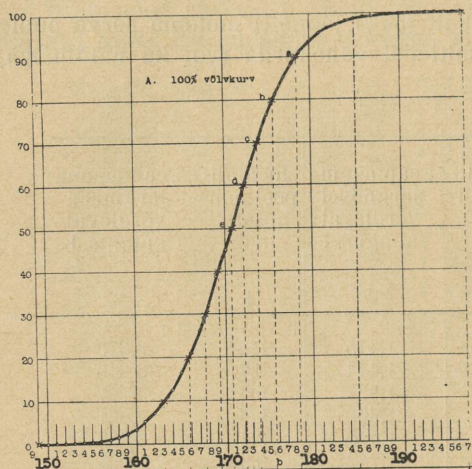
Mõõduarvud on antud keskelt (50% joonelt) mõlema serva poole minnes, ja näitavad jaotuste suhtelist vahekorda (või ka mõõtu sm, mm jne. kui soovitakse).

Joon all- pool mär- gitud % jaoks	Peab asuma järgmisel võrdleval kaugusel	Joon all- pool mär- gitud % jaoks	Peab asuma järgmisel võrdleval kaugusel	Joon all- pool mär- gitud % jaoks	Peab asuma järgmisel võrdleval kaugusel
1	2	1	2	1	2
50	0,000	17	1,415	0,8	3,573
48	0,074	16	1,474	0,7	3,646
46	0,149	15	1,537	0,6	3,727
44	0,224	14	1,602	0,5	3,821
42	0,300	13	1,670	0,4	3,933
40	0,376	12	1,742	0,3	4,077
38	0,453	11	1,818	0,2	4,267
36	0,531	10	1,906	0,1	4,585
34	0,611	9	1,988	0,09	4,630
32	0,693	8	2,083	0,08	4,685
30	0,777	7	2,188	0,07	4,748
28	0,864	6	2,305	0,06	4,817
26	0,954	5	2,439	0,05	4,900
24	1,047	4	2,596	0,04	5,000
22	1,145	3	2,789	0,03	5,120
20	1,248	2	3,045	0,02	5,290
19	1,302	1	3,450	0,01	5,550
18	1,357	0,9	3,507		

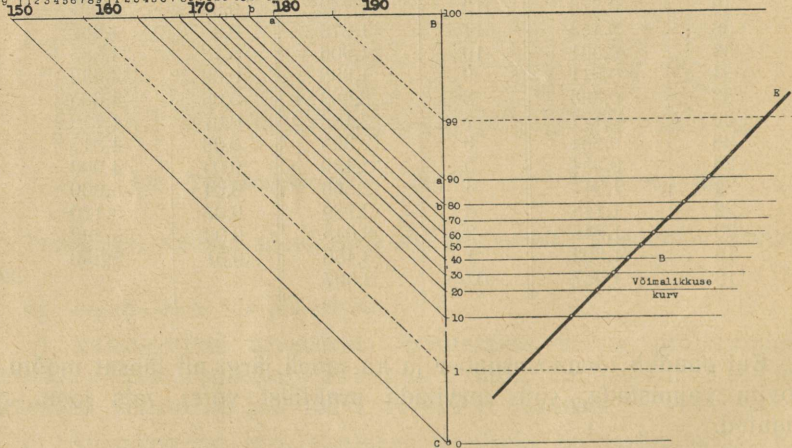
Kui puudub tõenäosuspaber ja ka tabeli järgi nii täpsat mõõtu ei soovita valmistada, võib tarvitada praktilist võtet, mis joon. 124 näidatud.

Valmistatakse arvudereast 100% võlvkurv (vt. joon. 124 ülemine osa). Igast punktist, kus see kurv mõõtu lõikab (vt. pp. a, b, c jne.), tõmmatakse sirge alusjooneni (vt. katkendilised sirged). Kui nüüd tõmbame allpool, võlvkurvi mõõduvõrgu parempoolse välisjoone pikendusena joone BC ja katkendiliste joonte otsad rööbasjoonte abil ühendame selle (BC) joonega, siis saame uue mõõdu. See mõõduühikute jaotus on määratud ette võlvkurvi mõõdust (näit. p. a tõmmatud joon ja selle rööbasjoon, mis algab esialgse mõõdu 90%-lt, toovad joonele BC samuti 90%, p. b joon 80% jne.).

Saadud uus mõõt ongi tõenäosuse vahekorris. Võlvkurvi andmeid sellele kandes saame tõenäosuskurvi CE, mis näitab, et kasutatud andmete jaotus vastab Gaussi kurvile ja on normaalne.¹



Joon. 124. Tõenäosuskurvi konstrueerimine ilma tõenäosuspaberita. — Eesti sõdurite pikkus.



Tarvitatud on tasandatud kurvi arvused, kuna algandmed annavad teissuguse, normaalkurvist kõrvale kalduva kurvi.

¹ Käesolevaks näiteks kasutatud tasandatud arvude jaotus vastab ligidalt normaaljaotusele. Tasandamata algarvud aga, mille alusel käesolevad tuletatud, omavad rea kõrvalekaldeid normaaljaotusest, mis on andnud põhjuse N. Köstnerile huvitava teooria loomiseks Eesti tõu kolmest erinevast tüübist matemaatilise analüüsi teel (vt. Eesti Statistika 1927. a., lk. 431). Algardmete kõrvalekaldumist normaaljaotusest vt. joon. 125.

Järgnev tabel esitab joon. 124 kasutatud andmed noorsõdurite pikkuse jaotuse kohta, näidates ühtlasi tõenäosuskurvi jaoks vajalikkude arvude saavutamise käiku.

	Teenis- tusse astunute arv vas- tavas sm pikkuses ¹	Kumu- leeritud arvud	Kumu- leeritud arvud %%		Teenis- tusse astunute arv vas- tavas sm pikkuses ¹	Kumu- leeritud arvud	Kumu- leeritud arvud %%
149	1,1	1,1	0,0	174	487,6	6135,6	71,1
150	1,9	3,0	0,05	175	478,9	6614,5	76,6
151	2,2	5,2	0,1	176	407,2	7021,7	81,2
152	5,2	10,4	0,1	177	342,4	7364,1	85,3
153	7,6	18,0	0,2	178	275,6	7639,7	88,5
154	9,0	27,0	0,3	179	260,3	7900,0	91,5
155	13,3	40,3	0,5	180	191,8	8091,8	93,7
156	17,4	57,7	0,7	181	155,4	8247,2	95,5
157	28,6	86,3	1,0	182	112,6	8359,8	96,8
158	36,6	122,9	1,4	183	85,1	8444,9	97,8
159	73,3	196,2	2,3	184	60,3	8505,2	98,5
160	107,8	304,0	3,5	185	44,4	8549,6	99,0
161	151,1	455,1	5,3	186	29,7	8579,3	99,3
162	174,4	629,5	7,3	187	17,3	8596,6	99,5
163	211,0	840,5	9,7	188	12,1	8608,7	99,7
164	265,7	1106,2	12,8	189	9,6	8618,3	99,8
165	328,9	1435,1	16,6	190	7,8	8626,1	99,9
166	385,7	1820,8	21,1	191	5,7	8631,8	99,95
167	458,3	2279,1	26,4	192	1,6	8633,4	99,97
168	484,4	2763,5	32,0	193	0,7	8634,1	99,98
169	532,5	3296,0	38,2	194	0,7	8634,8	99,99
170	568,8	3864,8	44,8	195	0,2	8635,0	99,99
171	624,8	4389,6	50,8	196	0,3	8635,3	99,99
172	613,8	5103,4	59,1	197	0,3	8635,6	100
173	544,6	5648,0	65,4				

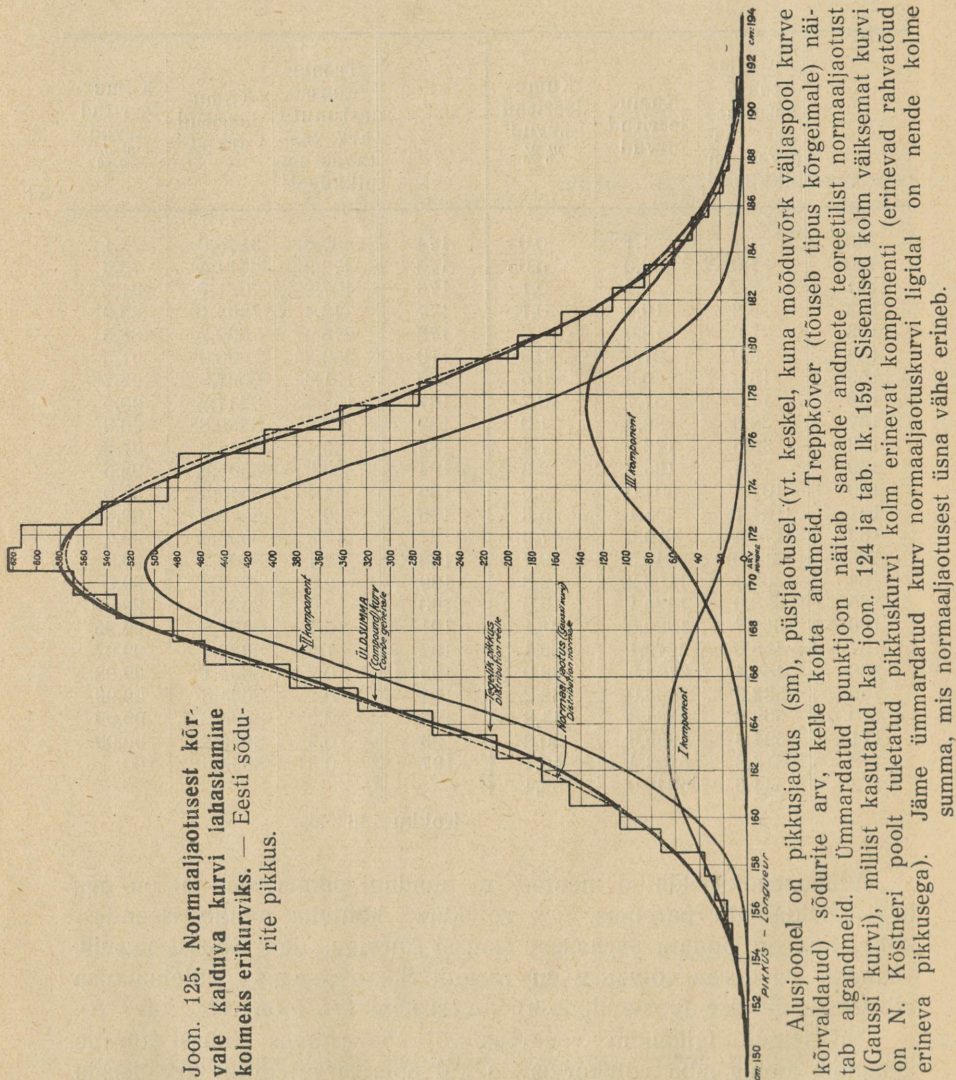
Kokku 8635,6

Viimase kirjeldatud meetod on muidugi pikem tee, tal on aga üks vaieldamatu paremus. % võlvkurvi kontuur näitab iseendast kohe, kas on oodata sarnasust Gaussi kurviga. Iga Gaussi kurvile vastava arvuderea võlvkurv on vormilt S-sarnane, mõlema otsa võrdse ja ühtlase (vastandpoole) kõverusega (vt. joon. 124, kurv A).

Nii selgub ligikaudne vastavus või ebavastavus Gaussi kurvile jämedais joonis juba võlvkurvist ja kui pole tarvet mitut arvuderida võrrelda, võib võlvkurvi olemasolul see olla piisav.

¹ Algandmed parandatud (tasandatud), mispärast arvatud ühe kümnendikmärgiga.

Tõenäosuskurv annab kindluse, et vaadeldav arvuderida pole juhuslik, vaid enam-vähem kindla seadusepärasusega. Tehes kindlaks vastavuse Gaussi kurville või näidates mitme kurvi sarnanevat



Joon. 125. Normaalkaotusest kõrvale kalduva kurvi iahastamine kolmeks erikurviks. — Eesti sõdurite pikkus.

ebasümmeetrilisust jne., lubab ta pika matemaatilise analüüsita teha ligikaudsed oletused.

Selles mõttes on tõenäosuskurv tähelepanuvääriv analüüsiabinõu,

mille tähtsust sageduse arvuderidadele võiks võrrelda logaritmilise mõõdu tähtsusega histogrammide suhtes. Samuti nagu viimane näitab iga rea arengut orgaanilise kasvu (geomeetrilise progressiooni) seisukohalt, on tõenäosuskurv sagedusridade seadusepäraste kergeim ja lihtsaim avastaja.

Olgugi et tõenäosusteoorial on seljataga võrdlemisi pikk iga, oli selle tarvitamine väga piiratud, kuna ta nõudis matemaatilisi arvutusi ja erivõtteid joonestamisel. Tõenäosuse lihtsa mõõdu ja eriti sellekohaselt joonitatud paberi leiutus võimaldab arvuderidade analüüsi toimetada kiiresti ja lihtsalt, olgugi võrdlemisi ligikaudselt.

Arvatav tööliste vanus, oodatav vihmakogus, arvatav surmade arv, bakterite arv toitainetes, oodatav läbimüük äris, kindlustusarvestused jne. võib arvutada jämedais joonis tõenäosuse mõõdu abil. Leidnud arvuderea ligikaudse suhte normaalkurvile, võib tarvitada juba täpsamaid matemaatilisi võtteid.

Joon. 123 näitab tõenäosuskurvi tarvitamist praktiliseks otstarbeks. 248 107 puu-telefoniposti ea kohta käivad andmed on kantud joonisele väikeste ringidena. Nooltega märgitud sirge näitab suunda. Keskmiselt 10 a. ea juures on ligi 58% postidest vahetatud, jättes üle 42% (vt. punkt P). Punkt Q näitab, et 18 a. pärast võiks oodata vaid ligi 3% posti kõlblikkust, 97% aga kuuluks vahetamisele või olekski juba vahetatud.

Nii joone alguses kui lõpus on tegemist erijuhtudega (postid, mida on tulnud juba enne 5 a. vahetada või mis kestavad kauem), kuid üldiselt võib praktiliseks otstarbeiks küllalt hästi kasutada kurvi näitamist postide ea kohta.

Samuti on tõenäosuspaber kohaseim abinõu mingi nähise määritlemiseks tulevikus. Kui nähise arvud näitavad püsivat ja kindlat suunda, siis pikendades seda suunda sirgena tulevikku, saame tõenäosuspaberil tõenäolisimad arvud.

Tõenäosuskurvi valmistamisel ei saavutata kunagi 0 ega 100% punkte (sest normaalne sagedusjaotus on asümptootne nii x -telje kui ka selle 100% rööpjoone suhtes). Kuna pealegi arvud üle 0,01 ja 99,9% on tähtsusetud, lõpetatakse tavaliselt joone tõmbamine enne neid arve, jättes kurvi mõlemalt poolt lõpetamata (vt. joon. 124).

*

Teoreetikule on tähtsamaid omadusi tõenäosuskurvis see, et ta, tehtuna vaid kumuleerimise ja % arvutamistehete järgi, näitab, kas vaadeldavad andmed vastavad normaaljaotusele, kaugel nad umbes

on sellest, või millist teist vormi omavad. Ilma kallete ja dispersioonimäärade arvutusteta saab kahe tõenäosuskurvi kõrvutamisel teha kindlaks nii kalded normaaljaotusest kui ka kohad, kus avalduvad erinevused.

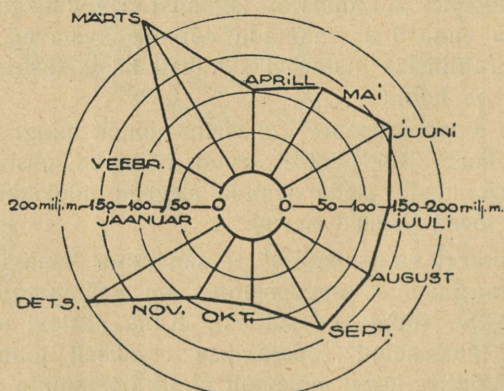
*

Nagu logaritmilist mõõtu võis tarvitada nii ainult ühel teljel (poollogaritmiline) kui ka mõlemal (täislogaritmiline mõõt), võib liht-tõenäosusmõõdu asemel (mõõt ainult ühte telge pidi) tarvitada ka tõenäosusmõõtu mõlemal teljel — nii püsti kui ka rõhtsalt.

Selline „täistõenäosuse“ mõõt on kohane Lorenzi kurvi andmete võrdlusel tõenäosuspaberil. Ühed andmed (näiteks, talundite arvu % suurusrühmade järgi) projekteeritakse ühte telge pidi, teised täiendavad andmed (nende maa summa % samade suurusrühmade järgi) teist telge pidi. Normaaljaotuse puhul õgvenevad Lorenzi kurvi andmed sirgena (eriti tähtis, näiteks, vastavaks interpoolimiseks).

48. Keskmekõverad.

Keskmekõveraiks nimetame eriliigi kõveraid, mis konstrueeritakse, lähtudes keskmest (tsentrist) ehk, täpsamalt öeldes, keskpunktist (Mittelpunkt) (vt. näit. joon. 126). Kuna enamik selliseid kõveraid



Joon. 126. Keskmekõver. — ETK kauba läbimüük kuude järgi 1922. a.

esineb koos ringiga või sisaldavad ringi mõõduabinõuna, peab enamik autoreid seda liiki jooniseid kujundeiks, püüdes neid liigitada ringjooniste („tordijooniste“ — pie-chart) hulka kuuluvaiks. See pole

aga õige, kuna meil siin on tegu puhtakujulise kõveraga, mis vaid omapäraselt projektitud: alusjoone asemel aluspunkt.

Keskmekõverad on kohased nähise ülil- ja alammäära demonstreerimiseks mingi ajastu alajaotuste järgi (näit. sündimuse või suremuse sagedus kuude järgi — vt. „Statistiline album“ I), samuti nähise sesoonilise iseloomu näitamiseks (sadamate läbikäik kuude järgi).

Joon. 126 näeme sellise joonise valmistamist läbimüügisumma näitamiseks kuude järgi. Tõmmanud keskmest ringi, jaotame selle 12 ossa. Võtnud suurimale kuusagedusele järgneva sageduse (et rõhutada märtsi ülemmäära, on selle arv viidud väljapoole ringi) kauguse keskmest mõõduna, märgime punktidega proportsionaalselt teiste kuude arvude kauguse keskmest. Kui detsembri sageduse võtame ringiraadiusega võrdsena (punkt asetatud ringi peale), siis asetuvad teiste kuude väiksemad sagedused muidugi ringi sissepoole (peale märtsi, mis väljapoole suundub). Märkimise kergendamiseks võib tõmmata terve rea kord-korralt vähenevaid ringe, nagu mõõdu ordinaatjooned kõvera joonestamisel. Pärast kõigi kuude punktide märkimist ühendame need omavahel sirgega. Igast tipust läheb selguse tõstmiseks keskmesse veel sirge (vt. joon. 126). Läbikäigu võnkumus, samuti kui miinimum ja maksimum on joonisel muhkude ja lohkuude kujul selgelt näha, ning joonise väliskuju aitab kaasa nende meelespidamiseks.

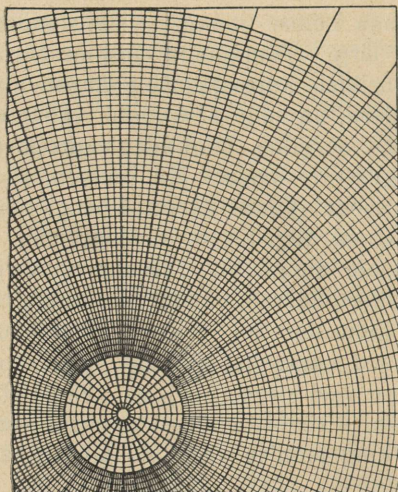
Keskmekõver on eriti kujukas, kui tal on näidatud vaid üks rida sagedusi (mis võib olla ka mitme ajastu keskmine). Kui siis vahe keskme ja kõvera vahel mustendada, on väliskontuur eriti reljeefne. Kuid soovi korral võib kõveraid olla ka mitu ja siis on nende tõusud ja langud samuti võrreldavad nagu tavalisil kõverail.

Ringid on siin vaid joonestamise kergendamiseks ja neid võib jätta mõõdu näitamiseks. Kuid joonis on küllalt näitlik ka siis, kui ringid hoopis kõrvaldame. Sellist joonist sisaldab „Stat. album“ I, kus tuulte sagedus kodumaa linnades näidatud ringideta (vt. samas ka kujukad keskmekõverad sündimusest, abiellumisest jne.). Viimasest joonisest ilmneb ka selgesti, et joonise kogu sisu on keskpunkt alusena ja kõver selle ümber, kuna ringil (mis palju autoreid eksiarmusele viinud) on kõrvaline ja puhttehniline tähtsus.

Soovi korral võib ka ringi veidi tihedamalt siduda joonisega, valmistades kõveraid ringilt väljapoole. Toimetanud jaotused samuti, nagu joon. 126, võetakse ring alusjooneks ja asetatakse punktid proportsionaalse kauguse võrra sellest väljapoole. Muidugi tuleb siis ka kõver väljapoole ringi. Tarvitamiseks oleks see kohane vaid neil juhtudel, kui soovitakse maskeerida või vähendada arvude kõi-

kumusi, sest mida suurem on ring, seda väiksemana kujunevad sellelt märgitud kõvera võngud.

Täpsamate ja tihti korduvate keskmekõverate märkimiseks on polaarpaber, milles jaotuste täpsus seda suurem, mida kaugemal punkt keskmest (vt. joon. 127).



Joon. 127. **Polaarpaber.** — Näidatud on vaid osa polaarpaberist. Täielik paber on muidugi terve ring samalaadiliste alljaotustega kogu ulatusel.

Kurioosumina võiks kasutamist leida ka ring, millelt sissepoole asetatud nädatavad suurused. Sel puhul kujuneb tõeliseks alusjooneks ring ise ja keskmel oleks vaid toetav tähtsus (ringi tõmbamiseks).

49. Ühiskeskmekõverad.

Nähised, mille suurenemisel on püsivalt laienev laad kas tegevuse arenemise või juurdekasvu tõttu, on kohased ühiskeskmekõvera (kõntsentrilise) kõveraga kujutamiseks.

Nende joonestamine sarnaneb täiesti keskmekõverate omaga, ainult iga ajastu iseseisva joonena märkimise asemel ühendatakse eelmise ajastu viimane osa järgneva esimesega jne. Tulemusena saadakse kõver, mis ühise keskpunkti ümbert veab tiireldes kordkorralt kaugemale kalduvat joont.

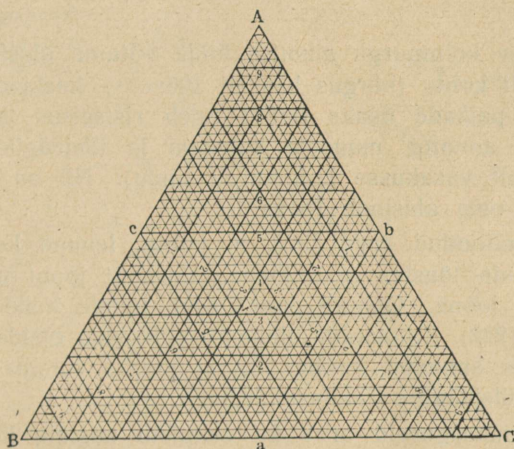
Nähise järjekindlalt laieneva iseloomu demonstreerimiseks on see väga hea võte. Sellisena võiksid, näiteks, kujutamist leida ettevõtte alaliselt suureneva toodangu, sadama alaliselt laieneva läbikäigu jne. arvud.

Ühiskeskmekeer võib olla heaks illustratsiooniks. Aja lõpmatust sümboolival ringil pöörlev joonis manab esile selle aja korduvate osade muutlikkuse iseloomu selgemini kui ükski teine joonisevorm.

Muidugi pole sellised joonised vajalised tööjooniseina või analüüsi otstarbeks.

50. Kolmebaasiline joonis.

Kolmebaasiline joonis on omapärane võte mingi nähise kolme osa (komponendi) analüüsiks. Ta on võrdlemisi värske — alles 1921. a. leiutatud¹.



Joon. 128. Kolmnurga kolm jaotust kolmebaasilise joonise jaoks.

Oma algkujult põhineb joonis võrdkülgisel kolmnurgal. Teatavasti on sellisel kolmnurgal ükskõik millisest sisemisest punktist iga külje poole tõmmatud ristjoonte (kolme perpendikulaari) kogusumma võrdne kolmnurga kõrgusega. Kui nüüd jaotame kõrguse 100 ossa, siis muidugi igast punktist tõmmatud kolm ristjoont, mõõdetud samus ühikuis, annavad summana ka 100 (vt. joon. 128).

Võtame näiteks meie suurtöõnduse tootmistulemused 1922.—

¹ Esitatud H. Greeley poolt 1921. a.

1929. a. Bruttotoodangu (valmissaaduste väärtus ühes klientidele tehtud paranduste jne. eest saadud töötasuga) väärtus koosnes järgnevaist elementidest (%):

	Tarvitatud materjalide väärtus	Töötanud isikutele makstud palgad	Muud kulud ja puhaskasu
1929	54,7	17,3	28,4
1928	54,4	16,5	29,1
1927	54,3	16,8	28,9
1926	56,0	16,3	27,7
1925	57,4	16,2	26,4
1924	55,5	17,5	27,0
1923	57,1	18,5	24,4
1922	48,0	25,4	26,6

Võrdkõlge kolmnurga alumise külje võtame alusjooneks tarvitatud materjali kohta (kõrgus keskelt 100% — keskjoon joon. 129), vasaku külje palkade osaks (mõõt tuleb ristseisus längjoonel), ja parema külje anname muudele kuludele ja ülejäägile (mõõt ristseisus paremalt vasakusse kolmnurga tippu). Nii on kolmel komponendil igal oma alusjoon (baas).

Võttes ülaltoodud arve 1922. a. kohta, leiame kerge vaevaga püstjoont mööda tõustes 48% joone. Vasakut joont mööda leiame samuti 25,4% joone. Otsitav punkt asub nende kahe joone ristlemisel (punkt 1922). Kolmandat elementi pole vaja otsidagi, sest kuna esimesed kaks annavad kokku 73,4%, joonte summa aga võrdub 100%, on ta ülejäägina kindlasti 26,6%.

Võttes samasuguseid arve ka eelmiste aastate kohta ja neid vastavalt märkides, saame rea punkte, mida kõveraga võime ühendada (vt. joon. 129).

Kuna suurtöönduse toodangu komponentide vahekord on meil viimaseil aastail olnud haruldaselt stabiilne, langevad punktid väga ühte. Nende paremaks eristamiseks on kolmnurga andmeid sisaldav osa joon. 129 antud ka suurendatud kujul (vt. paremal).

Saadud joonis lubab otseteed jälgida, millised suunad vähenemises või suurenemises olid iga komponendi arengus. Ükskõik millisest vaatevinklist — tootesainese tarvitamise, tööpalga vahekorra suhtes jne. — vastava alusjoone poolt joonist vaadeldes on vahekord selge.

Kolmebaasiline joonis on eriti hea kriteerium soovitava vahekorra määritlemiseks. Võiks kasutada järgmist piltlikku

näidet. Keegi ettevõtja tahab arvutada, milline reklaamiviis on otsustavaim. Liites oma reklaamikulusid, ta leiab, et teatud kuulnad jaotuvad järgmiselt:

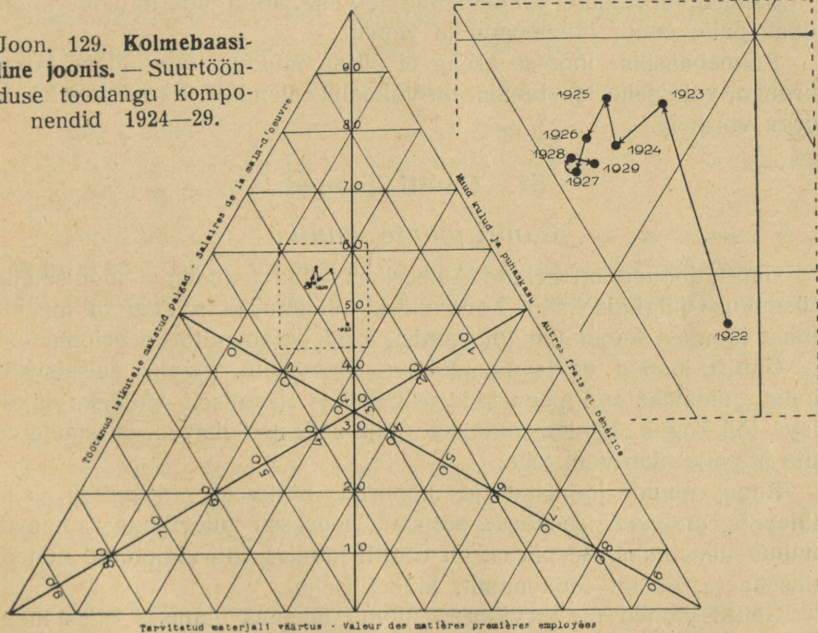
kuulutused ajakirjanduses	46%
prospektide laialisaatmine	20%
isiklikult käivate agentide tasu jne.	34%
	100%

Samad vahekorrad arvutab ta 24—36 kuu kohta¹. Sama aja kohta on teada muidugi ka läbimüügi suurus.

Võtame nüüd pool tosinat kuid parema läbimüügiga, jättes kõrvale need, kus suurenemine olenes muudest põhjustist (pühad, sesooni-

Suurendatud osa
(kolmnurgal punktiiriga piiritletud).

Joon. 129. Kolmebaasiline joonis. — Suurtööstuse toodangu komponendid 1924—29.



Tähelepanuväärt on toodangu komponentide vahekorra suur stabiilsus viimastel aastatel, vaatamata sellele, et nii ettevõtete arv kui ka materjalide jne. hindade vahekorrad on suuresti muutunud. Tavaliselt teiste nähiste alal ei ole see vahekorrad nii püsiv.

¹ Muidugi tuleb siin võtta arvesse ka aega, mille kestel reklaam võib mõjuda (näit. agentide käigud mõjuvad samal kuul, kuulutused, võib-olla keskmiselt järgneval kuul jne.).

kaubad jne.). Märgime kolmnurka nende kuude reklaamikulude vahekorra (iga kuu andmed märguvad ühe punktiga). Nende punktide omavaheline asetus näitab otsekohe, milline vahekord kuludes on andnud parimad tagajärjed (oletame, näiteks, 50% agentidele, 30% prospektide saatmiseks jne.), ühtlasi ka seda, milline reklaamiviis sel alal on mõjukam.

Muidugi saab sellist analüüsi teha veelgi täpsamalt, kandes kolmnurka kõigi kuude punktid, võrdsete müügitagajärgede omad ühendades joontega, tulemused selguse mõttes interpoolides jne.

Kui mingil alal on püstitatud komponentide soovitava vahekorra määr või leitud ideaalne vahekord, siis kolmebaasiline joonis annab parima võimaluse kontrollida selle vahekorra säilimist, avastada kaugenemisi ja nentida rahuldavat seisukorda, näit. omakulu jälgimisel ärilisil operatsioonel.

Samade arvutuste toimetamine joonise abita või lihtkõveratega nõuab palju enam tähelepanu ja vaeva.

Kolmebaasilise joonise areng ei piirdu muidugi võrdkõlge kolmnurgaga, vaid selle tarvitamist on võimalik laiendada ka teistele kolmnurga vormele.

51. Gantti jooned.

Gantti joonte tehnika.

Gantti jooned on eriline Ameerikas välja kujunenud joonisetüüp tööedukuse jälgimiseks ja kontrolliks. Välimuselt tuletab ta meelde lihtsat joontest koostatud tulpjoonist, kuid omab mitmeid eriomadusi.

Gantti jooned eeldavad töökava olemasolu. Igaks eelseisvaks kuuks (nädalaks või päevaks) määratakse arvuliselt kindlaks täitaoleva töö kogus. Jooned näitavad, palju sellest töökavast on suudetud täita ja palju jääb veel teha.

Kuna muud joonised ja kõverad näitavad minevikku, siin mineviku andmed iseendast satuvad seosesse tulevikuga; minevik muutub tulevikuks. Seepärast on Gantti joonist tihti nimetatud dünaamiliseks ja, veelgi tabavamalt, kineetiliseks.

Gantti jooned on tarvitusele tulnud laiemas ulatuses alles maailmasõja lõpupoolikul, mil insener H. L. Gantt neid võttis tarvitusele Ameerika sõjavarustuse ja riigilaevastiku tegevuse korraldamisel. Viimaseil aastail aga on nende levik, eriti Ameerika töönduses, olnud võrdlematu ulatusega. Igasuguseis töönduslikes ja äriettevõtteis on võetud tarvitusele see joonis ja tema abil on suudetud tööd paremini korraldada ja suuremat edu saavutada.

Seetõttu on see joonis saanud ka ärieringkondade erilise tähele-

panu osaliseks. Mõned autorid (Clark) on arvamusel, et Gantti jooned on suurim leiutus, mis praeguse põlve poolt tehtud töökorralduseoskuse (art of management) alal. Tõepoolest, ei ole seni veel leiutatud teist meetodit, mis tegevuse sisu esitaks nii selgesti, kiiresti ja nii kontsentreeritult. Kord alustatud, läheb joonte täitmine nagu iseendast, tehtuna lihtsaimate töötajate poolt, ja andes ometi samu tulemusi, mida tööjuhataja võib saavutada vaid suurte arvuderidade alalise analüüsi ja võrdlemise teel.

Gantti joonte valmistamine on äärmiselt lihtne. Selleks tarvita- takse paberit, mis ülal jaotatud tabelipea laadiliselt (vt. joon. 130). Joonis sisaldab, näiteks, kuude kohta 12 lahtrit, nädala kohta 6 lahtrit, kuupäevade järgi 31 lahtrit jne. Igas lahtris on veel sisse- kandmise hõlbustamiseks alajaotused (8-tunnise tööpäeva kohta, näiteks, 8 või 4, à 2 tundi, alajaotust). Vasakul serval märgi- takse nähis, millist rida kujutab. Iga erilaadiline nähis, operat- sioon jne. nõuab sissekandmiseks vaid ühe rea.

Sellel real tarvitatakse järgmisi märke (vrd. joon. 130 ja 131):

Aeg, millal töö peab algama, märgitakse paremale poole avatud täisnurgaga. Aeg, millal töö peab olema lõpetatud, omab vastupidiselt avatud nurka.

Mingi aja kestel kavatsetud töökogus märgitakse vastava arvuga seda aega näitava lahtri vasakul serval. Mingiks tähtjaks määrat- tud töökogus näidatakse arvuga selle aja lahtri paremal serval:

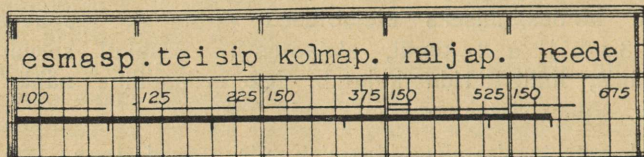
Kitsa sirge näol kantakse joontevahele tehtud töökogus. Kuna töökogus, mis selle aja kestel oli plaanisetud, on mõeldud lahtri kogu laiusega võrdsena, tuleb tehtud töö märkida sellele proportsio- naalselt. On 100% tööst täidetud, tõmmatakse sirge läbi kogu lahtri; 75% juures on sirge $\frac{3}{4}$ lahtri laiusest, vasakult poolt alates. Töö- koguse ületamisel 20%, võrreldes ettenähtuga, tõmmatakse lahter täis ja täiendavalt, uue sirge näol, märgitakse samas lahtris veel teine $\frac{1}{5}$ lahtri laiune joon.

Jämeda sirgega märgitakse samades lahtrites kogu tehtud töökoguse suhe vajaliku või kavatsetud kogusega. Selle sirge juures on 100% kogu lahtrite ulatus tööalguse märgist töö lõpumärgini. Iga kitsa sirge uudse sissekande puhul pikendatakse vastavalt ka jämedat sirget: kui tööst on tehtud 50%, peab ta katma ka poole pikkust algusemärgist lõpumärgini. Jäme joon ei ole kuidagi seotud vahe- pealsete lahtritega.

Toome lihtsa näite Gantti joontest. Mingi tellimus oli kavatsetud

teostada nii, et igaks päevaks oli määratud ette, mitu ühikut peab saama valmis.

	Oli kavatsatud teha (iga päeva lahtri vasakusse nurka kirjutatud)	Tegelikult tehti	Tehtu %
Esmaspäev	100	75	75
Teisipäev	125	100	80
Kolmapäev	150	150	100
Neljapäev	150	180	120
Reede	150	75	50



Joon. 130. Gantti jooned. — Tehtud töö jälgimine, võrreldes kavatsuga.

Joon. 130 näitab neid andmeid nädala lõpuks joonisele kantuna. Esmaspäeval oli määratud teha 100, sai valmis vaid 75, peen joon tõmmati sellele vastavalt 75% joontevahest. Kolmapäeva lahter on joonitatud tervel ulatusel, kuna kogu määratud töö leidis teostamist. Ja tagajärjekas neljapäev, mil tulemus 20% võrra normi ületas, sai täiendava joone 20% ulatuses.

Iga päeva lahtri parempoolsesse serva on märgitud töökogus, mis selle päeva lõppedes pidi olema valmis (esmaspäev 100, teisipäev 225, jne.). Nende arvude alusel on iga päev kantud sisse ka töö üldtulemus jämeda joonena. Esmaspäeval oli selle joone pikkus võrdne peene joonega (tehtud 75% määratud tööst). Teisipäeval tehtust (100) aga pidi arvama 25 esmaspäeva normi täiteks (jämeda joone pikendamine esmaspäeva märgist esmaspäeva lahtri lõpuni). Teisipäeva töö tulemusena võis märkida sisse vaid 75 ühikut (60% normist — vt. märke jämedal joonel).

Kolmapäeval tehtud 150 ühikust läheb 50 veel teisipäeva normi täitmiseks ja vaid 100 (60% 150-st) jääb jämeda joone kolmapäevase osa jaoks. Selliselt sissekandeid tehes jõutakse jämeda joonega reede õhtuks täita vaid reedese lahtri osa, näidates, et töö ligi $\frac{2}{3}$ päeva jäänud normist taha.

Nii saab näidata samades lahtrites ja korraga:

- 1) ühtlased aja alajaotused (lahtri laius);
- 2) kavatsetud töökogused iga aja alajaotuse kohta eraldi (lahtri laius ja arvud);
- 3) tehtud töökogused (kitsas sirge);
- 4) kogu kavatsetud töökogus (lahtrite kogu laius alguse- ja lõpumärgi vahel);
- 5) kogu tehtud töökogus (jäme sirge).

SALES - ARTICLE "A" - Cartons												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT.	NOV	DEC.
UNITED STATES TOTAL	240	630	1460	2200	2700	3600	4400	5400	6000	7200	7900	8000
New England	400	1000	2200	2700	3600	4400	5400	6000	7200	7900	7900	8000
North Atlantic	170	430	960	1260	1500	1800	2100	2400	2800	3200	3300	3600
Eastern	70	180	400	540	660	800	900	1000	1200	1400	1400	1500
Southern	100	250	560	720	840	1000	1200	1400	1600	1800	1900	2100
Central	70	180	400	540	660	800	900	1000	1200	1400	1400	1500
Southwestern	200	500	1100	1400	1800	2200	2700	3000	3600	4000	4000	4000
Northwestern	50	120	280	360	440	540	660	800	900	1000	1000	1000
Western	50	120	280	360	440	540	660	800	900	1000	1000	1000

Joon. 131. Gantti jooned. — Ühe kauba müük Am. Ühendriiges.

Huvitav asjaolu on Gantti joonte mõõduga. Esialgu näib, nagu polekski joontel mõõtu. Peale joonise sisulist vaatlemist aga selgub, et igal real on omaette mõõt — iga lahtri laius võrdub tema kohta kavasa määratud töörohkusega. Kuid see on eksitus, ühine mõõt on siiski olemas: see on a e g, mille jaotused sisalduvad lahtrite peal-kirjus.

Igasugune töökogus, mis vastava ajaühiku kestel peab valmis saama, tuleb näitamisele alati ühepikkuse joonega. On ju aeg ainus abinõu inimtöö mõõtmiseks. Ja selles mõttes on Gantti jooned ainus meetod, mis põhineb õigel mõõduühikul.

Gantti joonte tarvitamine.

Gantti jooned on kõlblikud ükskõik millise inimtegevuseala kontrolliks. Seni on neid kasutatud peamiselt tööndusliku tootmisprotsessi

mõõtmiseks. Sellelt alalt mainiksime näiteina järgmisi tüüpe Ameerika laialiste kogemuste järgi:

1. masina- ja inimtöö arvestus;
2. plaani ja koormatuse jälgimine;
3. arengu joonis.

Masinatöö arvestuse eesmärgiks on näidata, kui kaua on masinad töötanud ja mittetöötamise puhul näidata selle põhjused. Iga masina jaoks peetakse eririda ja kantakse sisse kaks Gantti joont. Mittetöötamise põhjused märgitakse leppemärkidega. Korralikult peetatav masinateleht annab meistriale täieliku ülevaate tema alla kuuluvate masinate tööst. Ta kujutab nende seisukorda, võimalusi ja vajadusi selgemini kui mingi kirjutatud aruanne või isegi masinate töö silmaga jälgimine. Pealegi on joonisel näha selgesti ka mittetöötamise põhjused ja mis on ses süüdi.

Üksikute nädalate joonised ühendatakse kuukokkuvõtteks kogu ettevõtte ulatuses ja kui jooniseist on osatud teha järeldusi, näitab iga järgnev kokkuvõte suuremat produktiivsust.

Inimtöö arvestus näitab, kas tööline täidab oma päevase töö, ja mittetäitmise põhjused. Iga töölise kohta peab eestöötaja või meister oma lehel rida kahe Gantti joonega. Päevane töönorm (kas keskmine või ligikaudne; arvestamispraksis näitab varsti keskmised ka seal, kus neid enim polnud pandud tähele) võetakse 100%-ks (lahtri laius) ja märgitakse joonega, mitu % sellest päevas tehtud. Puudujäänud osa suhtes näidatakse põhjus.

Iga päev saab meister või eestöötaja ülevaate, kellel töö halvemini edeneb ja millised on takistused. Esiolgu on tegemist suurte üllatustega: ei ole sugugi võimatu tulemus, et 90% takistusist tööjõu töös on olenenud juhatusest, eestöötajaga alates. On ju tõepoolest raskeim külg ettevõttes juhatuse, tellimuste ja materjali muretsemine, tööabinõude korrashoid jne. Algab selliste takistuste kõrvaldamine.

Kui joonte pidamine on muutunud korrapäraseks ja juhatuse suuremad vead kõrvaldatud, on väga otstarbekas jooni pidada täieliste eneste nähes, avalikul tahvlil. Meeste huvi asja vastu tõuseb ja ka mahajäänud püüvad jõuda teistele järele, kui pealegi on korraldatud preemiasüsteem.

Järjekindlalt peetud Gantti jooned varustavad töökorraldajat parima materjaliga palgatõstmiste, kohalemääramiste jne. jaoks.

Töökava. Gantti joonte eesmärgiks on määrata ette iga töötava isiku töö selliselt, et selle täitmises võimalikult vähem seisakuid esineks, ja et igaüks teaks, mis ja millal tal tuleb teha.

Selleks peetakse iga töötava isiku, masina või erineva sisseseadu

jaoks rida (või mitu rida, kui operatsioonid erinevad). Kitsas joon näitab kavatsatud, jäme — tehtud tööd. Gantti jooned on häid tagajärgi andnud ka kontoritöö alal (masinakirjutajate tööjaotus).

Koormatuse jälgimisel on samuti kujunenud eritüübilised Gantti jooned. Koormatusjoonis sarnaneb töökava omaga, näidates, palju tööd kuulub tegemisele, ent ta on kompaktsem ja üksikasjadeta. Töökava juures kuulus eraldi näitamisele iga erioperatsioon või erimasin. Koormatuse alal märgitakse masinatüübid koos ja neile määratud töötunnid eeloleval kuul või nädalal. Kitsas joon näitab, palju tööd on igale alale määratud, jäme — palju seda veel teha jääb. Sellekohased andmed saadakse kas töökavajooniseist või tellimusist.

Pilk järgneva kuu või nädala jaoks valmistatud Gantti joonte teele kohe, kas tööd on ees palju või on tööpuudus.

Kui tööd on palju, näeb koormatusjoonisest kohe, kunas võib oodata tööde valmimist; kas võib või ei või uusi tellimusi võtta; kas võib tulla töös takistusi; kas on vaja täiendada sisseseadu ja vaja rohkem tööjõudu.

Kui ähvardab tööpuudus, näeb joonisest samuti, millised tööd ja mis ajal oleksid soovitamamad, et võimalikult rohkem tööjõudu kasutada; kunas ja milline tööjõud ja sissesead vabaneb ja kus tööjõudu vähendada või tööaega lühendada.

Arengujooned. Kui keegi teeb korraldused mingiks tööks, siis on tal tingimata vaja teada, kas need korraldused leiavad täitmist või mis on takistuseks (ameerika aksioom: „Võim korraldusi teha kohustab jälgima nende täitmist“).

Tavaline viis jälgida tegevust omal alal on vastavate arvude või aruannete vaatlemine tegevusaasta lõpul. Raske on aga alati iga arvu otseselt vaadata ja võrrelda, ning pealiskaudsed ja rutulised otsused võivad teinekord tuua vaid kahju.

Gantti jooned võivad siin jälle tuua määratu kergenduse. Kitsa joonega kantakse iga ajastu lahtrisse tehtud töö (tootmine, müügid, operatsioonid jne.), võrreldes kavatsutuga. Jäme joon näitab, palju veel kavast teostamata. Katkestatud joonega märgitakse tehtud töö väljaspool kava.

Arengujoonte tehniline teostamine on nii lihtne, et seda iga väikseim teenija suudab teostada, ja niivõrt arusaadav, et teda igaüks saab jälgida. Juhtiva isiku tähelepanu ei kulu enam arvuderidade uurimisele, vaid ta näeb kohe, kus on tekkinud seisak või takistus kava täitmisel, ja ta saab pühendada just sellele suuremat tähelepanu.

Joon. 131 sisaldab arengujoonte näite. Ühe kaubaartikli müük on väljendatud kuni 1. aug. Kuna selle kauba müügis avalduvad

hooaja kõikumused, siis eelmiste aastate müügi ja majandusolukorra alusel on koostatud müügikava. Iga territoriaalse ühiku (vt. nimetused vasakul) kohta on märgitud müüakavatsetav kogus (arvud igas lahtris vasakul). Kitsas joon igas lahtris näitab, mitu % kavast on suudetud täita. Jämedad jooned võtavad kokku müügiseisukorra augusti alguseks.

On korruga nähtav, et esimene, teine ja neljas müügingirkond (New England jne.) on ostnud kaupa üle kavatsetu: augusti alguseks on neis müüdud ligi 75% aastakavast (jämedate joonte pikkus, võrreldes lahtrite kogu laiusega).

Et kavataitmises on siiski puudujääk (vt. üldist jämedat joont), seda põhjustavad Southern ja Southwestern ringkonna erakordselt väikesed ostud.

Juhatajal tarvitseb ainult nende ringkondade üksikasjalised andmed (resp. Gantfi jooned) nõutada, et teha kindlaks, kas on seal võimalik midagi võtta ette olukorra parandamiseks. Oma laiemate kogemustega ja suurema autoriteediga on tal muidugi võimalik teha, mis veel saab, kui ta ainult õigel ajal jooni jälgib.

*

Vaatamata oma näilisele lihtsusele on Gantti joontel määratu tähtsus. Juba nende sisseseadmine nõuab kindla kava olemasolu. Nad näitavad kavatsetud ja tehtud töökogused kõrvuti nende vastastikusel vahekorras ja suhtumises ajaga. Neist selgub viibimata, miks viibib kava täitmine ja kes on selles süüdi. Joonisena on nad äärmiselt kompaktsed, kerged valmistada ja lugeda. Nad võimaldavad leida tööaegluse põhjusi ja neid kõrvaldada.

Sellega ongi seletatav selle joonise määratu edu. Nad on võetud eduga tarvitusele pisikestes töökodades kahe-kolme töölisega ja suurimais tööndusettevõtetes. Ärides, kontoreis, valukuures, masinavabrikuis, jõujaamus, laevaehitises ja paljudes muudes tööharudes on neid tarvitatud ühtlase eduga. Ja võib-olla on õigus neil, kes kinnitavad, et varsti muutuvad Gantti jooned tööjuhatuseoskuse *sine qua non* osaks.

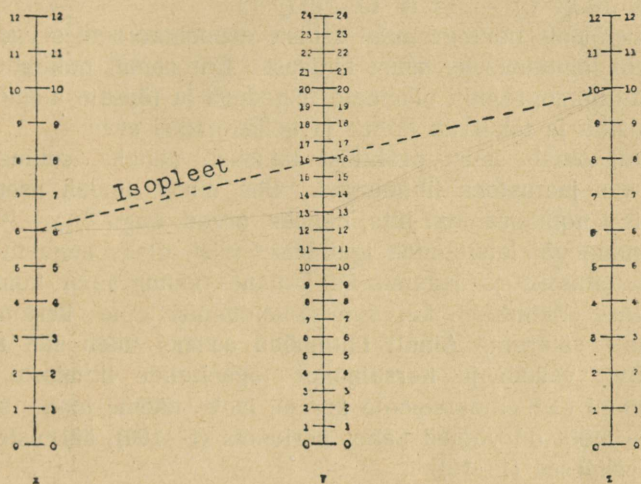
52. Nomogrammid.

Kõverad väljendavad kaht muutuvat suurust kaheteljelise koordinaadistiku abil, kus abstsissid näitavad ühe ja ordinaadid teise suuruse muutumist. Mõlemad teljed lõikuvad täisnurgi.

Kui aga on tegemist kolme muutuva suurusega, ei piisa enam kahest teljest, vaid neid peab olema samuti kolm. Sel puhul teljed

asetatakse püstseisus (vertikaalselt) või mitte täisnurgi ristuvatena. Lihtsaima, rööpnomogrammi koostamise põhimõte on kolme muutuva suurusega (variable) võrrandi kujutamises kolme telje näol, millele antud teatud mõõt selliselt, et kahte telge kahe teatava suuruse kohalt lõikav joon annab kolmanda kohal võrrandi kolmanda tundmatu suuruse.

Nomogramm ei anna mingit üht fikseeritud suurust, nagu teised arvjoonised, vaid võimaluse toimetada terve rea arvutusi graafilisel teel. Nomogramme võib konstrueerida lõpmatuis variatsioonies kõik-



Joon. 132. Liitmise ja lahutamise nomogramm.

suguste matemaatiliste valemite jaoks. Õieti koostatud nomogrammi abil saab matemaatiliste teadmused isik toimetada keerulisimaidki matemaatilisi tehteid.

Rööpnomogramm on lihtsaim nomogrammi vorm, mida võib kasutada eeskätt liitmiseks, lahutamiseks, korrutamiseks ja jagamiseks (vt. joon. 132 ja 133).

Sellised nomogrammid põhinevad geomeetrilisel reeglil sarnaste kolmnurkade kohta. Kui võtta kolm telge (vt. joon. 132 xyz jooned), millest välised asuvad keskmisest ühekaugusel, ja igale teljele teha jaotused lihtmõõdu kohaselt (vt. joonist), siis risti üle kõigi telgede tõmmatud joon lõikab keskmist telge arvu kohal, mis on pool kahe äärmise telje arvude summast. Järelikult, kui teha keskmise telje jaotused poole väiksemad äärmiste omadest, nagu joonisel 132, näitab keskmise telje arv alati kahe äärmise telje arvude summat. Joon 132

x-telje arvust (6) z-telje arvule (10) tõmmatud joon lõikab y-telge kohal, kus märgitud 16, mis ongi 10 ja 6 summa.

Telgi ühendavat joont nimetatakse isopleediks. On selge, et pabeririba või liineali abil võib igast äärmiste telgede arvust tõmmata isopleedi üle keskmise telje, saades otsitava summa, ja nii toimetada ükskõik millise liitmise.

Tehte järjekorda muutes saab sama nomogrammi joon. 132 kasutada lahutamiseks. Jälgides joonisel tõmmatud isopleeti ja võttes esimesena keskmise y-telje arvu, saame $16 (y\text{-teljel}) - 6 (x\text{ t.}) = 10 (z\text{ t.})$, või $16 (y\text{ t.}) - 10 (z\text{ t.}) = 6 (y\text{ t.})$.

Muidugi pole nomogrammil selliste elementaarsete arvudega liitmiseks või lahutamiseks suurt tähtsust. Ent samal põhimõttel võib joonestada nomogrammi pikemate telgedega ja täpsate alajaotustega, kus saab liita ja lahutada kolme ja neljakohalisi arve.

Samuti omab suurt praktilist tähtsust, näiteks, selline nomogramm, kus jaotusteks lihtmurrud. Ühe ainsa liineali asetamisega võib sellisel nomogrammil liita, näiteks, arvud, nagu $3/27 + 15/136$ jne., mille liitmine või lahutamine igal teisel viisil oleks aegaviitev.

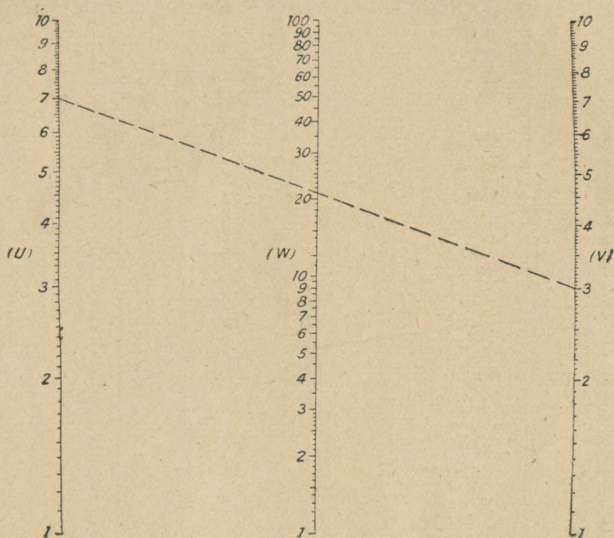
Korrutamiseks ja jagamiseks kohane nomogramm konstrueeritakse samal põhimõttel, kui liitmise-lahutamise oma: keskmise telje mõõt poole väiksem. Ainult lihtmõõdu asemel tuleb siin tarvitada log. mõõtu: vastab ju korrutamine logaritmid liitmisele. Sellist nomogrammi elementaarsete arvude jaoks näeme joon. 133. Keskmise telje mõõt on võetud kahes perioodis (1—100), äärmiste telgede oma — esimeses (1—10).

Iga suurus u-teljel, ühendatud teise suurusega v-teljel, annab isopleedi lõikekohal korrutuse tulemuse, ja vastupidi, iga w-telje arv, ühendatud isopleediga u- või v-telje omaga, annab teisel teljel jagamise tulemuse. Samal põhimõttel on konstrueeritud logaritmilised liinealid.

Muidugi võib elementaarsete arvude asemel tarvitada 3- ja 4-kohalisi, täpsamate jaotustega mõõtu jne. ja konstrueerida nomogramme, mis teataval määral võivad arvutusmasinarki asendada. Kuid siin saab minna veel kaugemalegi ja konstrueerida nomogramme, mis mingiks teatud otstarbeks annavad rohkem kui arvutusmasin. Näiteks võib valmistada nomogrammi, mille liineali pealeasetamise teel saab kohe määrata, millise aja kestel saab võlg ühes protsentidega teatava kuumaks puhul tasutud. Või jälle vastupidi, kui suur peab olema kuumaks, et teatava aja kestel katta võlasummat ühes protsentidega (vt. joon. 134).

Selliste rööpnomogrammide konstrueerimisel on soovitatav telgede pikkus ja joonise laius võtta nii, et kogu joonis kujuneks ruuduks.

Sel puhul iga isopleedi joon lõikab mõõte vähemalt 45° nurga all ja mõõdud on loetavamad. Et äärmiste telgede mõõdumärgid täpsalt vastaksid, võib joonestamisel pärast esimese telje võimalikult täpsat väljamõõtmist joonis murda või keerata kokku ja selle järel märkida viimane telg. Isopleediks on otstarbekas tarvitada läbipaistvale paberile või tselluloidile tõmmatud joont, mille pealepanek on kergem kui liineali oma, loetavus aga suurem.



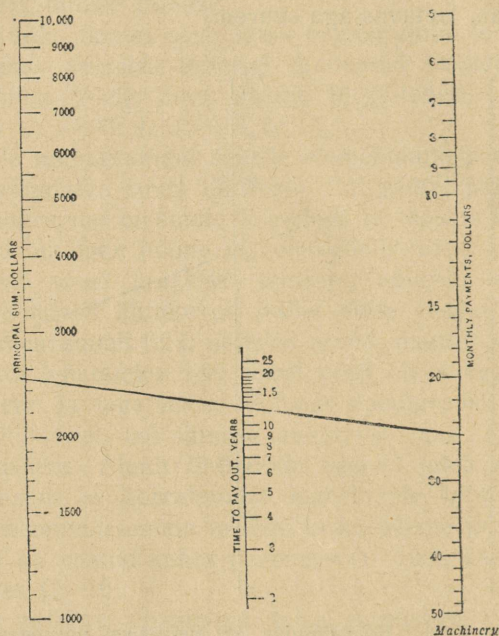
Joon. 133. Korrutamise ja jagamise nomogramm.

Kolmeteljelised rööpnomogrammid on kohased vaid kolme muutuva suuruse vahekorramiseks. Nelja suuruse vahekorramise tulemusi otsides tuleb telgede arvu suurendada. Selleks jaotatakse suurused kahte rühma ja koostatakse rööpnomogrammid kummagi osa jaoks, lisandades erilise (viienda) vahelise telje. Tulemuste saavutamine sellisel nomogrammil toimub kahes järgus: enne määratakse tulemus kahe suuruse vahekorramise nendevahelisele teljele, siis aga sellelt teljelt kahe järgneva telje abil lõpptulemus. Kuna vaheline tulemus (alassumma) pole tähtis, jäetakse tavaliselt see telg mõõduta. Kujuneb nn. pime telg (dummy axis).

Selline nomogramm esineb joon. 135. Soovitav vee läbilask minutis on paigutatud esimesele teljele, surve kaotuse määr viimasele. Nende kahe tulemus koondub pimedal teljel (vt. ülemist isopleeti). Pimedal teljel saadud kohta ja neljandat telge (toru pikkus) ühendades saame

täiendava isopleedi abil kolmandal kohe veetoru soovitava läbimõõdu ja koguni toru standartnumbri.

Rööpnomogrammi kõrval on võrdlemisi suure populaarsuse võitnud z-kujuline nomogramm. Sellel on kaks äärmist telge rööbiti, kolmas, keskmine, aga läheb põiki ühe alumisest otsast teise telje



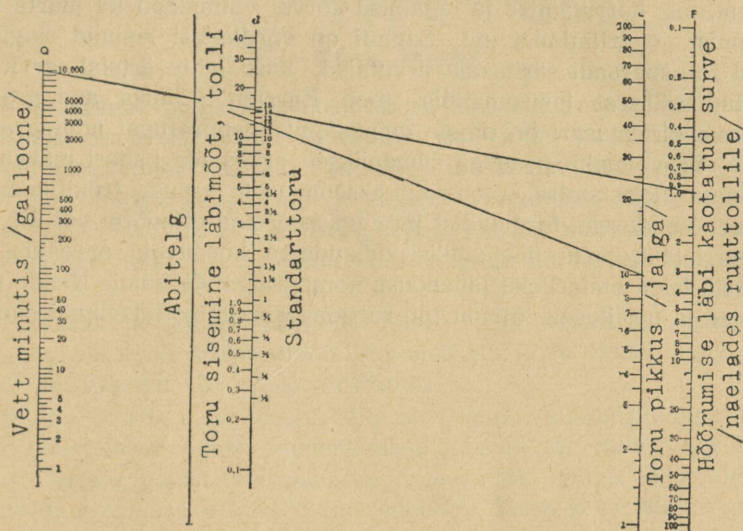
Joon. 134. Võla amortiseerimise arvutamise nomogramm. — Vasak telg näitab võla algsummat dollareis, parem tasumiseks määratud summat kuus, keskmisel teljel selgub võla kustumise aeg. Protsendimääraks on 6%.

ülaotsani. Sellise nomogrammi headuseks on see, et ta võimaldab korrutamist ja jagamist aritmeetilisel määdel, mispärast on eriti kohane keerulisemate valemite lahendamisel. Ent selle konstrueerimine on keerulisem ja loetavus raskem (isopleedi lõikenurk keskmisel teljel jääb liiga väikeseks).

Aritmeetilise ja logaritmilise määdu kõrval on nomogrammidest tarvitusel palju teissuguseid määde. Ruutjuured, astmed ja trigonomeetrilised funktsioonid leiavad kasutamist määduna eriotstarbeliste nomogrammidest konstrueerimisel. Põhimõtted jäävad ka seal sama-

deks, ainult valemi koostamine nõuab matemaatilisi tehteid ja esijoones kõiksugu võrrandite koostamise ning lahendamise tundmist.

Ka vormilt on rööp- ja z-nomogrammi kõrval leitud palju teisi vorme. Need põhinevad mitmesuguseil geomeetrilisel teoreemil ja konstrueeritakse enamasti mitmesuguste kolmnurkade ja parallelogrammide kujul, mille külgedele paigutatakse mõõt. Sirgete telgede kõrval esinevad ka murdjoonteljed jne. Selliste nomogrammi konstrueerimine on juba teaduslik töö eriotstarbeiks.



Joon. 135. Rööplomogramm nelja muutuva suuruse vahekorrasutamiseks. — Veetorude vajaliku jämeduse määritlus.

Nomogrammi tüüpide arv suureneb alata. Tähtsamate praktilises elus vajatavate valemite enamiku jaoks on leitud erinomogrammid, mis tavaliselt esinevad tehnilistes eriajakirjades. Näiteks võiks nimetada mõnesuguseid nomogrammi kasutamisi:

- 1) vee- või gaasitorude läbimõõt soovitava rõhu saavutamiseks;
- 2) aururõhk aurukatla torudes;
- 3) kukkiva keha kiirus;
- 4) kuuli läbitungijõud keskusest;
- 5) vedru vajalik jõud;
- 6) tsentrifugaaljõud;
- 7) raudteerööpa vajalik paksus antud rongi kiiruse ja kaalu puhul;
- 8) protsentide määr ja kapitali suurus;
- 9) börsihindade ja rahade vastavus;

10) kaubahind ühes tollimaksude ja muude kuludega;

11) fotoplaadi säritamisaeg antud diafragma, objektiivi säritamisjõu ja plaadi tundlikkuse puhul; jne.

Töö juures tihti vajatavaid nomogramme pole praktiline pidada lihtsal paberilehel ja isopleetimist toimetada paberiribaga. Seepärast valmistatakse nomogrammid tihti väikeste instrumentide kujul, kus liikumata skaalade kõrval tarvitatakse ka liikuvaid, mille vastav ümberpaigutamine asendab isopleetimist. Üldtuntud on logaritmiline liineal, mis korrutamise ja jagamise kõrval võimaldab ka juurte määritlemist, logaritmimeist jne. Samuti on võrdlemisi levinud ringikujulised fotoaparaadi säritusaja arvutajad. Ilusa näite ärialal tarvitusele võetud sellisest instrumendist toob Karsten (Charts and graphs). Suurem kirjastusäri on omale valmistanud papprattaist nomogrammi, mille abil võimalik peaaegu silmapilkselt arvestada paberi maksumust raamatu kirjastamisel, olenevalt eksemplaride arvust, trükitihedusest, paberi omadusest, formaadist jne. Iga suurema ettevõtte või äri tegevuses leidub palju ühelaadilisi tuhandeina korduvaid arvestusi, mis võiksid leida otstarbeka lahenduse nomogrammide kujul. Nende koostamine ja tarvituselevõtt on töö ratsionaliseerimise tulevikuülesandeid.

E. Stereogrammid.

53. Kõva mudel.

Nomogramm andis võimaluse kolme muutuva suuruse elementide jooniselekandmiseks. Ent nomogramm on vaikiv joonis, mis ainult isopleetimisel annab vastuseid, ja sedagi iga üksiku juhu jaoks eraldi.

Tahtes minna kaugemale ja näidata arvjoonisel kolme suuruse tõelist muutuvust nii, et iga üksik kolme suuruse vahekorra moment oleks nähtav, tuleb paratamatult konstrueerida ka joonis kolmemõõtmeliselt.

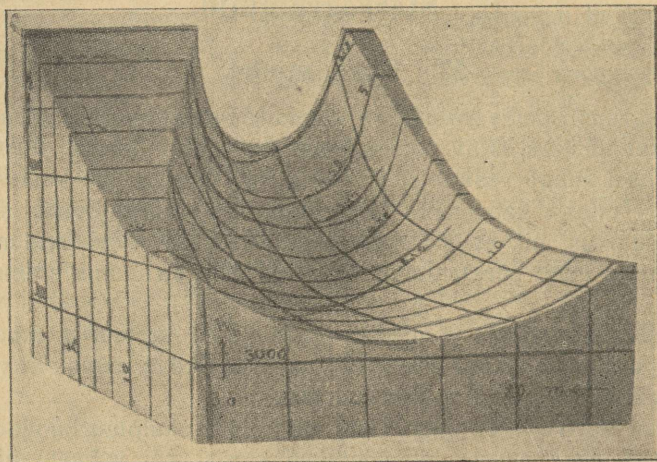
Pikkuses ja laiuses näidatud pinda tuleb seejuures muuta ka kõrguses, vastavalt andmesiikule. Kujuneb kas kõva mudel, kokkukäiv mudeli imitatsioon või perspektiivjoonis.

Kõva mudel (vt. joon. 136) on mingi skulptuuritaoline teos, mis valmistatakse puust, mudeldatakse kipsist või vahast või kleebitakse kokku papist või paberist. Joon. 136 näitab suhet tunnis hobusejõu kohta saavutatud kuumuseühikute, surve ja tarvitatud gaasisegu vahel gaasimootoris. Mudeli esik ja külg on võetud kahe suuruse andmeil, kõrgus kolmanda suuruse kohaselt. Mudeli keskel kujunev kumer pind näitab vahekordi kõigi uurimiseks toimetatud mõõtmiste järgi (vt. lõikuvaid jooni kumeruses). Samalt pinnalt võib aga lugeda vahekorda ka kõigi teiste vahepealsete juhtude jaoks, mille kohta mõõtmisi pole toimetatud. Ilma mudelita oleksid sellised vaatlused raskendatud, kuna mudeli kumerdatud pind on kogu ulatuses ebaühtlaselt muutuv. Alates tagant paraboolist järskude külgedega (vt. joonist), muutub kumerusemäär kord-korralt ettepoole, näidates vähenevat kuumusetarvitust kompressiooni suurenemisega. Kui tagapool kurvi madalaim osa puudutab rõhtjoont umbes 4100 kõrgusel, laskub ta ees kuni 3100 kuumuseühikuni. Selle muutuva pinna arvutamine valemite järgi oleks olnud küllalt aegaviitev ja demonstratsiooniks ebakohane.

Teaduslikul uurimisel, eriti füüsiliste nähiste alal, tavaliselt ei tehta kindlaks andmeid muutuvate suuruste vahekorra kohta iga üksiku võimaliku juhu jaoks, vaid ikka võetakse mingi hulk läbilõikeid

(näiteks, käesoleval juhul gaasisegu on mõõdetud 2, 2,5 ja 3 ühikus, mitte aga 2,53 ühiku puhul). Vahepealsete arvude kindlaksmääramiseks tuleks teha hulk matemaatilist tööd. Mudeli valmistamine lubab leida ka kõik puuduvad andmed samasuguse täpsusega, nagu seda oleksid andnud interpoolimine ja muud arvutustehted.

See on eriti tähtis juhtudel, kus nähise seadusepärane valem on veel leidmata. Mudel kujuneb siin mingiks instrumendiks, mis, samuti



Joon. 136. **Kõva mudel.** — Mootoris tarvitatud kompressiooni surve ja tarvitatud gaasisegu kogus tunnis hobujõu kohta.

Eesmine rõhttelg kujutab gaasisegu m^3 1000 kuumuseühiku kohta (umbes $1,7 m^3$ kuni $3 m^3$ — vt. arvud $m \leftarrow$ joonel).

Ristlõikes sellele teljele, samuti rõhtsalt, tuleb tagant ettepoole kompressiooni surve telg (algab tagant üle arvude $5 \rightarrow Pk$ 10 jne. atmosfääri).

Püsttelg on väljendatud kuumuseühikutes, mis vastava hobujõu saavutamiseks vajalikud (jaotused 3000, 4000 jne. püstjoones).

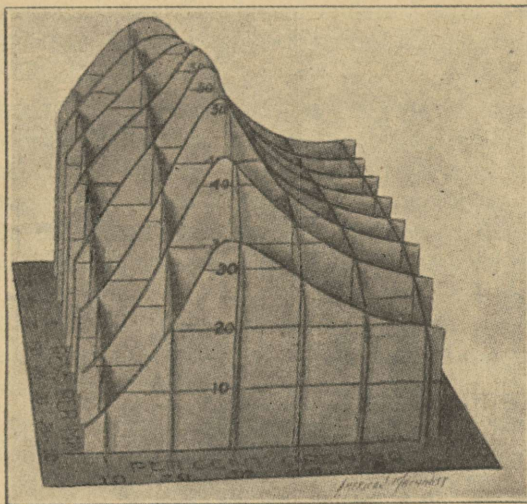
Kumerdatud pind mudeli keskel näitab seda osa, mille kohta katseid toimetatud. Välisservadel väljaspool kumera pinna lõikeid pole midugi tähtsust, kuigi neist püstmõõdu lõiked (sümboliseerivad) tõmmatud läbi.

kui nomogramm, võimaldab leida andmeid, eriti maksimume, miinimume ja muutuvuse määra. Pealegi on ta parimaks demonstreerimise abinõuks uuritavast nähisest ülevaate andmisel.

Enam-vähem täpsa mudeli valmistamise raskused ja kulukus sunivad tihti tarvitama mudeli imitatsioone. Parimad neist on traadist või tikkudest valmistatud. Puust aluse peale kinnitatakse kohtadele, kus vaja näidata kõrgust, andmeile vastavalt lühemad või

pikemad traadid või tikud, mis tähtsamal kohil võib ühendada nädiga. Tikkude võrdlev kõrgus näitab kumeruse muutumist küllalt ülevaatlikult. Pealegi on võimalik iga tikk värvida osadekaupa mitmesuguste värvingutega ja nii saada mitu kumerpinda samal mudelil.

Õhukesest papist on võimalik lõigata välja kõverad pinnad iga andmestiku osa kohta ja neid omavahel ühendada ristseintega (vt. joon. 137). Ristseinu võib kõvasti kleepida külge, saades niiviisi pea-



Joon. 137. Kokkukäiv pappmudel.

aegu kõva mudeli. Neid võib aga kinnitada ka kokkukäivalt ja sel puhul laseb mudel end käsitseda nagu laste tuntud jõulusõimed: laiailtõmmatult on ta mudeli imitatsioon, kokkulükatult aga lame pakk.

Tarvitatud on ka anatoomiliste atlaste võtteid: üksteise peal asuvad joonised on ühendatud selliselt, et pealmise lahtikäänamise järel sama pikk ja lai järgmine joonis näitab järgmist andmete läbilõiget.

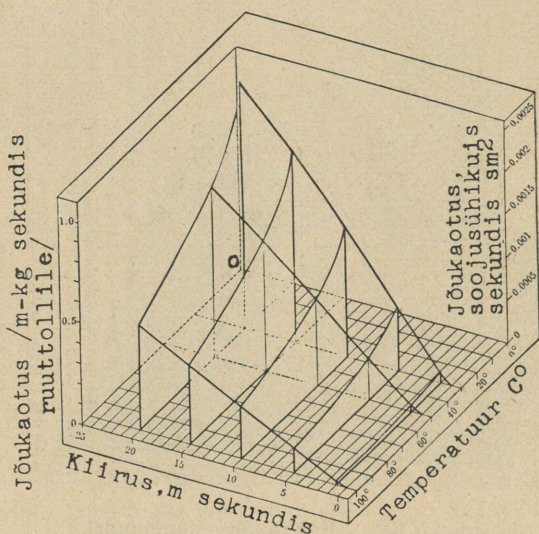
54. Aksonomeetiline projektsioon.

Kõik mudelid nõuavad võrdlemisi palju vaeva ja kulu, mispärast nad valmistamist leiavad vaid siis, kui nende käsitsemine võimaldab tõepoolest säästa uurimisvaeva või nende demonstratsioon tõotab olla võrratult ülevaatlik.

Tavaliselt ja eriti kirjanduses kolme muutuva suuruse kujutami-

sest saadakse üle perspektiivjoonistega. Sellist perspektiivjoonist näeme joon. 138.

Joonis põhineb andmel, mis saadud katseil nikkelterasest teljel valgmetallist ümbrisega ja peab näitama vahekorda: 1) teljeümbrise temperatuuri (Cels. kraadides), 2) keerleva pinna kiiruse (meetrid sekundis) ja 3) tekkinud soojust (soojuseühikutes ja meeter-kg sekundis).



Joon. 138. Perspektiivjoonis. — Teljeümbrise temperatuur, liikuva pinna kiirus ja tekkinud soojus.

Joonestamisel on kõige pealt projektitud kolm koordineeritud perspektiivitelge (pikkus, laius ja kõrgus), mis kõik ühinevad 0-punktis (joonise keskel). Alumine pind on jaotatud ruutudesse pikkusele ja laiuzele asetatud mõõtude kohaselt. Selle pinna jaotusilt on kohtadel, kus andmed olemas, tõmmatud ristjooned kõrguseni, mis näitavad kolmanda suuruse (tekkinud soojuste) mõõde. Need ristjooned (neid on kolm iga jaotuse kohta) on omavahel ühendatud kumera joonega. Kui nüüd saadud viielt ristpinnalt kustutada aluspinna jaotused, peale tähtsamate (mis tõmmatud punktitud joontega, nagu ikka perspektiivjooniseil varjujäädavad osad), annab joonis täieliku mudeli mulje: üldise ülevaatlikkuse kõrval on ka kõik tähtsamad andmed hõlpsasti leida.

Joon. 138 on viis ristpinda peale selle veel kolme joonega ühen-

datud, et neid siduda ja pinnakumerust selgemaks teha (jooned 25, 50 ja 100⁰-lt). Võttes neist, näiteks, keskmist (50⁰-lt), näeme, et selle temperatuuri juures hõõrumise tekitatud soojus suureneb kiiruse tõusuga, kuid mitte samas proportsioonis, s. o. hõõrdumise koefitsient ei püsi kiiruse suurenemisel mitte samasugusena. Samuti näeme ristpindadest selgesti, kuidas hõõrdumissoojus ühes temperatuuri tõusuga väheneb, esialgu järsult ja siis kord-korralt aeglasemalt.

Tuues joonisele lisaks täiendavaid andmeid, võib leida vahekorra, kus telje jahtumine tasakaalustab tekkinud soojuse ja teljeümbrise temperatuur jääb konstantseks.

Joon. 138 on n. n. aksonomeetiline (telgede — käesolevalt kolme — kasutamise) projektsioon. Aksonomeetrisest projektsioonest loetakse parimaks nn. isomeetrist. Selle projektsiooni juures püsttelg (kõrgus) võetakse püstjoonena, vasakule ja paremale perspektiivina minevad teljed 60⁰ nurga all püstteljele. Telgede selline asetus lubab igal teljel mõõdujaotusi näidata parimal viisil ja koordinaadid lõikuvad teravaimini. Joon. 138 võrreldes oleks isomeetrisel projektsioonil (see joonis ei ole isomeetiline) vasak telg (0 — 25 — 0⁰) veidi kõrgemal ja parem telg (0 — 0 — 0⁰) veidi madalamal. Isomeetriseliste jooniste valmistamiseks on olemas eriline paber (vt. joonist ptk. 62).

Muidugi on mõeldav valmistada ka joon. 138 sarnanev mudel. Ristpinnad tehakse papist, neid ühendavad jooned niidist.

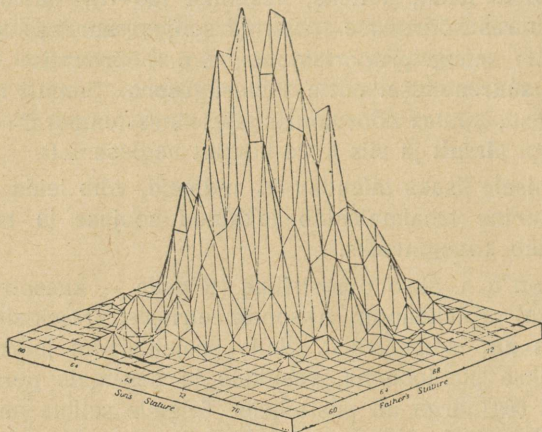
55. Sageduspind.

Tavaline sagedusrida kujutatakse kõveraga. Kahe sagedusrea suhte analüüsimiseks tuleb teha korrelatsioon ehk, lihtsama võttena, neid võib kurvidena asetada üksteise peale. Kui aga tegemist on kahekordse sagedusreaga tabeliga, kus igale ühe rea arvule vastab arv ka teises reas samades mõõduühikutes, siis tavalistest joonestamisvõtteist enam ei piisa. Küll aga saab siin tarvitada väliselt stereogrammiga sarnanevat mudelit või perspektiivjoonist.

Joon. 139 kujutab sellist võtet. On olemas andmed isade ja nende poegade pikkuse kohta. Soovitav on selgitada, kuidas isa kasvule vastab poja kasv. Selleks on aluspind ühtpidi jaotatud isade kasvumõõtude kohaselt, teine poegade kasvumõõtude kohaselt (käesoleval juhul on mõlemad samasugustes mõõduühikutes 60—75 tollini). Perspektiivjoonis näitab, kuidas mõlemad andmed ristuvad.

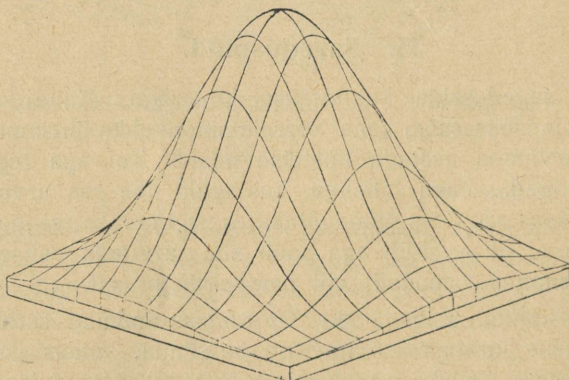
Muidugi on sama joonis veel näitlikum mudelina. Selleks tuleb enne isadekasvu kurvid joonestada papile, iga tolli jaoks eraldi. Pärast kurve mööda ülemiste servade mahalõikamist kinnitatakse nad

alusele, igäüks oma mõõdujoone kohale. Samal viisil valmistades poegade kasvu andmed, asetatakse need risti eelmistest läbi (tehni-



Joon. 139. **Sageduspind** (kahekordse sageduste-
rea kõrvutus). — Isade ja poegade pikkuse
korrelatsioon.

liselt tuleb selleks igal ristumiskohal papile teha lõige). Kõik kohale asetades võib papid liimida kinni või vahed valada täis kipsiga või mingi muu seguga.



Joon. 140. Normaalse sageduse pind mudelina.

Sellist joonist, mis on parim mõeldav võtte kahe sageduskurvi korrelatsiooni kujutamiseks, nimetatakse ka sageduspinnaks (frequency surface), kuna siin sagedused on kumera pinnana alusest surutud väljapoole.

Ilusaima näite, et ristuvad tipud tõesti pinna kujundavad, annab normaalse sageduse pind (vt. joon. 140). Gaussi kurvi muutuv vorm on sellel pinnal näha kõigekülgsest.

Need kurvid, mida oli soovitamav kujutada treppkurvina (vt. eespool), leiavad ka sageduspinnana sobivama vormi astmelisuses. Selleks tarvitatakse kandilisi puuplokke, mis saetakse vastavas pikkuses ja kinnitatakse puualusele.

56. Histogramm mudelina.

Võib kerkida tarve ka histogrammi alal kasutada mudelivõtteid. Selline oleks, näiteks, suure hulga ajastute võrdlemine alal, kus mingi nähis enam-vähem ühtlaselt kordub igal ajastul.

Sellise võtte kenaks näiteks on Tallinna elektriijaama poolt vist järjekindlalt valmistatavad kõverad elektrivoolu tarvitamise üle. Iga päeva kohta valmistatakse voolutarvituse kõver 24 tunni arvudega. Pidades neid kõveraid kartongil ja lõigates välja ülemist serva kõvera joont mööda, saadakse iga päeva kohta n. ö. kõvera siluett. Päevaste kõverate kartonge terve kuu või aasta kohta üksteise kõrvale asetades ja neid püstseisus kinnitades, saadakse väga kujukas ülevaade voolutarvituse muutumise kohta. Kuigi tarvituse maksimumid ja miinimumid koonduvad umbes ühtlase tunniaja peale, on siiski kuude ja aastaegade ulatusel näha järjekindlalt arenevaid muutusi kui ka üksikuid juhuslikke hüppeid.

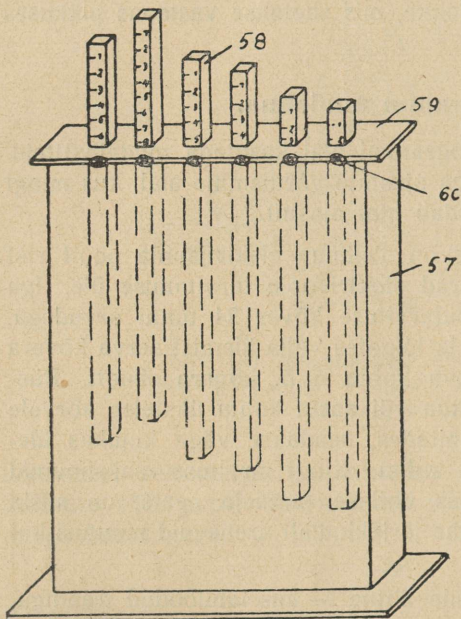
Kartongide kinnitamine on siin lihtne — kas läbilöödud traadiga, või vastavalt valmistatud kastiseinte vahel. Sellise histogrammi jooksuks pidamiseks osutuvad otstarbekaimaks kaks lauda, mis kruvidega ühendatud. Kruvide lõdvendamiselega võib vahet järk-järgult laiendada ja asetada vahele uusi lehti.

57. Lihtstereogrammide demonstreerimiseks.

Äsjakirjeldatud enam-vähem teaduslikust tarbest tingitud stereogrammide kõrval on veel terve liik lihtstereogramme, mida tihti näeme näitusil.

Lihtsa tulpoonise tulbad on paberil joonestamise asemel valmistatud puust, iga tulp eraldi, ja kinnitatud alusele; võrreldavate nelinurkade asemel esinevad tõelised papist kuubid jne. Muidugi pole siin mingit sisulist tarvet stereomeetrilise vormi järgi, sest sellise tulpoonise juures omab tähtsust vaid tulpade võrdlev kõrgus. Nad jäävad ühemõõtmeliseks kujutisiks, vaatamata sellele, et nad on väliselt kolmemõõtmelised kujundid.

Kuid oma eesmärgi nad saavutavad: vaatlejate tähelepanu köidavad need mitmesuguseis värvinguis esinevad kujundid sageli kiiremini kui joonised nende kõrval. Pealegi on neil see vaieldamatu paremus, et nad on vaadeldavad igast küljest — mitte ainult eest ja tagant, vaid ka ülalt ja kõrvalt.



Joon. 141. Tulpjoonise aparaat lihtstereogrammide kujundamiseks.

mised osad jäävad nähtamatuiks. Ülemised osad aga annavad võimaluse koostada ükskõik millise tulpjoonise, mis igast neljast küljest nähtav.

Elektrotehnika suur edu võimaldab sel alal saavutada tähelepanuväärseid effekte. Nii on selliseiks otstarbeiks kohased viimasel ajal ilmunud klaaskuubid seesmise mattvalgusega, mida võib mitmesuguses suuruses üksteise kõrvale või peale asetada. Kuubi seintele võib teha selgitavad pealkirjad, mis jäävad paistma väga reljeefselt.

Torud, mida mööda hõrendatud õhu või erijuhtmete kaudu hoo- vab hõljuv värviline valgus, lubavad koostada nii tulpjooniseid kui ka ringjooniseid ja luua iga pilku köitvaid effekte.

Selline omadus õigustabki ka säärase kujundite olemuse, teeb neid koguni soovitavaks populaarsete väljapanekute keskel, seda enam, et nende valmistamisel pole selliseid raskusi kui tõeliselt kolme- mõõtmeliste stereogrammide juures.

Selliste stereogrammide liiki kuuluvad ka aparaadid, mis konstrueeritud tulpjoonise demonstreerimiseks. Sellise aparaadi skeemi (prof. Stepanovi oma) näeme joon. 141. Rida neljakandilisi puupulki on kinnitatud raamisse, mis võimaldab nende üles-alla tõstmist ja kinnitamist soovitava kõrgusele (selle määritlemiseks on igal pulgal mõõt). Raam lõpeb allpool kastiga, millesse suubudes pulkade alu-

F. Joonistised ja pildid jooniseis.

Oleme oma kiirülevaatel peatunud enamikul arvjooniste tüüpidel, mis praegusel ajal tarvitusel. Kõik nad põhinevad geomeetrisil punktel, joonil ja pinnul, ja kuski pole illustratsioonid ning joonistised vajalikud. Ometi on kõikjal, ka meil Eestis, arvjooniste avalikul esinemisel näitusil või mujal, tegemist jooniste kõrval ka joonististe ja piltkujutistega.

Asi seisab selles, et pildi või illustratsiooni sidumine arvjooniseiga on arutihti suureks selgitavaks abiks joonise mõistmisel; ka puhtillustriitvise elemendina suudab osav joonistis või pilt kõita tähelepanu rohkem kui seda suudab teinekord kuiv „akadeemiline“ joonis. See-pärast peatume arvjooniste demonstreerimise seisukohalt lühidalt ka pildilisel elemendil.

58. Piltjoonistised väliskontuuride vastavusega.

Paarkümmend aastat tagasi võis isegi tõsisemais väljaandeis kohata tervet lehekülge kalli värvtrükiga valmistatud ja kriitpaberile trükitud kujutisi, kus mingi nähise arve illustreeriti sümboolse kujude-reaga. Näiteks riikide viljasaak kujutati kottidereana, mis olid asetatud vähenevas järjekorras, riikide eelarve — portfelligereana kujul jne.

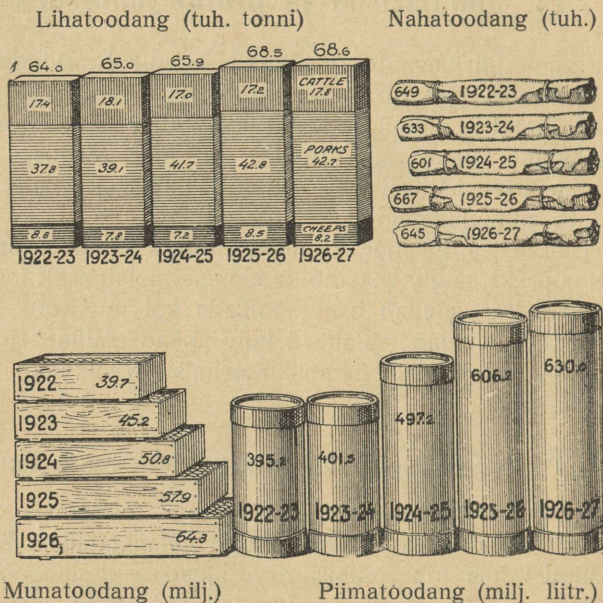
Vanasti arvati kindlasti, et sellised kujutised tõmbavad endale tähelepanu ja sisendavad vaatlejasse demonstreeritavad arvud.

Praegu võime selliste abitute võtete üle ainult muiata. Eks ole üksksteise alla laotud riikide nimetused ühes vastavate arvudega sama selged ja mitu korda lihtsamad meeles pidada, kui selline joonis, kust niikuinii riikide võrdlevat suurust ei näe (vahed on niivõrt väikesed) ja kus sümbolid asetatud vähenevas järjestises (ka geograafiliselt ei aita joonistis meeldejäävusele kaasa).

Sellised joonistised võivad veidi kasu tuua vaid neil juhtudel, kus vahed üksikute riikide vahel on suured (üks riik 5 korda suurema arvuga kui kõrvalasuv), kuid ka sel puhul on lihtsad värvilised nelinurgad selgemad, mille pinnad kergemini näitavad võrdlevat suurust.

Üldiselt aga on selline idee — geomeetrilise kujutise (nelinurga, ringi jne.) asendamine sama suure pildi või joonistisega — kõlblik võtte seal, kus tegemist on terve rea erinevate esemetega või aladega.

Joon. 142 põllumajandussaaduste tootmise kohta toob sellise näite. Üksikud ained on siin piüütud väljendada vastavate esemete pakist meelde tuletavate kujutistega. Kujutiste tegelik valmistamine on sündi-



Joon. 142. Sümboolsete kujutiste kõrvutus. — Tähtsamate põllumajandusainete toodang 1922—27.

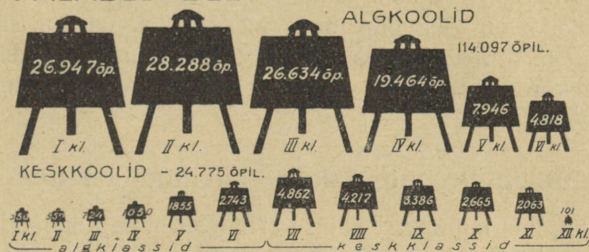
nud väga lihtsalt — nõu kõrguse (piim) või kasti laiuse (munad) järgi. Kõrgus (laius) on võetud proportsionaalselt arvudele. Seega võrduvad need joonistised tulpjoonisega. Kuna aga nõu põhi (või kasti kõrgus) on võrdne, on kujutised võrreldavad ka mahu järgi.

Joonistis sel puhul sarnaneb leppemärgiga: ta ainult asendab vastavaid tulpi või nelinurkseid pindu. Pindade võrdlusel mustandis mõõdetakse igale esemele valmis temale kuuluv pind (nelinurk) ja sellele pinnale joonistatakse või kleebitakse vastav joonistis, mille järel mustandi jooned kustutatakse.

Joonistised joonisel võivad olla muidugi lihtsustatud või stiliseeri-

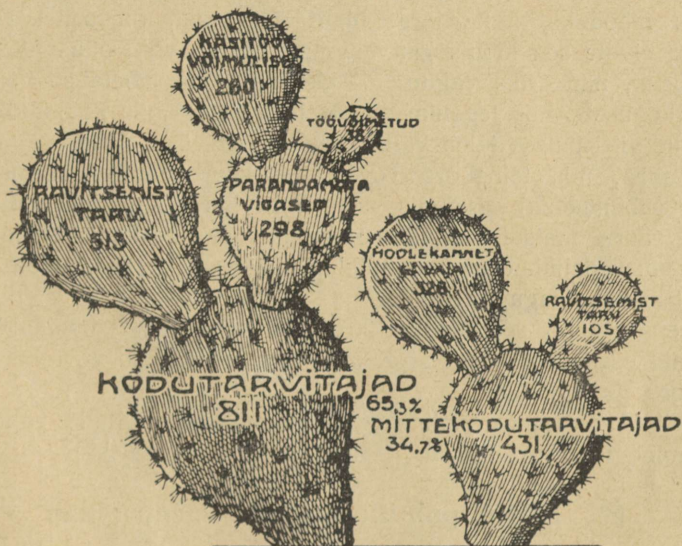
tud, kuna neil on ainult tähiste tähtsus. Kottide või salvede asemel võivad rukki, kaera, odra jne. külvipinda või saaki kujutada, näiteks,

ÕPILASED EESTI KOOLIDES 19²²/₂₃ ÕP. A.



Joon. 143. Stiliseeritud kujutiste kõrvutus. — Õpilaste arv koolides 1922./23. õppeaastal.

vastavate viljade pead. Joon. 143, näiteks, on õpilaste arv koolides sümboolitud koolielu meelde tuletava tahvliga, mille pind (ühtlasi ka kõrgus) on võrdlusaluseks.



Joon. 144. Liigituste arenemise sümboliseerimine. — Vigaste laste liigitus.

Sellise kujutamise viisi juures on siiski soovitatav vältida suuri vastulusid tegeliku eluga. Näiteks, kui auto tuleks kõrvuti kujutada mitu

korda suuremana kui aurulaev, siis on parem teha joonis nelinurkadena. Viimaste sisse aga joonistatakse loomulikus suurusevahekorras joonistised.

Joon. 144 esitab ühe väheseist juhtudest, kus joonistis ka sisuliselt midagi annab. Vigaste laste jaotust kodutarvitajaiks ja kodumittetarvitajaiks on vaja pikendada edasi alajaotustena, mille juures ühel alajaotusel on veel kaks edasist liigitust. Jaotuste arenemist ja suurusevahekorda sümboolib tabavalt kaktus, mille oksad just sel viisil arenevad.

59. Loomulikkude mõõtudega kokkukõlastatud joonised.

Joonistel, mis kujutavad nähise erinevaid liike koguse järgi vastavais mõõduühikuis, on teinekord otstarbekas neid liike kujutada ka nende mõõtude kohaselt. Vilja suhtes arvutatakse kottide, vagunite jne. arv, mille sisse seda võiks mahutada. Samasse kõrvale paigutatakse võitünnide hulk, mis samuti mahu kohaselt arvatud. Vedelikkude jaoks konstrueeritakse nõu või reservuaar, kuhu nad mahuvad; riie on kangastena asetatud riieleile jne. Joon. 145 on piltlikud kujutised meie väliskaubandusest 1924. a. mahu mõõtude kohaselt, kuid et ühiseks mõõduks, mille järgi maht arvatud, on sellel rahaline väärtus, ei ole see joonis just tüüpiline. Mõõt võib olla muidugi ka tingimuslik, näit., üks vagun või üks tünn jne. võetakse vastavaks teatud kogusele, mis tegeliku eluga ei tarvitsegi olla kokkukõlas.

Selle viisi juures tuleb vältida iseloomult väga erinevate mõõtude kõrvutamist, mis teinekord võrdlevuse suurendamise asemel seda võivad vähendada. Näiteks, võrdlemisi kergeste puuvillapallide või kogult suure metsamaterjali kõrvuasetamine raskekaaluliste raudasjade või vedelikkudega loomulikkude mõõtude kohaselt võib kaunis vastuoksuslikke tagajärgi anda.

Seepärast on see meetod kohasem seal, kus võrreldakse rida erinevaid esemeid aastate järgi jne., kus iga ese on võrreldav sama esemega teisel ajal.

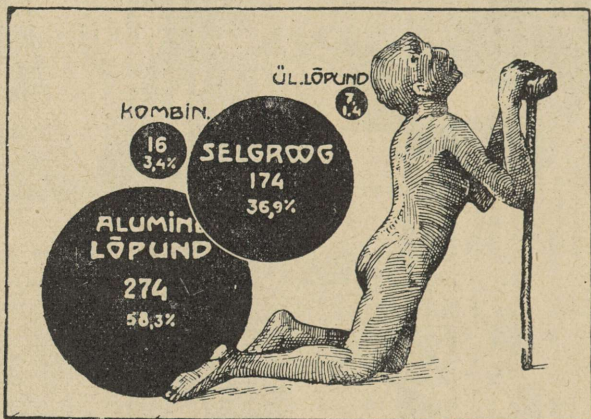
Vaevalt on tarvis mainida, et loomulikus mõõtude vahekorras kujutamine teinekord nõuab kaunis keerulisi arvutusi.

60. Pildid puhtillustriivse elemendina.

Mõlemal kirjeldatud juhul on pildid või joonistised siiski orgaaniliselt joonisega seotud. Peaaegu sagedamini veel võime kohata juhte, kus nad esinevad palju kõrvalisema elemendina. Mitmed sellised joonistised pole iseendast kuidagi seotud joonisega ja selle tulemused ei muutu milleski, kui jooniselt joonistise või pildi kõrvaldame. Sellise

joonistise eesmärk on vaid tähelepanu haaramine, ja juhtimine kõrvalseisvale joonisele.

Mõnikord võib selline joonistus kõverale või diagrammile palju juurde anda. Kui, näit., elumaksumuse kõverate tippudes asuvad lennukid, suunaga kõrgemale, siis on joonise peamõte paisatud korraga vaatlejale. Lõhkeva katla juurest tagasi kargav tööline, hirmkramplikult kokkusurutud näol, on pealegi propagandaks hooletuse vastu. Korteriolude kujutamisel ühetoalise toa pilt võib arvude kõrval näidata selle tüüpilist sisseseadu.



Joon. 146. Joonistis jooniseid siduva elemendina. — Vigaste laste vigastuste liigitus.

Hea joonistus terve rea jooniste keskel võib neid kompositsiooniliselt siduda ja moodustada terviku seal, kus muidu oleksid olnud vaid laialipaisatud üksikjoonised. Nii joon. 146 vigaste laste vigastuste kohta käivaid ringe seob kannatava lapse figuur, näidates ühtlasi ka vigasuste asukohti. Sellistel juhtudel aga on, rohkem kui kuski mujal, vajalik, et joonistus oleks seotud käsitledava teemiga ja tehniliselt väärt omal kohal asumiseks. Tsentraalfiguuri kohale pretendeeriv joonistus, mis arvudega pole seotud, peab küllalt mõjukas olema silmitsemiseks ka ilma kõverate või diagrammideta. Kuna ta eesmärk on tähelepanu haaramine, tuleb paratamatult arvestada seda, et vaatleja võib-olla teda üksinda silmitsebki. Leides teda primitiivsena või ebakunstipärasena, ei peatu ta vahest enam ka kõrvalasuva joonise andmeil.



Joon. 147. Illustreeritud kartogramm. — Eesti.

61. Illustratsioonid kartogrammil.

Erilise tüübina on kujunenud veel illustratsioonid kartogrammel. Siin võivad nad omada erilist tähtsust seetõttu, et nii kartogrammi astendamine värvustes kui ka tähistamine on piiratud arvuliselt: neid võib kasutada vaid teatava hulga, ülemmäärana 10—15 eriliiki.

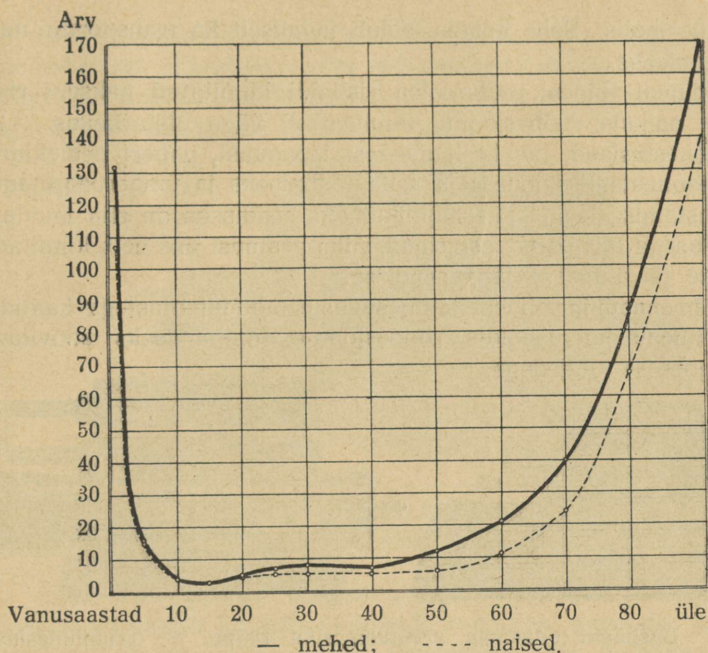
Arusaadavalt ja hästi kombineeritud joonistised aga võivad katta terve suure kaardi, isegi teataval määral üksteisest läbi põimuda, olla äärmiselt mitmekesise laadiga ja siiski pakkuda teatavat tervikut. Näiteks võiks olla rahvastiku tööalaline jaotus territoriaalselt mitmesuguste töölaadide viisil: etnograafiline jaotus, põllupinna kasutus, loomakasvatuse valdkonnad jne.

Ühte sellist katset anda tüüpilisemat meie maa kohta esitab joon. 147 (F. Valtman), kuhu peale tööalalise elemendi põimitud ka mitmed muud andmed.

Õppeabinõuna on sellised joonised väga kasulikud ja ammu levinud.

Kuna siin on tegu primitiivse kujutamise, mis õieti keskajast pärit, mil ka geograafilised kaardid tihti kandsid sama iseloomu, on sellekohaseid jooniseid vahel hakatud valmistama, imiteerides kesk-aegseid ja isegi varemaid joonistusvõtteid. Kui stiliseering hästi teostatud, ei ole see halb. Tuleb aga hoiduda sellest, et „primitiivset“ stiili ei pandaks valmistaja primitiivse tehnika arvele.

Muidugi on sellised joonistised kaardil eeskätt vaid tähisteks. Kuid soovi korral võib ka siin viia sisse proportsionaalsust ja puht-illustratiivseile joonistisile anda ka sisuline vastavus kas mõõdult või suuruselt.



Lisajoon. 2. U-kurv. — Suremus 1000 vastava vanusrühma elaniku kohta Eestis. (Rahvastiku vanusjaotus 1922. a. rahvalugemise andmeil.)

G. Arvjooniste tehnika.

I. Jooniste tehnika.

62. Vajalised abinõud.

Liineal, pliiats ja kahepoolne joonimissulg (Reissfeder) on õieti juba kogu elementaarsem varustus, mille abil võib asuda arvjoonise valmistamisele. Kui siiski materiaalne olukord võimaldab muretseda juurde ka teisi tarvilikke abinõusid, on selle primitiivvarustise täiendamine väga soovitav. Mainime sellest soovitavast tähtsama, umbes tarvilikkuse järjekorras:

1) Kolmnurk (täisnurkne), millimeetriteliste jaotustega, on sobivaim abinõu joonte tõmbamiseks täisnurgi, mis arvjoonise konstrueerimisel tähtis.

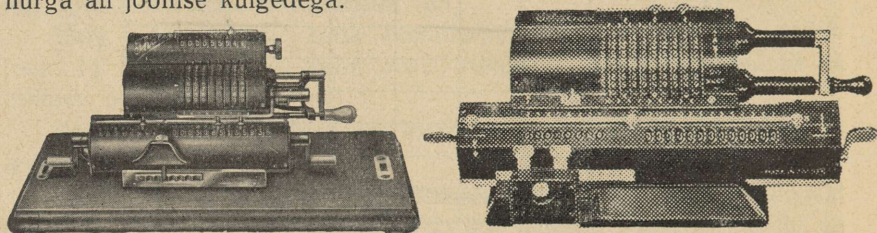
2) Sirkel (pliiatsi ja joonimissule otstega) ringjoonte ja kaarte tõmbamiseks ning kõiksuguseiks mõõtmiseks. Võimalikkuse puhul on soovitav osta terve sirklikast kõiksuguste lisanditega sirkli ja

joonimissule jaoks. Selle hulgas leidub tavaliselt ka transportiir nurkade mõõtmiseks.

3) T-liineal (liineal, mille otsa ristipidi kinnitatud paksem rist-liineal) on paljude rööbasjoonte tõmbamisel väga otstarbekas.

4) Joonestuslaud, tavaliselt siledast lepuuust, paberi pealekinnitamiseks joonestamise juures ja selle tõstmiseks ja ümberpaigutamiseks joonestamise kestel. Eeskujulikumaks seadiseks on siin muidugi erilise ehitusega täielik joonestuslaud, mille pealmist osa võib kinnitada töövajaduse järgi igasse längasendisse.

5) Kolmekandiline liineal mitmesuguste mõõdujaotustega kantidel ja selle liineali lüngushoidja rööbasjoonte tõmbamiseks soovitava nurga all joonise külgedega.



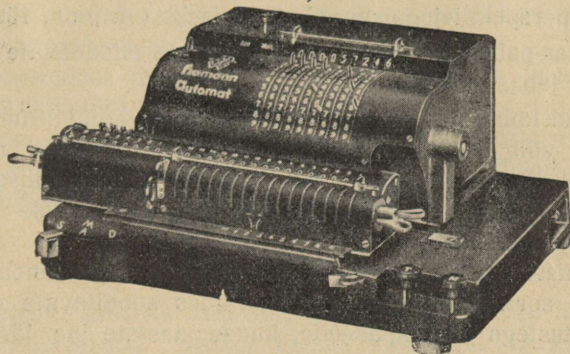
Joon. 148. Uusimaid odavama arvutusmasina tüüpe. — Trumlimasinad „Thales“ ja „Original-Odhner“. Umbes sarnaselt näevad välja ka „Brunsviga“ ja paljud teised.

Jooniste puhtamaks väljatöötamiseks ei piisa tavalisest tindist, vaid tuleb muretseda valik mitmet värvi hiina tušše, mida võib ka kuivalt osta ja teha valmis ise.

Kui on näha ette enam-vähem alalise iseloomuga töö ja selles pealegi tihti tuleb tarvitada protsente, siis on soovitav, et joonestaja käepärast oleks vähemalt logaritmiline liineal korrutamiseks ja jagamiseks. Tihtiesinevate ühtlaste tehete jaoks valmistab joonestaja omale vastavad nomogrammid (vt. ptk. „Nomogrammid“). Universaalsemaks abinõuks on muidugi arvutusmasin-aritmomeeter, mis korrutamist, jagamist, protsentimist jne. mehhaniseerib. Hinnalt kättesaadavamad on trummelmasinad (Brunsviga, Original-Odhner, Thales ja teised) (vt. joon. 148). Lihtsamadki neist võimaldavad korrutada ja jagada 2—10 korda kiiremalt, kui pliiatsi-paberi abil, pealegi jääb mõttetevõime peaaegu ära, mis tähtis paljude tehingute puhul. Uusimad mudelid ja klaviatuuri põhimõttele rajatud numbrisetajate masinad on rajatud veel suuremale kiirusele. Täismehhaaniliselt ja elektrijõul töötavate aritmomeetrite hind on muidugi kallim.

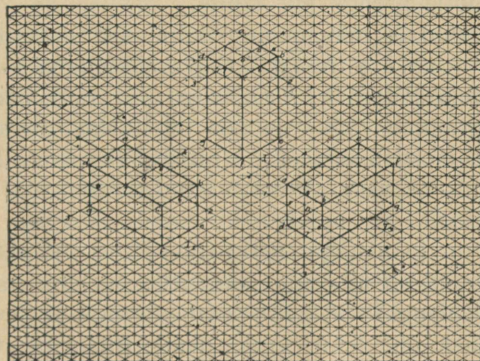
Kuid ka siin on viimased leiutised olukorda parandanud. Nii

on trummelmasina süsteemil põhinev „Hamann“ masin (vt. joon. 149) koostatud nii, et jagatava arvu võib erilise täienduse abil kohe asetada kelgu numeraatoreile, hoides ära korduva jagatava ja siis uuesti jagava arvu märkimist numbriasetajail.



Joon. 149. Arvutusmasin Hamann-automaat (töötatab peale arvude pealeasetamist elektrijõul).

Peale tarvitatavate valgete paberite ja kartongide peab olema muretsetud valmis ka mitmesuguseid joonitatud pabereid, kui on näha ette, et neid vajatakse. Selliste paberitena tuleb mainida:



Joon. 150. Isomeeterpaber. — Pealekantud kujutised näitavad joonestamisviisi (perspektiivjooniste jaoks). Telgede vahekord on 60° .

1) Millimeeterpaber — ruutjaotustega igal mm ja jämedamate joontega iga 10 ja 5 mm tagant.

2) Logaritmipaber — logaritmilise mõõdu jaotustega püstsuunas, millimeetriliste jaotustega pikuti, kõverate valmistamiseks

logaritmilisel mõõdul. Eriotstarbeiks võib vajadus tõusta mõlemat pidi logaritmilise mõõdu jaotusega paberi järgi (vt. täislogaritmiline mõõt).

3) Isomeeterpaber — rist- ja längjoontega isomeetriliste projektioonide ja perspektiivjooniste valmistamiseks (vt. joon. 150).

4) Polaar-paber — tihedate (või sisemiste täiendavate) jaotustega ringjooniste jaoks (vt. joon. 127).

Viimased kolm liiki paberit ei ole meil veel kõikjal müügil. Nende puudumisel võib isomeeterpaberiks tarvitada tavalist mm-paberit, tarbe korral tõmmates juurde längjaotused. Logaritmilise mõõdu ja polaarjaotused saab vastava paberi puudumisel ise valmistada (vt. ptk. 41 ja joon. 127).

Arvjooniste suhtes edenenud maades, eriti Am. Ühendriiges, on müügil igat sorti joonitatud pabereid ühes soovitavate mõõtude ja isegi alajaotustega nädalapäevade, kuude, aastate jne. järgi.

63. Arvjoonised analüüsi abinõuna.

Arvjoonised tulevad analüüsi abinõuna tarvitusele kahes suunas: kas andmete uurimisel nende iseloomu ja neis leiduvate seaduspärasuste selgitamisel, või graafilise raamatupidamisena — andmete jooksva alalise sissekandmise näol, et neist igal silmapilgul saada ülevaadet ettevõtte arengu jne. kohta.

Mõlemal puhul ei tule muidugi kõne alla lihtsamad demonstratsioonjoonised — neid ei hakka keegi valmistama ainult oma jaoks. Sagedaimini tuleb selleks teha kõiksugu kõveraid, histogrammist alates. Ka kartogramme võib vaja olla territoriaalsete erinevuste selgitamiseks. Oma jaoks tegemisel on muidugi ükskõik, kuidas ja millise puhtusega joonis tehakse. Pliiatsivisandist mm- või logaritmpaberil piisab.

Teine asi on joonistega, mida ettevõttes või asutises on otsustatud pidada jooksvalt ülevaate saamiseks. Selliste jaoks on soovitav trükkida valmisplangid vastava mõõduvõrguga ja jaotustega. Tavaliselt tarvitatakse üht lehte terve aasta (nädalate või kuude järgi jaotustega) või kuu (päevade jaotustega) kohta, pikendades vastavat kõverat iga uue arvu saamisel. Selliseid jooniseid tuleb lihtsalt, kuid puhtalt pidada, et neid igal soovitaval juhul ka teistele saaks näidata. Otstarbekas on neile joone kõrvale lisandada ka vastavad arvud, et kasutajal neid tarbe korral ei tuleks mujalt otsida.

Sellised joonised asetsevad seeriatena mapis või kaante vahel.

Mõlemal puhul võib suuri teeneid osutada valguskast. See on kast, mille pealmine osa (kaas) on klaasist ja veidi längus.

Sisse on asetatud paar elektrilampi. Kui nüüd kaks-kolm mitte liiga paksul paberil valmistatud joonist asetame ülestikku klaaskaane peale ja süütame lambid, paistab valgus läbi jooniste ja annab võimaluse võrrelda kõverate võnkusid ning nende sidet või sõltuvust.

Muidugi peavad selleks kõverad olema samal määral (eelistatavamalt logaritmilisel) ja samade jaotustega.

Valgusanalüüsi tarvitamiseks tehtud joonised tehakse muidugi võimalikult läbipaistval paberil.

Lihtsaim võte on kahel joonisel tehtud kõverate võnkusid vaadelda aknaruudul vastu päevavalget, kuid seal võivad nad kergesti paigalt nihkuda ega saa teha märke ning joonte kopeeringuid.

64. Demonstreerimisjoonised.

Demonstreerimiseks määratud arvjoonised tehakse lihtsatest tööjooniseist suuremana. Suurus oleneb kaugusest, millelt neid vaatlejaskonnale mõeldakse demonstreerida.

Suuremale vaatlejaskonnale esitatavad või näitusil väljapandavad joonised püütakse valmistada tehniliselt laitmatult: puhtalt väljatöötatud joonestus, sobiv värvidevalik, kalligraafiliselt või trükitähtedena joonestatud pealkirjad. Enamasti püütakse lisandada ka piltjooniseid, ornamentikat või ühendavaid kujutisi ja pilte.

Otsustavaks on selliste jooniste juures nende siht. Loengu või kõne illustreerimiseks tarvitatav joonis võib olla äärmiselt lihtne, — tööjoonis vaid suurendatud kujul. Tähelepanu temale juhib kõneleja ise ja väliseid effekte pole vaja. Selliseid jooniseid võib teha värvipliiatsitega ja pealkirjad neile käsitsi, loetava käekirjaga.

Teine asi on mingite näitusile väljapanekuks määratud, alaliseks vaatlemiseks, õppeabinõuks või ruumide ilustuseks kavatsatud joonistega. Need peavad olema valmistatud ka tehniliselt laitmatult, kombinatsioonirikkalt ja tähelepanukõitvalt.

Sellised joonised valmistatakse enamasti Wattmanni paberil, mis tušile ja vesivärvile hästi vastuvõtlik. Wattmanni paberi tavaline suurus on 100×75 sm.

Sellest formaadist suurema joonise valmistamisel osutub praktiliseks tarvitada riidele liimitud joonestuspaberit, mis kokkurullimiseks kohasem ja vähem kortsus.

Ainult mingi erakorraliselt suur joonis võtab oma alla terve sellise formaadi (mitu kõverat päevade järgi mitme aasta vältel jne.). Enamasti esitatakse ühel Wattmanni lehel terve rida jooniseid samale teemile. Üksteise ligidusse on asetatud, näiteks, mitu tulpjoonist, ringjoonist, kõverat jne. Üldmulje oleneb sel puhul oskusest neid jooniseid

kokkukõlalisel paigutada ja teataval määral siduda. Näiteid selliseist jooniste kombinatsioonest võib leida „Statistilistes albumites“ (I—III).

Sidumiseks tarvitatakse enamasti raamjooi, mis üldpinna lõikavad osadesse, või värvipindu ja tagapõhju. Tagapõhja varjundid võivad üksikuid jooniseid tuua esile reljeefsemalt. Muude võimaluste puudumisel võetakse appi sümboolsed ja allegoorilised joonistised. Liiga „kuivi“ jooniseid aitavad teinekord ilustada ja siduda ainekohased fotod, mis asetatud jooniste vahele ja kõrvale.

Viimasel ajal on vahe tööjooniste ja puhtdemonstreerimisjooniste vahel veelgi süvenenud. Kaduma hakkab see tüüp kõnelejaid, kes ilmusid kõnelema, paks rull suuri jooniseid kaenlas. Loengule võetakse ühes oma tööjoonised ja demonstreeritakse neid soovitavas suuruses vastava laterna (epidiaskoobi, loboskoobi jne.) abil. Lihtsa udupildilaternaga näitamiseks peavad joonised olema läbipaistval paberil või diapositiivide näol. Epidiaskoop on praktilisem, kuna sellega on võimalik tarvitada ka väiksemaid jooniseid.

Kunstiliselt valmistatud komplitseeritud joonised jäävad vaid näitusteks ja eriotstarveteks. Selliseina nõuavad nad kunstimaitselist valmistamist ja suuremaid kulusid.

Muidugi peavad demonstreerimiseks valmistatud joonise mõõdud, proportsioonid ja jaotus olema valitud vastavalt kujutise sisuga ja jätma kokkukõlalise mulje. Nagu Karsten õieti tähendab, on arvjoonis nagu aken, mille läbi vaatleja näeb vaadeldavate tõsiasjade pilti. Läbi selle akna paistab kõver või tulpjoonis mingi mäeahelikuna, mille tippude kõrgused näitavad koguseid või arvuderidu. Et kogupilt oleks küllalt mõjukas, peab aken olema küllalt madal, et paistaks mäeaheliku alus, aga ka küllalt kõrge, et kõrgeima tipu kohalt siiski veel paistaks taevast. Ja kui aknal on otstarbekas kerge raamistik, lubavad ristuvad raamiosad selgesti võrrelda tippude kõrgust ja omavahelist kaugust. Ja vaatleja tool tuleb asetada selle akna ette parimale ja parajale kohale.

65. Kino.

Suurt tähtsust omab arvjooniste tulevikus kahtlemata kino. Kinofilm saab näidata arvjooniste valmimist otse vaatlejate silmade ees. Arvjoonis ilmub osadekaupa ja tähelepanu saab suunata igale täiendusele, muutusele või arenguosalale. Näiteks, tulpjoonises ilmuvad alul vaid pealkirjad, siis üks tulp oma andmetega, selle järel alles teine jne. Kui kogu tulbastik on väljas, ilmub korraga kõigil tulpadel esimene alajaotus ühes vastava seletusega, siis teine ja võib-olla ka kolmas. Kõveral ilmub enne ordinaadistik, siis nool, mis tulekeelel

siksakib kõvera üle tumeda välja. Kaart ilmub osadekaupa, rõhutades territooriumiosade pealkirju. Siis kattuvad järk-järgult nõrgemad vahemikud, kuni kõik täidetud. Kõik see aga võib silmapilkselt muutuda, minna üle teise kombinatsiooni; suurte jooniste üksikasjad võivad vahepeal esineda silmapilkselt suurendatuina, nagu filmis artisti näoilme. Mitmesugused trikid aitavad filmi ennast elustada ja pildielemendi sissetoomine on äärmiselt lihtne.

Juba senitehtud primitiivseil arvjooniste võtteil on olnud mõnel alal suur edu (näit. Saksa propagandafilmid Saksamaast eraldatud territooriumide kohta). Kuid suur tulevik seisab alles ees. Ei paista teist võrdset vahendit majanduselu nähiste populaarseks esitamiseks suuremale vaatejaskonnale ega eriotstarbeliste kujutiste demonstreerimiseks eriauditooriumile. Veel rohkem — sel esimesel kino suurmeistril, kes küllalt osavalt oskab põimida arvjooniseid vahepealsete piltide ja muu elemendiga, vahest isegi ka muusikaga, on oodata suurt menu. Hästi kombineeritud ja parajal momendil esitatud arvjooniste kineetiline sünd vaatejaskonna silmade ees võib tõmata kaasa terveid masse.

66. Paljundamine.

Arvjooniste parim paljundamisviis on muidugi trükkimine. Kuid see on otstarbekas kulukuse mõttes siis, kui vajatavate eksemplaride arv on poole tuhande ümber. Väiksema arvu jaoks on ka teissuguseid viise, mis osutuvad odavamaks, kui on olemas nõutavad abinõud.

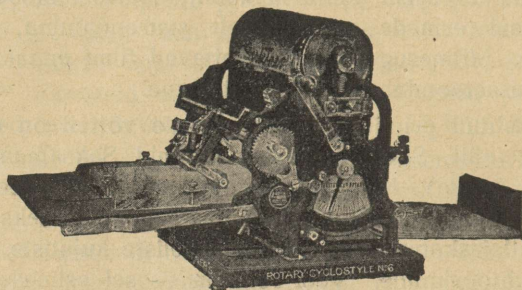
3—10 eksemplari võib teha sõepaberil abil, ladudes üksteise otsa valged paberid vaheldumisi sõepaberiga ja joonist tehes pliatsiga esimesel eksemplaril.

Hektograaf (ka šapirograaf) võimaldab valmistada 30 eks. ümber (võib ka saada kuni 100 eks., kuid eks. üle 30 tulevad välja kaunis nõrgalt). Joonis tehakse erilise hektograafitindiga, pealkirjad võib kirjutada masinal (keemiline lint!). Tarvitada võib mitmevärvilisi tinte. Äratõmbed tulevad originaaliga võrreldes palju kahvatumad. Hektograaf on kaunis odav riist, kuid tema tähtsamat ja kallimat osa — linti — tuleb tihti asendada uuega.

Hektograafist kiiremini töötab mimeograaf, mis ka palju kallim. Ta annab kuni 1000 rahuldavat äratõmmet, kuid ainult ühes värvis. Mimeograferimiseks määratud joonis tehakse teravaotsalise metallpulgaga vahapaberile, pealkirjad masinal (ilma värvilindita). Vahapaberi kinnitamisel trumlile tungib värv läbi vahasse tehtud joonte ja jätab vastava äratõmbe paberile.

Mimeograafil ei saa teha päris musti pindu, ka liiga tihe joonitus

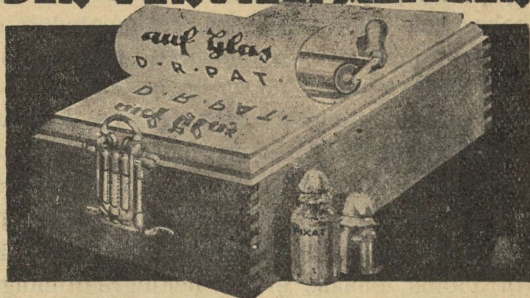
rikub äratõmbeid. Äratõmmetel ei saa reguleerida täpsat vastavust lehepinna kohaselt. Mimeograafide jooniste valmistamiseks on kohane mimeoskoop, mida ka ise võib teha. See on ülalkirjeldatud valgus-



Joon. 151. Paljundamismasin „Gestetner-Six“.

kast, millele asetatakse joonis ja vahapaber. Alt tulev valgus tungib läbi joonise ja kergendab joonte vedamist pulgaga. Uusimad süsteemid (näiteks „Gestetner-Six“, vt. joon. 151), automaatse paberi etteandmisega, võimaldavad valmistada kuni 3000 äratõmmet tunnis.

DER VERVIELFALTIGER



OPALOGRAPH

Joon. 152. Opalograaf.

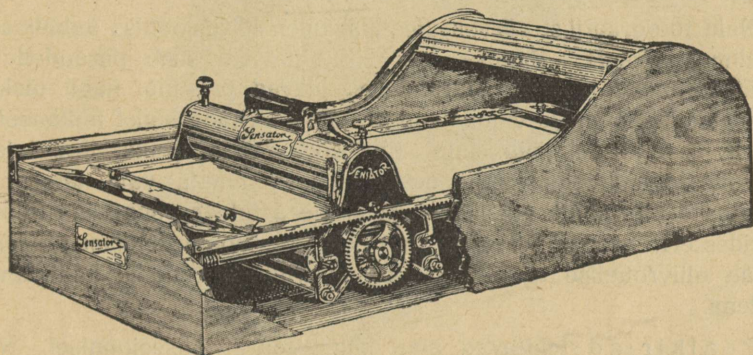
Odavam, kuid mimeograafist aeglasem on opalograaf (vt. joon. 152), mis põhineb hektograafi põhimõttel, selle vahega, et joonis äratõmbeks kantakse erilisele opaalplaadile. Opalograaf võimaldab puhast tööd ja annab väga peeni joonestusi täpsa vastavusega nii mustades laikudes kui ka joonituses. Ka on ta kohane piltjooniste äratõmmeteks, milleks ei ole kohane ei hekto- ega mimeograaf.

Paljundaja „Sensor“ (vt. joon. 153) töötab nii vahapaberi kui ka matriitsiga, andes puhtuse poolest tähelepanuväärseid äratõmbeid, töötades kiiremini kui hekto- ja opalograaf.

Mainitud abinõude hinnad suhtuvad umbes järgmiselt:

hektograaf	—	1
opalograaf	—	4
„Sensor“	—	6
mimeograaf	—	20.

Fotograafilisel teel paljundamine on otstarbekas kahel puhul. Lihtjooniste paljundamiseks suures formaadis on kohane raua-



Joon. 153. Paljundamisaparaat „Sensor“.

sine-paber. Sellel paljundatakse ilma aparaadita, näiteks, plaanid jne. Äratõmbed saadakse negatiivsed (tühjad kohad pruunid või sinised, jooned — valged).

Otse fotografeerimise teel on kohane paljundada piltjooniseid, kui neid on vaja mõnikümmend eksemplari. Värviliste jooniste fotografeerimisel ühes värvis tuleb tarvitada valgusfiltrit. Suurema arvu jaoks tuleb trükikliše odavam.

„Lumière“-värviplaadid võimaldavad valmistada värvuselisi dia-positiive udupildilaterna jaoks.

67. Erivõtteid klišeede valmistamiseks.

Arvjooniste suurel arvel paljundamiseks kui ka trükkeostesse paigutamiseks on kõige odavam valmistada joonklišeed. Sellesse liiki kuuluvad peaaegu kõik käesoleva väljaande omad. Joonkliše

valmistatakse tsinkograafilisel teel. Selles esinevad vaid järsud mustvalged jooned pehmete üleminekuteta. Selliste üleminekute saavutamiseks tarbe korral võib tarvitada peent muutuva vahega joonitamist, kuid ka seal jäävad jooned ikkagi nähtavaiks.

Klišeelise valmistamiseks määratud joonis tehakse valgel paksul paberil tušiga. On soovitatav teha joonis suuremana kui klišeelise suurus, sest siis tulevad kõik jooned puhtamalt välja. Tavalisim vahekord on 1,5—2 korda suurem soovitud klišeesuurest.

Klišeelise värvi a tuleb eelistatavalt tarvitada musta tušiga. Punane tuš tuleb joonklišeel välja samuti mustana, kuna sinine jääb paistma üsna nõrgalt, mõni sinine värving aga kaob klišeeteegemisel hoopis. Oliivroheline tuš annab hallika joone.

Neid fotograafilisi värvuseomadusi tuleb klišeelise valmistamisel silmas pidada. Punase tuši või pliitsiga saab parandada ja täiendada musti jooni — parandused jäävad paistma, nagu oleksid nad mustad. Kõverate valmistamisel võib tarvitada sinist millimeeterpaberit, sest klišeel jääb sinine tihe võrk nähtamatuks. Soovi korral võib liiga tihedas millimeetervõrgus tõmmata vaid tähtsamad alajaotused üle musta või punasega — need tulevad siis välja klišeel. Soovides eriti eredaid kõveraid ja tihedat võrgujooni, tehakse viimased nõrgalt oliivroheline tušiga — need tulevad nõrkade ja hallikamate joontena.

Pealkirjad tekitavad alati suurt muret klišeelise joonisel. Neid lihtsalt kirjutada näib lohakana, neid aga puhtalt ja stiilselt joonestada võtab teinekord rohkem aega kui joonise enda valmistamine. Palju aitab siin trükiladu. Kõik alumised, ülemised ja äärepealsed pealkirjad, isegi võrgumõõdu võib jätta trükikoja hooleks: need laotakse klišeele kõrvale ja paraja kirja valikul tulevad küllalt nägusad (vt. näit. jooniseid 11, 26, 81).

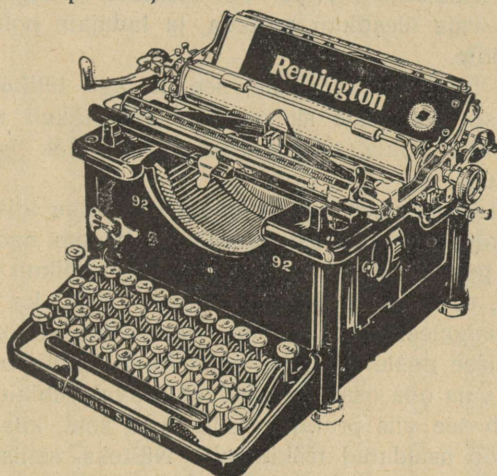
Joonises eneses esinevad pealkirjad aga tuleb muidugi joonestada. Soovitatav tarvitada kas rondoo- (vt. joon. 40) või grotesk- (ühejämmeduse joonega, vt. joon. 115) kirju.

Viimasel ajal tarvitatakse enamasti masinakirja kogu joonise ulatuses (vt. joon. 91, 116). Kogenud masinakirjutaja lööb iga pealkirja, isegi ringjooniseil (vt. joon. 35, 138) parajasse paika. Masinakiri laseb end umbes kahekordselt vähendada; suurem vähendus muutub ebaloetavaks (vt. joon. 59). Tavalise masinakirja kõrval on masinaid trüki-, kirjutus- jne. tähtedega (vt. joon. 154), mis pealkirjade tegemiseks veelgi kohasemad.

Kui jooniseid kirjutada raske (suur masinale jne.), siis võib pealkirjad teha hoopis teisel paberil ja need väikeste ribadena kleepida

vastavaile kohtadele (vt. joon. 99 pealkirjad). Kirjutades valgel kirjutuspaberil, asetatakse paberile seljataha sõepaber. Mõlemale paberiküljele löödud kiri paistab klišeetegemisel mustemana ja tuleb välja selgemini.

Kui soovitakse kliše pealkirjadele anda täielikult trükiiseloomu, võib lasta pealkirjad trükikoja poolt soovitavas kirjas laduda ja teha korrektuuräratõmme (odavam kui masina äratõmme). Selle äratõmbe võib osadena joonisele kleepida. Sel viisil on valmistatud, näiteks, joon. 33 pealkirjad.



Joon. 154. Kirjutusmasin trükistiilis tähtedega.

Kartogrammilisi klišeetüüpe on otstarbekas valmistada vastavalt skeemile, mitte aga alati kõik territoriaaljaotuste piirid uuesti joonestada. See on kulukas, toob pealegi arusaamatusi, sest võib juhtuda ebaühtlusi ühe või teise joonise vahel (piirid võivad erineda). Müügil on väga praktilisi kartogramm-skeeme maakondade ja valdade piiridega, mis osutunud väga praktilisiks.

Skeeme võib veel rohkem joonestamiseks kohaldada. Riigi Statistika Keskbüroos tarvitatakse kartogrammide joonestamiseks skeeme, kus kõik vallad juba kaetud põikjoontega. Põikjooned on arvatud vastavaiks teise vahemiku tihedusele. Vallad, mille andmed vastavad teisele vahemikule, jäävadki selle joonitusega kaetuks. Esimesse, hõredamasse vahemikku kuuluvate valdade juures kustutatakse valge tuši või värviga üks joon üle joone, saades nii hõlpsasti soovitav hõrendus. Kolmanda vahemiku valdadel tõmmatakse üks vahejoon juurde, samuti kasutatakse üldist joonitust ka

neljanda ning viienda vahemiku täitmisel. Joonte rööbiti ja ühtlaste vahedega kiireks tõmbamiseks on väljaspool kartogrammi tehtud veel tehniline täiendus — märgid, kuhu asetada lineaal. Töö sellisel skeemil edeneb vähemalt 100% kiiremini.

Klišeid saab osalt ka trükikojas laduda. Lihtsamate tulpjoonisega saab hakkama iga laduja (vt. näit. joon. 1). Trükikojas leiduvate plokkide ja teinekord isegi tähtede abil on võimalik kombineerida kujukaid jooniseid. Joon. 155 esitab sellise näite, kus tulpjoonise moodustamiseks kasutatud x-tähte. Sel meetodil pruugib vaid arvutada, mitu tähte vaja ülestikku asetada, ja ladujale pole vaja anda isegi mingeid mõõte.

Võib laduda isegi kartogramme, see on aga tülikam ja kallim asi. Valmistatakse täisnurkne skeem (ehk võimalikult nurgeline) ja iga territoriaalühiku kohta viis klišeed (sama ühik iga vahemiku joonitusega kaetult).

Kartogrammi „ladumisel“ võtab laduja iga ühiku klišeedest selle, mis vastab käesoleva joonise astendusele, ja asetab nad järjekorras kokku (muidugi peavad klišee osad olema eeskujulikult lõigatud või metallist valatud, et mahtuda üksteise kõrvale, osalt ka sisse). Ühes viimase ühiku paigaleasetamisega on valmis ka klišee. Sel viisil tuleb aga iga klišee peale ladumist kohe ka trükkida, sest järgmise ladumiseks võib vaja olla osa juba „ladus“ asuvaid ühikuid.

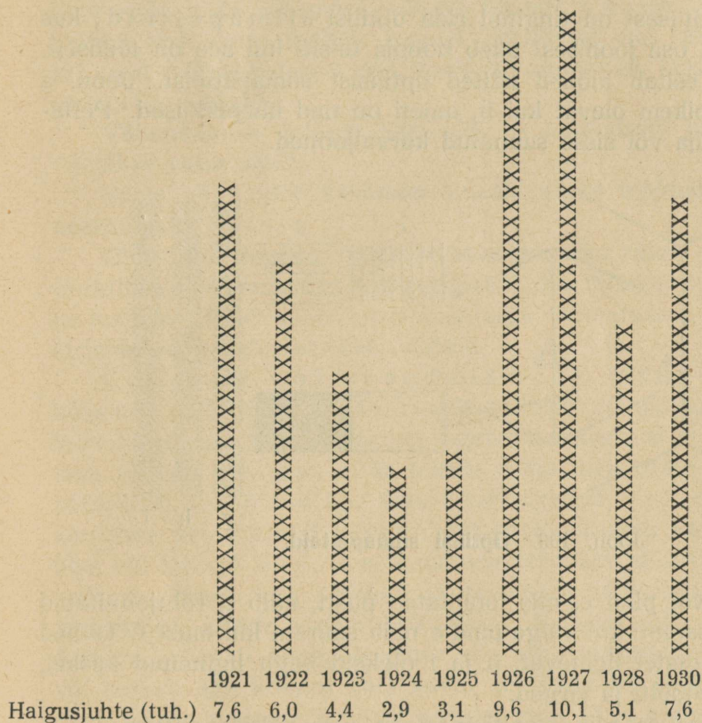
Muidugi võib see viis praktiline olla vaid seal, kus klišeid tihti vaja ja ladumistöö usaldatud trükikojale. Näiteks, sellist viisi tarvitatakse end. Vene Statistika Keskjuhatus viljasaakide andmete illustreerimisel.

Piltjooniste klišeed (toonidega) valmistatakse võrguga, nagu fotodki, ja maksavad umbes 50% rohkem kui joonklišeed. Joonist selleks valmistades tuleb arvestada juba mainitud värvide fotoomadusi. Värvides suurepärase ja kokkukõlaline piltjoonis võib klišeenäiesti äparduda, kui ei tehta värvikohaseid parandusi enne, sest ka kollasefiltrid ei aita alati.

Mitmevärviliste jooniste trükkimisel tuleb kõneste kivi- ja ofsett-trükk. Mõlemate jaoks valmistatavad joonised tuleb teha samas suuruses nagu neid tahetakse trükkida. Iga värv nõuab omaette trükkimist. Viimasel ajal on vähendamine võimalikuks saanud ka kivitrukis.

Praktiline on kombineerida üks joonis nii, et teisel, kõrvaloleval, on tarvitusel samad värvid, ja neid trükkimiseks anda korraga ja koos, mis hinda aitab alandada (tervel lehel või poognal trükitakse enne üks värv, siis teine jne.). Sel viisil, näiteks, on trükitud „Statistilised albumid“.

Tsinkograafiatöökodades on võimalik mitut tööosa, näiteks peent põikjoonitamist jne., toimetada kliiseel mehaaniliselt, mis annab puh-



Joon. 155. Trükikojas X-tähtedest laotud tulpjoonis (K.-Ü. „Looduse“ „Typograph“-ladumismasin.) — Nakkushaiguste arv 1921.—30. a.

Tuhat haigusjuhtu on tulpades näidatud 4 x-tähega, 500 — 2 x-tähega.

tama joone. Iga sellise ülesande täitmisvõimaluse kohta tuleb aga enne valmistamist selgusele jõuda, sest meie töökodadel on selliseid tellimusi vähe ja nad pole alati selleks valmistatud ette.

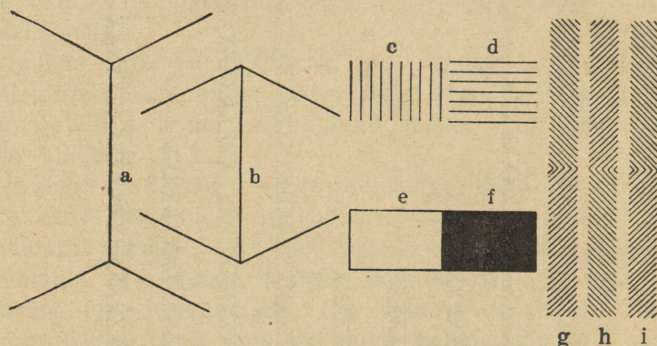
68. Optilisi ja tehnilisi näpunäiteid.

Peatusime juba v ä r v u s t e omadusil foto seisukohalt. Samuti tähtis on värvuseomadusi arvestada valgustuse muutumisil. Kui, näiteks, demonstreerimisjoonis on valmistatud päevavalgel õrnades toonides,

ja seda tuleb demonstreerida õhtu elektrivalgusel, mõned värvingud võivad osutuda vähenähtavaiks. Selliseid värvinguid, mis valgustuse tõttu tunduvalt muutuvad, pole soovitatav tarvitada. Ettevaatlikkust ses suhtes nõuavad õrnad punased, kollased ja sinised värvid.

Silmade ehitusest on tingitud rida optilisi silmapetteid, kus vaatleja mõnda osa joonisest näeb hoopis teisiti kui see on tõeliselt.

Joon. 156 esitab mõned näited optilisist silmapetteist. Joon. a näib kindlasti pikem olevat kui b, ometi on nad ühepikkused. Pettepildi loovad välja või sisse suunatud kõrvaljooned.



Joon. 156. Optilisi silmapetteid.

Samas kõrval pind c, mis joonitatud püsti, näib d rõhtjoonitatud pinnast laiem, samuti kui valge pind e näib suurem kui must f. Tulbad g ja h näivad otstel liginevat, h ja i oleksid nagu liginenud keskel, ometi on nad rööbiti ja sirged.

Joonestamisel ja eriti joonitamisel on vaja vältida optilisi silmapetteid, et vaatlejat mitte viia eksiteele.

Joonestamisel tuleb arvestada ka silma vastuvõtlikkust jaotuste tegemisel. Joonestaja võib tavalisel paberil terava pliiatsiga asetada piisava täpsusega punkte kuni 1/4 mm ja sentimeetri silmamõõdul jaotada viide ossa. Sama sentimeetri kümnesse ossa jaotamisel aga silmamõõdul ei saavutata tavaliselt täpsust, olgugi et soovitatavad vahed on veel terve mm suurused. Silm nähtavasti ei suuda haarata küllalt ülevaatlikult üle 5 jaotuse korraga.

Seda asjaolu tuleb arvestada nii mõõdu konstrueerimisel kui ka pärastisil andmete pealekandmisel. Kus jaotusi on teha üle viie, on parem teha enne alajaotus kaheks ja siis kumbki pool omaette jaotada. Ameerikas müügil olevatel mõõtudega paberitel on iga viies jaotus jämedam joon.

Mõõdu suurendamise või vähendamise toimetami-

seks on lihtsaim abinõu kolmnurga omaduste kasutamine. Soovides suurendada antud mõõtu, tõmbame paberil püstjoone (vt. joon. 157, püstjoon 0—11). Vana mõõdu asetame sellest vasakule, längus nurga all, nii et uue joone ja vana mõõdu vahel, kui otsad ühendada, tekib kolmnurk, mille pikemaks küljeks on uus püstjoon. Kui nüüd rööpjoonte abil vana mõõdu jooned ühendame uue joonega, saamegi sel uued mõõdujaotused, mis tunduvalt suuremad, kuid vana jaotusega proportsionaalsed.

Vähendamine toimub vastupidi — kolmnurga pikemaks küljeks võetakse vana mõõt.

Sama võtet võib kasutada liinealil antud mõõtudest uute kombineringiseks.

Üldse, kõiksuguste mõõtude koostamiseks valgel paberil on kõige praktilisem kolmnurkne inseneriliineal (on müügil) terve rea mõõdujaotustega. Neid saab mitmekesistada lõpmatuseni, tarvitades ülal kirjeldatud mõõdumuutmise võtteid.

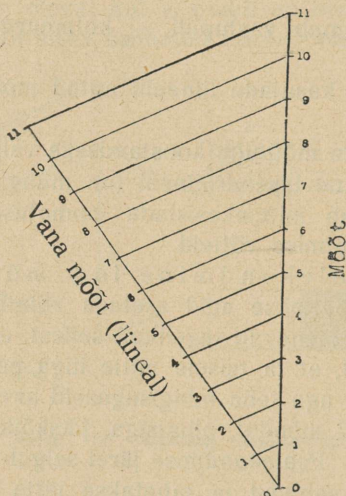
Kõverate pealekandmine log. mõõdul juhtudel, kui kõveraid palju ja soovitakse neid asetada võimalikult tihedalt, näib loovat raskusi. Need olenevad tegelikult sellest, et ei teata, kust alustada kõvera tegemist, et ta teisele mitte liiga peale ei satuks. Tööpooles ei maksa siin aga teha mingisuguseid arvutusi. Kõik kõverad kantakse peale samal mõõdul, pliiatsiga, ükskõik kuhu nad satuvad, ühel või mitmel lehel. Pealekandmise järel selgub otseteed iga kõvera iseloom. Need, mis sobivad ja tahetakse jätta lõplikku joonisse, märgitakse nende uutele kohtadele. Selleks võib tarvitada sirklit. Avades selle nii laialt, et terav ots asub märgitaval joonel, pliiatsivõi tušitsots aga kõvera uuel kohal, ja liigutades sirklit edasi, kandub kogu kõver raskusteta uuele kohale, mille järel algjoon kustutatakse. Sama hõlpsat abinõu pakub valguskast (vt. ptk. 63), mille abil, kõvera märke lõpliku joonise paberi alla asetades, seda kergesti saab kopeerida.

Joonise pealkirjast oleneb väga palju. Tihti oleneb pealkirjast, kas joonist üldse vaadeldakse või mitte. Halvasti koostatud pealkiri võib anda vaatlejale koguni valesuuna ja viia valejäreldusile. Seepärast olgu pealkiri alati täppis ja tabav, ühtlasi aga selge ja nii lühike kui võimalik. Teisejärgulisi mõtteid on parem anda täiendava pealkirjana. Isegi mitu väikest täiendavat pealkirja on parem, kui kõigi mõtete kuhjamine ühte pealkirja.

Sõnade järjekorrastamisega pealkirjas saab alati vaatleja tähelepanu otseselt juhtida joonise peamõttele. Ühtlasi peab see näitama, milles joonis eraldub teistest, kui neid mitu. Vähemtähtsad mõtted esitatakse märkustena.

Tavaliselt paigutatakse lihtjooniseil (kus vaid ühe joonisega tege- mist) pealkiri joonise alla. Paljude ühtekoondatud jooniste puhul, eriti demonstreerimisjooniseil, on loomulikumaks kohaks ülemine serv.

Mõned joonised oma iseloomult jätvavad vabaks mingi nurga, küllalt suure selleks, et sinna sobivalt paigutada pealkirja (vt. joon. 124.). See on kasulik ka kliše'e valmistamise ja trüki ladu seisukohalt.



Joon. 157. Mõõdu suurendamise (vähen- damise) viis. — Asetanud vana mõõdu län- gjoonele vasakul ja tõmmanud rõõpjooned püstjoonele (Mõõt), saadakse suurendatud jaotused, vastupidises järjekorras — vähen- datud.

Esialgse mõõduna on praktilisem võtta jaotustega lineaal.

Võimaluse korral olgu joonise läheduses alati ka tähtsamad arvud, millel ta põhineb. Ameeriklaste eeskujulikumatel välja- annetes kõik joonises esinev arvmaterjal leidub ka tabelina selle kõrval. Autori mõtteid on selliselt kerge kontrollida ja arvud, mille vastu joonis huvi äratanud, on silmapilkselt kasutamiseks saadaval¹.

¹ Käesoleva väljaande juures tuli sellest põhimõttest loobuda, kuna jooniseis käsitletud andmestik omaette terve raamatu oleks nõudnud. Selle asemel on joonisteloendi järel toodud juhised, kust leida jooniste kohta käivat andmestikku.

69. Standartimine.

Arvjooniste meetodite ühtlustamine on juba ammu päevakorral. Võrdlemisi väike areng enne maailmasõda ei põhjustanud sel alal kuigi suurt edu. Ainus silmapaistev samm on 1911. a. Rahvusvahelise Statistikainstituudi poolt vastu võetud sooviavaldis histogrammide standartimise kohta. Soovitati nimelt, et keskmisena võrdlusis tarvitataks ajajärku 1901.—1910. a. Samuti arvati kohaseks määrata suhe histogrammi laiuse ja kõrguse vahel. Soovitati nimelt, et histogrammi kõrgus võetaks nii, et ta võrduks alusjoonel 30 aasta pikkuse ajastuga.

Nii palju kui teada, pole see sooviavaldis suurt vastukõla leidnud ja ka selle täitmise oletatav mõju oleks olnud väike. Praegu on ta igatahes ka vananenud.

Peale maailmasõda alanud arvjooniste maania Ühendriiges oli liiga suur selleks, et standartimishuvilised ameeriklased siin seda poleks katsunud. Ameerika mehaanikainseneride algatusel moodustati ühendatud komitee arvjooniste standartide väljatöötamiseks. Komitee esimeheks oli oma töödega sel alal tuntud W. Brinton. Komitee koostas tõepoolest terve rea elementaarnõudeid, mis Ameerikas ka kohe täitmist on hakanud leidma¹. Neid nõudeid pole palju (kokku 15) ja nad on formuleeritud lühikesis lauseis ühes näidetega. Nad käsitlevad peamiselt mõõdu, pealkirjade ja arvude paigutamist. Neil nõugetel ei hakka me pikemalt peatuma, sest käesoleva väljaande vastavais kohis oleme neid kõikjal arvestanud.

Enam, kui sellised „kodifitseerimise“ püüded, on arvjooniste arengut mõjutanud 1920.—1929. a. ilmunud mitmesugused tööd, peamiselt Ameerika autorite omad, eeskätt W. Brinton'i, Karsten'i ja Haskell'i omad (vt. literatuuri loendit). Teiste silmapaistvate autorite puudumisel on nende autorite poolt enam-vähem kokkukõlas proponeeritavad ameerika meetodid kõikjal levinud.

Ja nagu Karsten märgib, olgugi et praeguselgi ajal arvjoonised veel jäävad „keeleks, mille grammatika veel koostamata“, võib kaunis kindlasti väita, et lähema aastakümne kestel jäävad püsima peamiselt senileiutatud arvjooniste meetodid. Neid kahtlemata arendatakse, täiendatakse, leiutatakse uusi tüüpe, kuid seni kasulikuks osutunud väljendusviisid, mis esitasime käesolevas väljaandes, moodustavad kahtlemata juba küllalt soliidse peaosa ja aluse.

Ja, peab ütleva, neid kombineerides ja kohandades võib leida

¹ Applicable Principles of Elementary Graphic Presentation (Preliminary Report of the Joint Committee on Standards of Graphic Presentation).

iga ala kohase arvjoonise tüübi. Igäühe oma leidlikkus võib aga sellele anda kõiksuguseid täiendusi ja hiilgavaid kombinatsioone. On lubatavad kõik abinõud, mis arvudes peituvat tõde oskavad esitada selgemas vormis.

II. Arvjooniste aparaadid.

Analüüsi ja uurimise arvjoonis valmistatakse alati, kui teda on vaja töö kergendamiseks. Teine asi on demonstreerimiseks määratud joonistega, eriti diagrammidega. Ka on viimaste valmistamine isegi raskem ja selle maksumus suurem. Ka räpakalt tõmmatud kõver näitab ikkagi seda, mida sooviti, ümberkukkuvate nelinurkadega pindjoonise välimusel aga komistab 90% vaatelejaist ja sisulise vaatluse asemel hakkab arutama tehnilist külge.

Kuna igalt ei saa nõuda joonestusoskust, joonestusi lasta teha on sageli kulukas, jääb palju ettekandeid ja kõnesid, millele mõned diagrammid oleksid võinud anda hoopis elavama värvingu, sellest abist ilma.

Väljapääsu sellest olukorrast avavad arvjoonisteaparaadid. Need on konstruktsioonid, mis mõnesuguste seadiste abil võimaldavad joonestamata kujundada diagramme ja teisi jooniseid. Kõrvaldanud ühe joonise, võib samal aparaadil kujundada teise jne. Selles mõttes on neid nimetatud „igavesiks jooniseiks“.

Arvjoonisteaparaate on väga mitmet laadi ja pole raske konstrueerida ise soovitav aparaat, kui ühte või teist liiki joonist tihti vaja tuleb.

Kujutluse arendamiseks selliste võimaluste suhtes toome allpool lühikese kirjelduse prof. V. Stepanovi süsteemil valmistatud arvjoonisteaparaatidest. Peatume neil eriti seepärast, et need on meie teada ainukesed laiemalt müügil olevad aparaadid.

70. Stepanovi aparaadid.

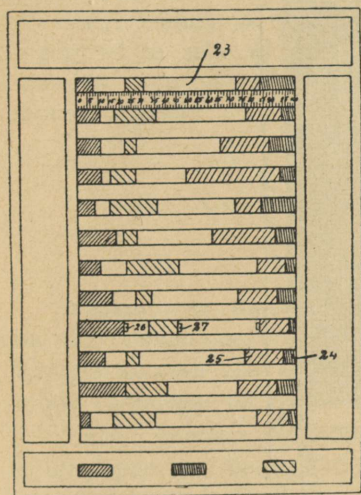
Pindjooniste moodustamiseks on V. Stepanovil tarvitusel viis tüüpi aparaate. Ühel neist, mis väga otstarbekas ja näitlik tulpejoonise jaoks, peatusime juba stereogrammide juures (vt. stereogrammide, joon. 141).

Teine samaks otstarbeks määratud aparaat on teataval määral ka stereogramm. See on rida klaastorusid, mis puu- (või metall-) raami asetatud. Klaastorude peal (või ka nende kõrval eriribadel) on märgitud mõõdunumbrid. Iga klaastoru alla on kinnitatud kummitoru abil kummipall, milles sisaldub värvuseline vedelik. Iga kummitoru külge on kinnitatud näpits.

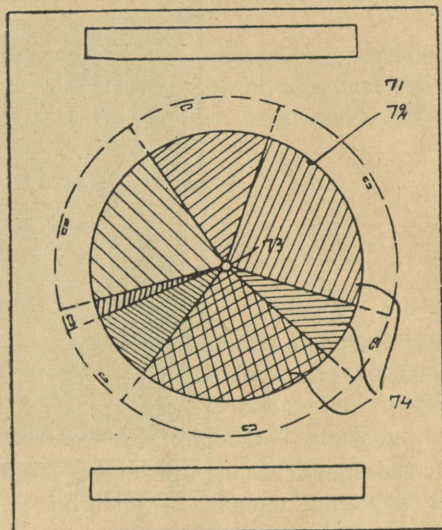
Kummipallile vajutusel tõuseb vedelik torus soovitavale kõrgusele, kus ta näpitsa surumisel jääb püsima. Näpitsa lahtistamisel voolab ta muidugi uuesti tagasi.

Aparaat on eriti kohane siis, kui vaatlejate silma all on vaja järk-järgulist nähise kasvamist demonstreerida. Pealegi on ta nähtav nii ettekandja kui ka kuulajate poolt korraga.

Tulpjoonise moodustamiseks on määratud järgmine aparaat klaasi- ja riideribadega. Laudaluses on tehtud rida ühtlasi pikki vahe-
sid, mis kaetud läbipaistvate klaasidega. Iga klaasiriba taha on kohal-



Joon. 158. Stepanovi aparaat
100% jaotuse kujutamiseks.



Joon. 159. Ringjoonise
aparaat (Stepanov).

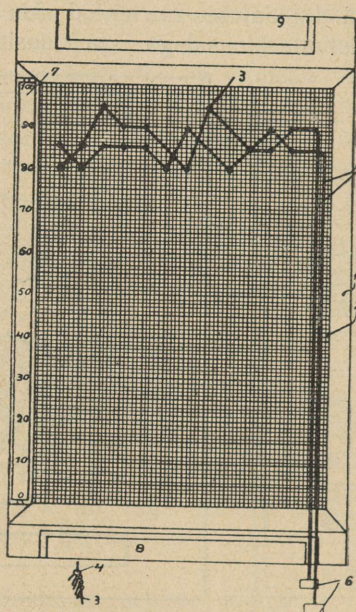
datud sama lai ja pikk tume riideriba. Tõmmates seda riideriba välja soovitavas pikkuses, kattub vastav osa klaasi. Valgustades aparati tagant, võib saada efektsed tulbad.

Nähise osade 100% jaotust kujutav tulpjoonis (vt. joon. 158) koosneb kahest üksteisele kinnitatud lauast, väikese vahega. Pealmisel laual on 12 ribakujulist väljalõiget, mille külgedel märgitud mõõt 1—100%. Igas väljalõikes asuvad siibritaolised 6—7 erivärvuse-
list papi- või metalliriba. Nende otstele kinnitatud haakidega neid soovitava kauguseni lükates võib kombineerida ükskõik millise % jaotumise.

Nähise sisemist jaotumist %, suhteliselt pinnaga, näitab nelinurkne tahvel 100 ruuduga. Iga ruudu keskele on tehtud auk. Mit-

met erivärvi nelinurksed (ka ümmargused) märgid kinnitatakse aukudes väikeste vartega. Tarvitades mitmevärvuselisi märke, võib laduda üles ükskõik millise kombinatsiooni.

Ringi jaotus 100% on võib-olla parimini õnnestunud ja kergeimini käsitsetav Stepanovi aparaatidest. See on raamile asetatud ringiväljalõige (vt. joon. 159), millesse kinnitatud keskel asuva kruviga 5—7 mitmevärvilist kartongringi, kust mõned sektorid välja lõiga-



Joon. 160. Traatvõrk kõverate
märgimiseks värvuseliste
niitidega.

tud, et saaks neid üksteisest läbi lükata. Äärel asuva 100% mõõdu järgi võib peaaegu silmapilkselt asetada värviringid soovitasse vahekorda.

Kõverate märgimiseks on raamile tõmmatud tihe traatvõrk, kus iga viies ja kümnes traat värvuselt erineb (vt. joon. 160). Värvuseliste niitide küljes on hulk väikesi vedrunõelu. Järk-järgult neid nõelu pistes läbi traatvõrgu soovitavil kohil kinnitub niit võrgule. Samuti kinnitatakse võrgule teisevärvuselised niidid. Niidi otsa asetatud pomm hoiab niidi sirgena. Raamile võib paberiribadel kinnitada soovitavad mõõdumärgid.

Selline aparaat annab võimaluse kõveraid märkida kaunis täpsalt.

Kui täpsus on vähem tähtis kui kiirus, võiks soovitada teissugust konstruktsiooni, mida mõnel pool mujal tarvitatud. Puuraamisse on löödud püst- ja rõhtridades väikesepealised naelad. Niidid tõmmatakse naelast naelani. Seejuures võidab aega, kuna niit hoidub kinni erilise kinnitamisetä. Muidugi peavad aga siin naelade vahed olema lahedamad ja kombinatsioonivõimalused on piiratumad.

Keskme kõvera konstrueerimiseks määratud Stepanovi aparaat asub puualusel, kuhu kontsentriliste ringide raadiusil valmistatud augud. Neisse aukudesse kinnitatakse värvuselised niidid sama! põhimõttel nagu kõveravõrgul.

Isegi Gantti joonise jaoks on Stepanovil nähtud ette aparaat, olgugi et ta selle üldtunnustatud autorit (Gantti) ei leia tarviliseks mainida. See on konstrueeritud samal põhimõttel nagu osade 100% jaotuse aparaat.

III. Arvjoonised igapäevses elus.

71. Arvjoonised koolis.

Nägemine on meelist teravaim ja täpsaim. Mõnede uurimiste järgi on nägemistajumise võrdlev osatähtsus 60%, kuulmise oma vaid 30%. Kaugelt suurem osa inimesi on nägemistajumistüübigist ja kui nad ei mõtle sõnadega, on nende mõtlemisprotsess kujutlusist koosnev.

Lastel koolieas on need vahed veel teravamad. Seepärast on kõige õigem tee õpetamist rajada näitlikule ja silmaga tajutavale nii suurel määral kui vähegi võimalik, sest ka selle juures jääb sõnalisele õpetusele ikkagi üle soovitava määra — 30%.

Seepärast on arusaadav, et modernses koolis kõiksuguseile näitlikkudele õppeabinõudele, kino kaasa arvatud, pannakse eriti suurt rõhku. Ja nende hulgas kujunevad kord-korralt ikka tarvilisemaiks ja otstarbekamaiks arvjoonised.

Juba lihtsamais aineis, koduloos näiteks, on otstarbekas viis ruumi ja kauguse kujutlust üle anda arvjooniseina. Mingi joon kujutab kaugust koolimaja ja lähema hoone vahel; kaugust koolimaja ning õpilase kodu vahel tehakse sellega proportsionaalselt. Koolimaja või õpilase kodu üle selge kujutluse omandamiseks valmistatakse sellekohane kartogramm jne. Nii omandab õpilane õige kujutluse kaugusest, ruumist ja esemete paigutusest, sama kergesti õpib ta värvingute ja astenduse vahel vahet tegema. Võib-olla kujuneb sellest esimene huvi joonistamise vastu ja omandatakse sellekohane oskus, mida mõnele õpilasele teisiti raske anda.

Maateadus on arvjoonisteks eriti kohane. Tavaliste geograafiliste kaartide kõrval — mis kartogrammidega nii lähedalt sugulased — on juba vanasti eluõiguse võitnud piltkartogramm, nagu joon. 147. Tähtsamad andmed maakohtade territoriaalse erinevuse alal, rahvastiku tööala, loodusvarad jne. ja muud sellised andmed võivad leida näitlikku kujutust kartogrammide näol.

Jõevool ja kukkumine tehakse selgeks profiildiagrammina; tuulte suundade näitamiseks on erijoonis (vt. „Stat. alb.“ I); samuti ilmastiku iseärasused, isothermid, sademete kogus jne. esinevad selgeimalt joonisel.

Majandusgeograafia osas on kartogrammidel asendamatu koht. Kuidas saaks nendeta näidata tööalalist jaotust, tootmisvaldkondi, põllukultuuride levikut jne.

Loodusteadlased saavad arvjooniseist omajagu toetust. Baieri koolide viienda aasta õpilased teevad iga päev tähelepanekuid temperatuuri, sademete, tuulte jne. kohta, mis kantakse nende poolt vastavasse järjekindlalt peetavasse diagrammesse, ja mis kahtlemata süvendab nende vaatlusoskust ja tähelepanu ning huvi looduse vastu. Kõik orgaanilised protsessid, kõik koostised jne. on meeldejäävamad diagrammi kujul.

Arvjoonisel on oma kindel koht ka ajalooos. Aeg on inimajal veel halvemini kujuteldav kui ruum, ja tavaliselt kannatavad just ajalised kujutlused rohkeimal määral ebaselguse all, eriti üksikute ajastute võrdleva vahekorra kujutlemise suhtes. Ometi on kerge ajastukäiku näidata ruumiliselt ja seda sel kombel teha näitlikuks. Võttes pabeririba, määrame sellele kohase mõõdu (näit. 10 aastat vastab 1 sm) ja kanname ribale kõik tähtsamad sündmused. Erinevad ajastud näidatakse erinevate värvustega, tähtsamad sündmused sümboolsete märkidega jne.

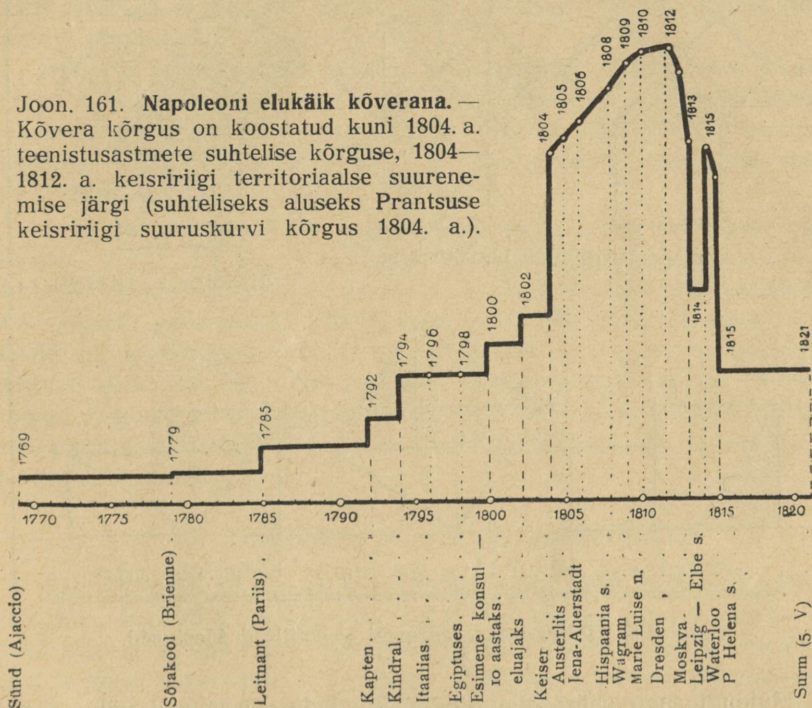
Kaitseliidul on suur joonis, kus Eesti ajaloo tähtsamad ajastud näidatud pika rõhttulpoonisena, viies aega üle ruumile.

Kartogrammide tarvitamine ajalootunnis on juba varemajal ajal saanud eluõiguse. Kuidas saakski teisiti näidata territooriumide kuuluvust ühele või teisele riigile erinevail ajastuil (vt. „Stat. alb.“ I).

Viimasel ajal on ajaloo alal hakatud tarvitama ka kõveraid. Minge riigi territoriaalse ulatuse muutumine, näiteks, näidatakse kõverana, mis territooriumi juurdesaamisel tõuseb, kaotamisel langeb, jne. Huviavad on katsed kõverate abil näidata isiku elukäiku. Sellise kõvera Napoleoni elukäigu kohta esitab joon. 161. Väevalt võiks mõelda selgemat, järjekindlamat ja lühemat fikseeritud ülevaadet — konsepti, mis pealegi kronoloogilised andmed fikseerib meeldejäävaina.

Ka matemaatika ise hakkab arvjooniseile osutama tähelepanu. Selle asemel, et „Pütagorase pükste“ võrdsust tõestada kolmnurkade ja joonte abil, tehakse enne seda graafiline osade ümberasetamine (vt. joon. 162, kus näidatud kolm meetodit) ja teoreem on silmapilkselt selge. Arvutusülesannete hulgas võib-olla 30% selliseid, mille õigeim lahendamine toimuks arvjoonise, kõvera või mõõdu abil. Ja on ülesandeid (kvartiilide, moodi jne. arvutus, korrelatsioon jne.), kus arvjoonise konstrueerimine annab tulemuse mitu korda kiiremini kui arvutus ise.

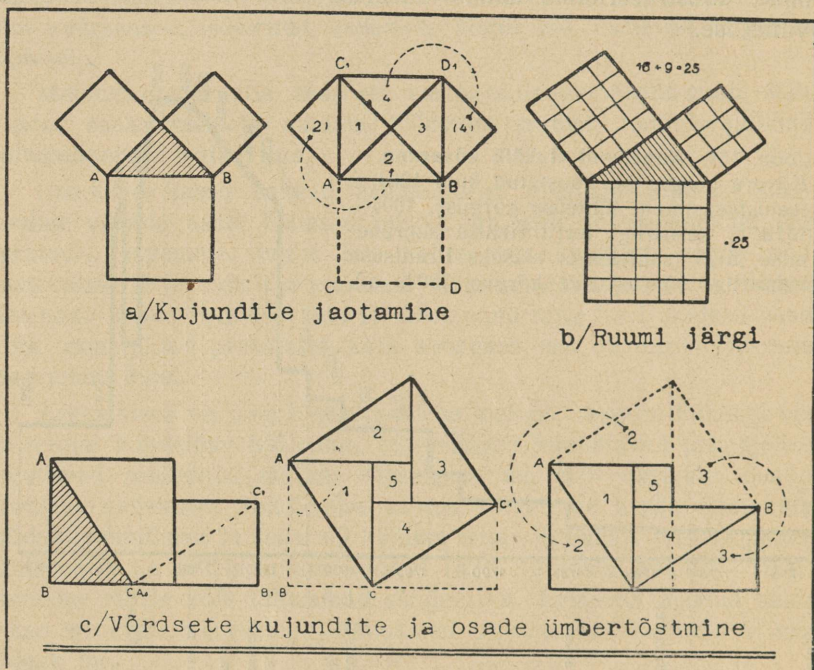
Joon. 161. Napoleoni elukäik kõverana. — Kõvera kõrgus on koostatud kuni 1804. a. teenistusastmete suhtelise kõrguse, 1804—1812. a. keisririigi territoriaalse suurenmise järgi (suhteliseks aluseks Prantsuse keisririigi suuruskurvi kõrgus 1804. a.).



Arvjooniste kasu õppeabinõuna seisab niiviisi väljaspool kahtlust. Kuidas aga soetada vastavaid arvjooniseid, kuna neid saada võrdlemisi vähe (mõned statistilised albumid ja vähesed õpperaamatuis leiduvad).

Siin avanevad ääretud võimalused. Tuleb rakendada tööle õpilased ise. Arvjoonis on väärt, et teda hakataks teostama klassis ja kodutöona. Õpetajad, kes astunud sellele teele, ei jõua tagajärgi küllalt kiita. Kui õpilastes äratada huvi asja vastu, töötavad nad innu ja andumusega uue meetodi abil ja saavutavad paremaid tagajärgi.

Siin on kaht laadi võimalusi. Mõned alad (majandusgeograafia raioonimine jne.) on väärt, et neid teostataks võimalikult kõiki ja koos. Võetakse, näit., taliviljade % külvipinnast ja kõik klassisolevad õpilased kannavad vastavad andmed oma skeemidele valdade järgi. Pärast värvipliatsitega või astendusega igauks eraldab raioonid. Tehtud töö jätab selge kujutluse talivilja levikust — paremini iga-tahes kui mingi muu seletus.



Joon. 162. Pütagorase teoreemi graafilised tõestused.

Muidugi saab sääraseile tööle pühendada võrdlemisi vähe aega. Tehakse ainult suuremad ja keerulisemad ülesanded, kus vaja selle ala teadmusi eriti süvendada.

Enamasti aga võib arvjooniselik töö koosneda igale õpilasele eraldi antud ülesandest. Töönduse vaatlemisel, näiteks, tuleks ühel oma kaardile kanda kõik tekstiiltöönduse suurettevõtted, teisel puutöönduse omad jne. Tunnis iga õpilane kannab ette tema poolt valmistatud joonise ühes seletustega. Kõik seletused kuulatud, on ainesse süvenetud rohkem kui ühelgi teisel teel võimalik. Igatahes igaühe oma osa on juurdunud meelde kustumatult. See näide käib muidugi

majandusgeograafia valda, kuid kõigil teistel aladel, ka algkooli algklasses, on asju, mille selgitamine arvjooniste abil võib vaid võita.

Paremad õpilaste poolt valmistatud jooniseist jäävad koolile; ilusamad neist asetatakse seintele ja ülejäänud moodustavad kogu, mis õpetajal aasta-aastalt kasvab ja mida saab tarvitada arvjooniste demonstreerimiseks.

Muidugi peab õpilaste töö olema igapidi kergendatud. Tuleb tarvitada ruudulisi ja millimeeterpabereid, valmis skeeme ja kaardijooniseid, andma teatud eeskujusid jne. Omategevus peab olema suunatud mitte niivõrt joonestamistehnikale, kui sissekantavaile andmeile. Siiski tuleb muidugi tutvustada õpilasi mõõdaminevalt ka arvjooniste tähtsamate tüüpidega.

Õpetaja hooleks peab olema arvjoonistega liialdamisest hoidumine. Kus need joonised ei tundu vajalikkudena ja kus kergemini saavutatakse tagajärjed teisel teel, seal võivad nad mõnikord tunduda liigseina. Õigel teel ollakse siis, kui õpilaste eneste huvi asja vastu on silmanähtav ja nad sellel teel õpivad.

Arvjooniste meetodika õppetöös on alles loomata. Näeme vaid esimesi, kuigi laialdasi, katseid. Kuid kord-korralt hakatakse ikka rohkem nägema arvjooniste otstarbekust ja väärtuslikkust kooliõppuses. Joonist kavatsedes, valides mõõtu, kandes mõõdu kohaselt joonisele mitmesuguseid suurusi ja tehes kindlaks osade omavahelisi suhteid tuleb valmistajal paratamatult süveneda asja sisusse. Joonise valmimisel on tavaliselt samal ajal ka vastav olukord või andmed jäänud kustumatult mällu ilma erilise sunduseta, ühes vaba teotsemisega seotud rahuldusega.

72. Arvjoonised äris ja ettevõttes.

Ettevõtte juhi korraldused olenevad suurel määral ülevaate täiuslikkusest, mis juhil olemas oma ettevõtte eelmise arengu kohta. Ja peab ütlema, et enamikul praegusist juhtidest tuleb teotseda peamiselt oma seniste kogemuste ja instinkti varal, sest võimatu on mäletada kõiki sellekohaseid andmeid, olgugi et paljud neist võiksid olla kasulikud. Ka parim direktor ei suuda öelda kõiki andmeid oma ettevõtte tegevusest kuus kuud tagasi, veel vähem eelmiste aastate kohta. Ainus viis, mis teda siin võib aidata, pole muidugi virn aruandeid, mille arvud nõuavad iga kord uut mõttepingutust, vaid histogrammid tähtsamate andmetega ettevõtte tegevusest.

Samuti on lugu ülevaate saamisega ettevõtte jooksvast tegevusest. Juht peab saama kõik andmed, mis talle vajalised; iga alluv püüab muidugi neid anda oma parima äratundmise järgi. Kuid küsimus on,

kuidas anda. Sõnalise ülevaate puhul, isegi kui see kirjalikult esitatud, on kuulaja või lugeja paratamatult ülevaateandja mõju all ja näeb enamiku esitatavaid fakte läbi tema prilli. Alluval aga on enamasti väiksem kogemus ja igatahes kitsam ülevaade ettevõttest tervikuna. Arvjoonis pole mitte ainult parim viis andmeid esitada selgelt, kokkuvõtlikult ja kiiresti, vaid ta annab need andmed ka erapooletult ning jätab juhile võimaluse teha oma järeldusi mõjustamatult.

Mis ettevõtte juhil kogu ettevõtte ulatuses, seda on alluvail tihti vaja teada oma osakonna, töökoja jne. kohta. Arvjoonis annab sellise ülevaate ajas alati kiiremini kui ükski nimestik või raamat. Sellega ongi seletatav arvjooniste suur tarvitamine ameerika ettevõtteis, kuid ka rohkem edenenud euroopa omis; viimaseil aastail, ühes tööviljakuse tõstmisega, ka Venes, kus igas suuremas ettevõttes on joonised tööedukuse kontrolliks.

Peetakse kõige pealt rida üldiste andmete jooniseid, igaüks omaette lehel, aasta ulatuses. Ettevõtte üldine läbikäik, tähtsamate saaduste tootmine ja müük, tööjõu ja palkade liikumine jne. näidatakse ettevõtte iseloomu kohaselt, tavaliselt histogrammina ja kumulatiivse histogrammina. Levinud on viimasel ajal eriti Z-joonis.

Nende arvjooniste kõrval aga on kujunenud terved read teisi, mis suuremalt osalt asendavad vastavat raamatupidamist. Mainime vaid mõnd tähtsat ala.

Erilisele aukohale on arvjoonised tõusnud tootmise ja tööviljakuse arvestamisel. Kuna praegusajal valmisaadus saavutatakse terve rea üksteisest lahutatud tööprotsesside tulemusena, peab leitama võimalus iga tööprotsessi pikkuse ja maksumuse arvestamiseks. Siin on Gantti jooned (vt. ptk. 51) ideaalseks abinõuks, mis võimaldab mõne kriipsu tõmbamisega alati näidata, milline töö oli kavatsatud, kui palju sellest on tehtud ja palju jääb veel teha. Ta on pealegi ühtlaselt kohane kõikjal, kus vaja arvestada tegevust, olgu see üksiku masina, töökoja, tellimuste täitmise, müügi vaatlemiseks, või üksiku töölise või töökoja tööviljakuse mõõtmiseks.

Terve rea raamatute järjekindel ja kulukas pidamine ei võimalda saavutada neid tagajärgi ega sellist ülevaatlikku kokkuvõtet, nagu otstarbekalt korraldatud Gantti joonte pidamine, millele meistrid töö lõpul vaid lisavad paar kriipsukest. Pealegi on nad kohe arusaadavad igale töölisele ja parim abinõu tööviljakuse tõstmise õhutamiseks.

Müügi alal tarvitatakse arvjooniseid praegu arvatavasti rohkem kui ühelgi teisel ärielu alal. Arvjooniste abil saab jooksva, alati valmis ülevaate korraldada, näiteks, järgmisis suunis:

- Tegelik läbimüük ja selle võrdlus kavatsetud müügiga. Uhel joonisel saab näidata müüki kuude järgi ja kumuleeritud koguarvu. Soovi korral erijoonised iga kaubaartikli kohta.
- Läbimüügi võrdlus linnade, maade jne. järgi.
- Mitmesuguste kaubaartiklite müügi edukuse võrdlus.
- Agentide ja edasimüüjate tegevuse edukus (läbimüügi ulatus, vahetalituste maksumus jne.). Eriti kui agentidele või edasimüüjatele edukuse eest makstakse preemiaid või tahetakse jälgida nende võrdlevat paremust, on parimaks objektiivseks mõõdupuuks vastav kõver.

Inventuuri pidamiseks alaliselt, kus see vajalik, on kohasem tee jällegi arvjoonis. Iga kaubaartikli kohta, mille müük kiiresti edeneb ja mille tagavarade ladusse soetamiseks kulub teatav aeg, peetakse kõverat erikaardil. Müügiaja lõpul pikendatakse iga päev vastavat kõverat, mille asetus iseendast näitab, kui kaugele alanenud tagavara. Teataval kõrgusel on tõmmatud ette joon, mis näitab, kunas vaja uue tagavara peale anda tellimus. Kõvera languse kiirus näitab ühtlasi ligikaudu, kui suur peab olema uus tellimus. Sellised kaardid on parimaks ülevaateks üksikute artiklite läbimüügi kiiruse kohta, ja nende pidamine on lihtsam ja ülevaatlikum kui vastavad nimestikud või arveraamatud.

Preemiate ja tükitöö hindade tabelite koostamisel aitavad arvjoonised arvutada õiged normid ja ühtlased ning järjekindlad vahekorrad. Samuti näitavad vastavad kõverad täpsalt, kuidas on need korraldused mõjutanud omahinna alanemist.

Aineste hindade liikumise üle on otstarbekam pidada ka mitte mingit raamatut või tabelit, vaid kõveraid, millest võngud, eriti seoonsed võngud kohe silma paistavad.

Äritegevuses ühtelugu esinevate ühtlase iseloomuga, kuid kogu valemil kujul esinevate kalkulatsioonide jaoks (ainese hind, kindlustus, veokulud, tolli- ja muud maksud jne.) on tihti otstarbekas valmistada nomogrammid (vt. ptk. 52), mille abil tuhandeid seda tüüpi arvutusi saab teha kiiresti ja peaaegu mehaaniliselt.

Kõigi selliste jooniste jooksev pidamine nõuab tavaliselt vaid väikest kõrvalkulu, sest nende pidamiseks ei looda mingit eriosakonda, vaid kõik jooksvad märgid teevad need, kellele vastavad andmed selguvad — osakonnajuhatajad, töökojajuhatajad, meistrid, raamatupidajad jne. Tarvis on teha ainult hästi läbi mõeldud ja tõesti tarvilikkude jooniste kavad, valmistada vastavad formulaarid, kui selleks millimeeter- või muust paberist ei piisa, ja nende täitmine jaotada. Paar märki töö lõpul joonisele kanda suudab igaüks. Pea-

legi on kasuliku ja ülevaatliku joonise tarve varsti selge ka teda pidavale ametnikule, sest otstarbekas joonis säästab tööjõudu. Halvasti konstrueeritud või liigsete jooniste ebaotstarbekust näitab tegelik elu varsti ja nad langevad muidugi töökavast välja.

Jooniseid peetakse tavaliselt ühesuurusel formaadil — lehtedel, mida võib koondada erilistesse sahtlitesse või kaante vahele. Jooksvate operatsioonide lehed on vastavate tööjõudude käes laiali ja antakse ära nende lõppemisel, kuna arvudega lehed seisavad alati koos ja neisse kantakse märgid kuu lõpul.

Ainult väga suuris ettevõtteis kerkib tarve ühe või kahe vastava sellekohase eritööjõu pidamiseks, kuid siis võib tarvitada ka keerulisematüübilisi arvutus- jne. jooniseid.

Kõik ettevõttes peetavad arvjoonised on oma iseloomult tööjoonised, sisaldades vaid vajalisemaid elemente. Nad on õigustatud vaid siis, kui nende pidamine tarvitab vähem tööjõudu ja annab suuremaid tagajärgi kui mingi vastav raamatupidamine.

Kuid ettevõtteis võib kerkida tarve ka demonstreerimisjooniste järgi. Ja seda mitte ainult mingisuguste näituste puhul, vaid just ärialal. Selline on arvjoonis kuulutises, mis viimasel ajal võrdlemisi levinud. Mingi ettevõtet positiivsest küljest iseloomustav fakt — läbikäigu suur tõus, liikmete arvu suurenemine, bilansi soliidsus jne. näidatakse huvitava ja hästikombineeritud demonstreerimisjoonisena, olgu tulpjoonise, kõvera, ringjoonise jne. kujul. Õnnestunud joonis enda omapäraste kontuuridega tõmbab teiste kuulutiste ja piltide seas endale paratamatult tähelepanu, ning võib kergeminigi leida lugeja kui pildiga kuulutis.

Küsimusse tulevad demonstreerimisjoonised veel eriti tegevusaruannete koostamisel. Peab imestuma, kui vähe teevad ka laiemate hulkade sümpaatialle pretendeerivad aktsiaseltsid ja ettevõtted selleks, et nende tegevuse tulemused oleksid arusaadavad neile hulkadele. Tuuakse read kuivi raamatupidamise bilansse aruandeaasta kohta, sageli neid eelmiste aastatega võrdlematagi. Ei aktsionär ega ka isik, keda soovitakse huvitada, ei saa sellest tavaliselt suurt midagi aru. Arvjoonis on siin mõjuvaks abinõuks. Kolm-neli kõverat ja tulpjoonist võivad aruande tulemused teha selgeks ka raamatupidamise peensustega mittekogenud isikuile.

Kirjandus.

Kõik praegusaegsed tähtsamad ja põhjanevamad teosed arvjooniste alal on Ameerika (Ühendriikide) autoreilt ja valminud peale sõda, peamiselt 1923.—26. a. Ei prantsuse ega saksa keeles ole ühtegi laiemat tunnustamist võitnud teost, peale väheste mainitute, mispärast Ameerika autorite teoseid on korduvalt tõlgitud teistesse keeltesse.

Järgnevalt toome tähtsamate teoste loendi lühikeste märkustega. Käesoleva väljaande koostamisel on peetud silmas peaaegu kõigi nende teoste väärtuslikumaid näpunäiteid.

Karsten, K. G. **Charts and graphs.** — (Prentice Hall, N. Y., 724 lk., \$ 6.)

Täielikem seniilmunud ülevaateist arvjooniste valmistamise üle; rikkalikult joonistega varustatud ja igal joonisel ligi vastavad arvud. Eriti tähelepanuväärne on ptk. „Kõverad valemite jaoks“ ja „Kõverate valemid“. Autor alahindab kartogrammide tähtsust, kuna nad hästi ei sobi tema poolt proponeeritavasse arvjooniste klassifikatsiooni süsteemi, mille terviklus on siiski vaieldav.

Autor, ise matemaatik, ei austa „matemaatika kabalistikat“ ja püüab raskemad probleemid väljendada üldarusaadavalt, andes muu seas väga õnnestunud logaritmade seletuse jne.

Brinton, W. C. **Graphic methods for presenting facts.** — (Industrial management library, N. Y., 372 lk., \$ 5.)

Esimesi suurte populaarsete arvjooniste üle kirjutatud teoseid (ilmunud 1914). Autor on arvjooniste standartimise voolu peaesindajaid, vastava komisjoni esimees.

Ka praegu huvitav mitmekülgsete näidete poolest, olgugi et meetodid vahepeal on palju arenenud.

Marshall, W. C. **Graphical methods for schools, colleges, statisticians, engineers and executives.** — (Mc Graw-Hill Bk Co, N. Y., 250 lk., \$ 3.)

Puhtmatemaatiline, valemilt valemile liikuv teos. Head ülevaadet nomogrammidest ja mehaanilist registreerimisinstrumendest.

Haskell, Al. C. **How to make and use graphic charts.** — (Codex Bk Co, N. Y., 539 lk., \$ 5.)

Lühike (väikeses formaadis) ja enamasti elementaarne ülevaade. Ülevaatlik osa aritmeetilisist ja geomeetrisist arvutusviisidest, analüütil. geometria seletus jne.

Haskell, A. **Graphic charts in business.** — (Codex Book Co, N. Y., 1928 [3. trükk], XVI + 452 lk.)

Ainulaadne raamat, kus arvjooniste kasutamisest äris ja ettevõttes

toodud süsteemiline ülevaade üksikute alade järgi. Palju praktilisi näpunäiteid ja eht „businessman'ic“ suhtumine, kes jõudnud äratundmisele, et arvjoonised on paljudes suhteis ainus võimalus ettevõtte juhtimist ratsionaliseerida.

Riggleman, J. R. **Graphic methods for presenting business statistics.** — (Mc Graw-Hill Bk Co, N. Y., 230 lk., \$ 2,30.)

Palju tehnilisi näpunäiteid joonestajale, eriti joonististe ja piltide alal. J. Peddle, **The construction of graphical charts.** — (Mc Graw-Hill Bk Co, N. Y., lk. X + 158.)

Palju nomogrammide ja tehniliste valemite jooniste konstrueerimisviise matem. põhjendustega, mis võimalikult püütud viia üle lihtsamaile võrrandele. Eriti tähelepanuväärt peatükid determinantidest, milles palju autori esmakordseid määratlusi ja omapärane käsitlusviis.

Lipka, J. **Graphical and mechanical computation.** — (J. Wiley & Sns, N. Y., 260 + XVI lk., \$ 4.)

Eriti täielik ülevaade mitmesuguseist mõõtudest. Üle kolmveerandi raamatust on pühendatud nomogrammide konstrueerimisviisidele, millised põhjendatud valemil. Perioodilised kurvid, graafiline interpolatsioon, integratsioon ja differentsiatsioon on leidnud selle matemaatika-professori poolt koondatud matemaatilise põhjenduse ja seletuse.

Weidmüller, W. **Die graphische Darstellung im Unterricht.** — (Mich. Prögel Verlag — Die Ernte-Sammlung aus „Scholle“.)

Väheseid raamatuid arvjooniste kasutamise meetodite üle koolis. Mitu omapärast vaatevinklit ja mõttevärskuslik käsitlusviis. Mitmed näpunäited meie „koduloo“ käsitlemiseks arvjooniste kasutamisel.

Clark, W. **The Gantt Chart — a working tool of management.** — (Ronald Press Co, N. Y., 1923, XIV + 158 lk.)

Ainus täielikum ülevaade Gantti joonte põhimõtete ja praktilise kasutamise kohta, hulga näidete ja joonistega. Peale meie ülevaates lühidalt mainitud alade sisaldab huvitava näitena peatüki Gantti joonte kasutamisest Am. Ühendriikide riikliku kaubalaevastiku tegevuse korraldamisest ilmasõja ajal.

Smith, W. H. **Graphic statistics in management.** — (Mc Graw-Hill Bk Co, 360 lk., \$ 4.)

Paremad ptk. indeksarvude kohta.

Savage, W. A. **Graphic analysis for executives.** — (Codex Bk Co, N. Y., 164 lk., \$ 3.)

Tööjuhtide arvjoonise tüüpe töökontrolli jne. kohta.

Bivins, P. A. **The ratio chart in business.** — (Codex Bk Co, 201 lk., \$ 3.)

Täielikem ülevaade logaritmilisest mõõdust ja sellelt pakutavaist võimalusist.

Knapp, A. **The use of graphic charts in the petroleum industry.** (Codex Bk Co, N. Y., 32 lk., \$ 1.)

Huvitav arvjooniste kohaldamisena üksiku tööndusharu raamides.

Trowbridge, D. S. **Drafting methods.** — (Codex Bk Co, N. Y., 168 lk., \$ 3.)

Parimaid käsiraamatuid tehnilise joonestamise alal arvjooniste jaoks vajalikus ulatuses. Sisaldab muu seas suure kogu soovitavaid sümboleid ja kujutisi. Eriti tähelepanuväärt peatükk mitmesuguste üldnäpunäidetega, mis kogemusist omandatud.

Peale loendatud eriteoste arvjooniste alal sisaldavad mõned

statistika üldkursused

väärtuslikke mõtteid ja viipeid arvjooniseist.

Neist on käesoleva väljaande koostamisel peetud silmas eriti järgmisi töid:

Secrist, H. **Readings and problems in statistical methods.** — (Macmillan Co, N. Y., 1923, VIII + 427 lk.)

Day, E. **Statistical analysis.** — (Macmillan Co, N. Y., 1925, XXVIII + 460 lk.)

March, L. **Les principes de la méthode statistique**, avec quelques applications aux sciences naturelles et à la science des affaires. — (F. Alcan, Paris, 1930, XII + 808 lk., frs. 125.)

Mortara, G. **Lezioni di statistica metodologica.** — (S. t. „Leonardo da Vinci“, Citta di Castello, 1922, XII + 564 + 30 lk.)

Niceforo, A. **La méthode statistique.** — (M. Giard, Paris, 1925, VIII + 652 lk.)

Secrist, H. **An introduction to statistical methods.** — (Macmillan Co, N. Y., 1925, XXXIV + 584 lk.)

Eesti kirjanduses

arvjooniste alal teoreetilisi töid pole ilmunud. Palju arvjooniseid sisaldavad Statistika Keskbüroo ja Eesti Panga väljaanded, eriti

Statistilised albumid.

I Maa ja rahvas 38 suurt lehte värvides, 1925, hind kr. 6

II Majandus . . . 24 „ „ „ 1926, „ „ 6

III Põllumajandus 112 lk. (joon. värvides, fotod, tekst), 1928, „ „ 7,50

Need albumid, varasurnud andeka Viktor Schmidt, Keskbüroo omaaegse graafikakabineti juhataja monumentaalne töö, sisaldavad ainulaadse kogu arvjooniseid Eesti kohta. Need on ühtlasi parimaiks illustratsiooneks meie ülevaate A, B ja F osas käsitletud arvjooniste tüübist.

Jooniste loend.

(Jooniste kohta käiv andmestik v. lk. 235.)

	Lk.
Joon. 1. Joonite kõrvutus. — Väliskaubandus 1928—30.	15
Joon. 2. Lihtne püsttulpjoonis. — Telefonikõnede arv aastate järgi .	16
Joon. 3. Lihtne rõhttulpjoonis. — Põlevkivi toodang 1919—24. . . .	17
Joon. 4. Kokkusurutud tulpjoonis. — Töötasu kõrgus tööndusharude järgi	17
Joon. 5. Kaks kõrvutatud lihttulpjoonist. — Või väljavedu 1922—25. .	18
Joon. 6. Üksikute nähiste kõrvutus. — Tähtsamate võiekspordi riikide või väljavedu enne maailmasõda ja 1926. a.	18
Joon. 7. Nähise ruumiline jaotumine. — II Riigikogu valimisel antud häälte arv maakondade järgi	19
Joon. 8. Tulpjoonis jaotustega. — Korterid tubade ja elanikkude arvu järgi Järvamaa linnades	20
Joon. 9. Tulpjoonis kahe võistleva jaotusega. — ETK osakondade tulud ja kulud 1922. a.	22
Joon. 10. Tulbastik mõlemal pool 0-joont. — Algkooliõpilaste vanuslik koostis 1922. a.	23
Joon. 11. Suurenemise ja vähenemise demonstreerimine. — Liikveloleva raha suurenemine või kahanemine eelmise aasta samade kuudega võrreldes	24
Joon. 12. Ülekaalu näitamine. — Väliskaubanduse passiivsus ja aktiivsus 1922—26.	26
Joon. 13. Kahe arvuderea kõrvutamine ühel tulbastikul. — Tarvitajateühingute kaubamüük 1918—22.	26
Joon. 14. Mitme tulpjoonise kõrvutamine. — Algkooliõpilaste kooliskäimise kaugus maakondade järgi.	26
Joon. 15. Kolme tulbastiku kõrvutamine. — Ettevõtete arv suur-, keskj- ja väiketööstuses 1921—26.	27
Joon. 16. Kahe tulbastiku kõrvutamine. — Tuletikkude toodang ja väljavedu 1919—25.	28
Joon. 17. Mitme tulbastiku kõrvutamine. — Mitmesuguste lehmatõugude piimaand 1925. a.	29
Joon. 18. 100% tulpjoonis. — Riigiteenijate koostis palga järgi %/0.	30
Joon. 19. 100% tulbastiku võrdlus ajas. — Sisseveomaade koostis Eesti väliskaubanduses 1922—29.	31
Joon. 20. Varju jääma kippuvate jaotuste näitamine tulpjoonisel. — Linnakoolide ja õpilaste jaotus õppekeele järgi.	31

Joon. 21.	100% tulpjooniste kõrvutus. — Järvamaa rahvastiku koostise võrdlus perekonnaseisu järgi kolmel rahvalugemisel (1881.—1922. a.)	32
Joon. 22.	Geomeetrilised kujutised võrdluseks. — Tarvitajateühingute keskmine liikmete arv 1917. ja 1922. a.	33
Joon. 23.	Nelinurkade ja ringide kõrvutamine. — Rahvastiku arv ühe kooliõpilase kohta Eestis ja välisriiges 1923. a.	34
Joon. 24.	Kauguse näitamine suhteliselt. — Algkooliõpilaste kooliskäimise kaugus.	35
Joon. 25.	Nelinurga küljed võrdluselemendina. — Tulumaksu maksjad, nende keskmine tulu ja makstud tulumaks 1927—29.	36
Joon. 26.	Kahemõotmeline koostisruut. — Rahvastiku koostis tööhäarude ja ühiskondliku kihituse järgi (1922. a.)	38
Joon. 27.	Koostisruutude kõrvutus. — 1922. a. väljavedu maade järgi.	39
Joon. 28.	100% koostisruut. — Keskkooliõpilaste õpiaeg 1922./23. a.	40
Joon. 29.	Jaotusteta 100% koostisruut. — Õpilaste rahvus ja usk 1922. a.	41
Joon. 30.	Ring koostise kujutamiseks. — Mesilate tarustiku koostis $\frac{0}{0}\frac{0}{0}$	42
Joon. 31.	Praktilised võtted ringi jaotamiseks $\frac{0}{0}\frac{0}{0}$.	42
Joon. 32.	Ringjoonis absoluutarvudes. — Jõutarvitus töönduses 1924. a.	43
Joon. 33.	Ringjoonis $\frac{0}{0}$ koostise ja selle rühmituse väljendamiseks. — Palgakrediidi jaotumine riigi eelarves 1927. a.	45
Joon. 34.	Täiendavate ringilõikude kasutamine. — Maailma söetagaravad 1920. a.	46
Joon. 35.	Proportsionaalsete ringjooniste võrdlus. — Riigiteenijate arv üksikuil aladel 1927. a.	47
Joon. 36.	Ringid ajalise muutuvuse väljendajaina. — Dollari ostujõud 1913—19.	48
Joon. 37.	Ring ja selle pooled võrdleva koostise näitamiseks. — Õpilaste sooline koostis koolides 1922. a.	49
Joon. 38.	Ringi pooled võrdleva koostisena. — Elumajade seinte ja katuse ehitusmaterjal (Järvamaal 1922. a.).	49
Joon. 39.	Ringi murdosa kasutamine. — Suurmaaomandi saatus maareformi puhul	50
Joon. 40.	Organisatsiooni kava. — Põllutööstusteorganisatsiooni organisatsioon (1927. a.)	51
Joon. 41.	Järgnevuse kava. — Riiklikkude fondide valitsemise kord	53
Joon. 42.	Ärvustikuline kava. — Raharingvool Am. Ühendriiges	54
Joon. 43.	Meie munakaubanduse süsteem	55
Lisajoon. 1.	100% tulpjoonis arengu kujutamisel. — Rahvastiku poliitilise meelsuse areng 1920—29.	56
Joon. 44.	Leppemärgid kartogrammil. — Peekoniasjanduse asutised 1928. a.	57
Joon. 45.	Ärvustikulised leppemärgid. — Piimatalitused ja piima läbikäik neis 1926. a.	58
Joon. 46.	Punkt-kartogramm. — Traktorite asukohad 1929. a.	60
Joon. 47.	Territooriumide võrdlus. — London Saaremaal	61
Joon. 48.	Nähise ruumiline ulatus ajas. — Kollatõve leidumiskohad 1900—1928	62

Joon. 49.	Vahemiklik kartogramm. — Kartuli % külvipinnast 1923. a.	63
Joon. 50.	Stiilipäraseid must-valgeid astendusi (gradatsioonid)	64
Joon. 51.	Liiga väheste vahemikkudega kartogramm. — Pirni-, ploomi- ja kirsipuude arv 100 ha põllumajandusliku maa kohta	66
Joon. 52.	Viie vahemikuga kartogramm (aritmeetiliste keskmiste süsteemil). — Talundite varanduste väärtus 1 ha põllumajandusliku maa kohta (1929. a.)	68
Joon. 53.	Vahemiklik kartogramm aritmeetiliste keskmiste süsteemil. — Põllumeestekogude poolt IV Riigikogu valimistel saadud hääle % valdades	71
Joon. 54.	Vahemiklik kartogramm aritmeetiliste keskmiste süsteemil. — Kristliku rahvaerakonna poolt IV Riigikogu valimistel saadud hääle % valdades	71
Joon. 55.	Süsteemita vahemikkudega kartogramm. — Rahvusvabameelsete poolt II Riigikogu valimistel saadud hääle % valdades	72
Joon. 56.	Aritmeetiliste keskmiste süsteemi kartogramm koguste kujutamisel. — Rukkisaak 1930. a. (kvintaalides ha pealt)	73
Joon. 57.	Levikukartogramm. — Põllukultuuride valdkonnad (vastava kultuuri rohkuse alusel külvipinnast)	74
Joon. 58.	Varjundite eriliikide näiteid. — 30 erinevat tagasihoidliku varjundi liiki	75
Joon. 59.	Territooriumi kohandamine erinõudeile. — Maapinna ja põllupinna vahekord maakondade järgi	76
Joon. 60.	Territooriumi kohandamine nurgelistele kontuuridele. — Rahvastiku kartogrammi proportsionaalsed kontuurid	77
Joon. 61.	Kartodiagramm ringjoonistega. — Jõusiseseadude võimsus 1923. a.	79
Joon. 62 ja 63.	Kartodiagrammid tulpjoonistega. — Loomade (hobuste ja veiste) arv asumaa majapidamistes 1919. ja 1922. a.	80
Joon. 64.	Poolringid kartodiagrammil. — Algkoolide õppekeel maakondades ja linnades 1923. a.	81
Joon. 65.	Aukudega ruudud arvude loetavuseks. — Suvitajad suvituskohtades 1928. a.	82
Joon. 66.	Kujutiste sidumine kaardiga nende mittepealemahtumisel. — Või sissevedu Inglismaale 1929. a.	83
Joon. 67.	Raudteevedude intensiivsus kartodiagrammina. — Saadetud võikogused raudteejaamade järgi (1927./28. a.)	85
Joon. 68.	Kahe aine liiklemine raudteel. — Kartuli- ja linasaadetised raudteel (1927./28. a.)	86
Joon. 69.	Kõver mõõduvõrgu pealmise osa kõrvaldamisega. — Telefonikõnede üldarv ja kaugekõned 1921—1930	87
Joon. 70.	Kõvera koordinaadistik	88
Joon. 71.	Mõõdu normaalne projektsioon (mõõduühikud ühesuurused)	89
Joon. 72.	Normaalne projektsiooni muutmise tagajärjed	89
Joon. 73.	Kõverad mõõduvõrgu pealekandmiseta. — Postisaadetiste arvu areng 1919—1930	90
Joon. 74.	Koordinaadistiku alumise osa ärajätmine. — Liikvel olev raha	91

Joon. 75.	Mööduvõrgu katkestamine suuruselt erinevate arvude ühte- toomiseks. — Põllukultuuride keskmised saigid (1 ha pealt puudades)	92
Joon. 76.	Treppköver. — Södurite pikkus teenistusaja alul ja lõpul	94
Joon. 77.	Laineköver (tegevuste vaheldumise kohta). — Põllutööde järgnevus ja kestus 1922—26	95
Joon. 78.	Köver ja tulpjoonis. — Rahvastiku jaotus vanuse järgi 1881—1922 Järvamaal	96
Joon. 79.	Köver tulpjoonist asendamas. — Väliskaubanduse aktiivsus ja passiivsus 1922—25	97
Joon. 80.	Ülekaalu näitamine kõverail. — Väliskaubanduse käik 1927—30 ja väljaveo ülekaal	97
Joon. 81.	Kõvera ja tulpjoonise kõrvutamise liikumise ja kasvu ühe- aegseks näitamiseks. — Hoiumasside kasv aktsiapanka- des 1926—30	98
Joon. 82.	Histogramm lihtsustatud mööduvõrguga. — Pankadevahe- lise arvekoja läbikäik kuude järgi 1923—30	99
Joon. 83.	Ajastute ebahütluse rõhutamine. — Elumaksumus 1913—1927	100
Joon. 84.	Kõvera jätkamine lünga puhul andmeis. — Sündide arv 1901.—1925. a.	102
Joon. 85.	Kõvera suund ekstrapoolimise alusena. — Oletatav õli- tarvitus Am. Ühendriiges 1925—30. (1911.—20. a. andmeil)	102
Joon. 86.	Kumulatiivne histogramm. — Sisseveo käik 1929. ja 1930. a. ja kumuleeritud	103
Joon. 87.	Liikva kogusumma kõverad (logaritmilisel määdul). — Väljavedu 1926—1930	107
Joon. 88.	Ajastute võrdlus kõveraina. — Hindade tasapind Am. Ühend- riiges kodusõja ja ilmasõja aegu	108
Joon. 89.	Sageduskurv. — Eestlaste pikkus	110
Joon. 90.	Katkendilise arvuderea sageduskurv. — Riigiteenijate arv palgaastmete järgi (1927. a.)	111
Joon. 91.	Pidevate arvuderidade sageduskurvid. — Tööliste arv töö- tasu järgi (8-tunnilise tööpäeva eest)	112
Joon. 92.	Pideva arvuderea lihtne ja ümmardatud sageduskurv. — Nisupeade pikkus 327 juhul	113
Joon. 93.	Sageduskurvi tüüpe. — Algkooliõpilaste vanusjaotus klas- side järgi (1923. a.)	115
Joon. 94.	Ribaköver. — Eesti 1927. a. välislaenu paberite kurss välis- börsidel 1927.—29. a.	117
Joon. 95.	Ordinaatide ärajätt kõvera nähtavuse tõstmiseks. — Piimandusühingute arvu liikumine 1908.—1921. a.	118
Joon. 96.	Vöötköver. — Sünnid, surmad ja abiellumised (keskmine arv päevas kuude järgi)	119
Joon. 97.	Vöötköver. — Hädaabitööde krediidi kasutajad 1924.—30. a.	120
Joon. 98.	100% vöötköver kõverana (polügoonina). — Või väljavedu riikide järgi 1922.—29. a.	121
Joon. 99.	100% astmeline vöötköver. — Eesti väljavedu riikide järgi 1922.—29. a.	121
Joon. 100.	Tasemeköver. — Elumaksumuse tasapind 1928. ja muu- tused 1929. aastaks	122

Joon. 101.	Hajumuslehvik. — Hindade taseme tõus eri riikides 1913. ja 1928. a. vahel	123
Joon. 102.	Hajumuslehvikute kõrvutus. — Ainete hinnad suurmüügil 1923—26, võrreldes 1922. a. tasemega	124
Joon. 103.	Rööplikumist avastav kõverate kõrvutus. — Võihiind ja margariiniinõudmine Berliini turul 1927. ja 1928. a.	125
Joon. 104.	Negatiivne sõltumus. — Temperatuur ja rasvainete nõudmine Saksas 1927. ja 1928. a.	126
Joon. 105.	Kõverad ühise suunaga, kuid erineva intensiivsusega. — Maailmajagude toodangu areng 1923—28 (1923. a. = 100)	126
Joon. 106.	Peegelduvad kõverad. — Toodangu tõus ja hindade lang tähtsamais riiges (1923. a. = 100)	127
Joon. 107.	Suuna avastamine suurte sesoonsete võnkude keskel. — Või väljavedu 1922—30	128
Joon. 108.	Kõverad põhjaliku muutuse konstateerijaina. — Kütetarvitus tõõnduses	128
Joon. 109.	Sageduskurve vormide avastamine. — Õpilaste vanus klasside järgi keskkooles 1923. a.	129
Joon. 110.	Kahe erineva moodsuga kõverad. — Protestitud vekslite arv ja summa 1923—30.	130
Joon. 111.	Logaritmilise ja lihtmoodsu erinevus. — 50% suurenemise näitamise vahe mõlemal moodsul	131
Joon. 112.	Logaritmilise moodsu konstrueerimine arvude jaoks 1—100.	134
Joon. 113.	Universaalne logaritmiline moods (x = 10 log u)	135
Joon. 114.	Sageduskurv logaritmilises moods. — Eesti rahvastiku vanuskurv 1922. a. ja selle teoreetiline õgvendamine	136
Joon. 115.	Histogramm logaritmilises moods (paljude kõveratega). — Balti riikide väliskaubanduse areng 1926—29.	137
Joon. 116.	Arvutusmoodsudega varustatud kõverad log. moodsul. — Hoisummad ja tagavarad New Yorki pankades 1867—1909	139
Joon. 117.	Kahe erineva moodsuga kõvera kokkulükkamine log. moodsul. — Petserimaa ja ülejäänud Eesti rahvastiku vanuskurvi võrdlus	141
Joon. 118.	Mitmesuguste kõverate ühendamine samal joonisel log. moods. — Mõned majanduselu nähised 1922—24.	142
Joon. 119.	Z-joonis. — Väljavedu 1929. a.	146
Joon. 120.	Võlvkurv. — Talundite arv 1929. a.	149
Joon. 121.	Võlvkurv ebaühtlaste rühmitiste võrdluse abinõuna. — Talundite arv 1925. ja 1929. a. põllumajanduslikul üleskirjutusel	150
Joon. 122.	Lorenzi kurv. — Talundite arv ja neile kuuluv maa 1929. a.	154
Joon. 123.	Tõenäosuskurv. — 248 707 puu-telefoniposti iga	156
Joon. 124.	Tõenäosuskurvi konstrueerimine ilma tõenäosuspaberita. — Eesti sõdurite pikkus	158
Joon. 125.	Normaaljaotus (Gaussi kurv) ja selle võrdlus algandmetega Eesti sõdurite pikkuse üle	160
Joon. 126.	Keskmekõver. — ETK kauba läbimüük kuude järgi 1922. a.	162
Joon. 127.	Polaarpaber	164
Joon. 128.	Kolmnurga kolm jaotust kolmebaasilise joonise jaoks	165

Joon. 129.	Kolmebaasiline joonis. — Suurtõõnduse toodangu komponendid 1924—29.	167
Joon. 130.	Gantti jooned. — Tehtud töö jälgimine, võrreldes kavasetuga	170
Joon. 131.	Gantti jooned. — Ühe kauba müük Am. Ühendriiges	171
Joon. 132.	Liitmise ja lahuamise nomogramm	175
Joon. 133.	Korrutamise ja jagamise nomogramm	177
Joon. 134.	Võla amortiseerimise arvutamise nomogramm	178
Joon. 135.	Rööpnomogramm nelja muutuva suuruse vahekorramiseks. — Veektorude vajaliku jämeduse määritlus	179
Joon. 136.	Kõva mudel. — Mootoris tarvitatud kompressiooni surve ja tarvitatud gaasisegu kogus tunnis hobujõu kohta	182
Joon. 137.	Kokkukäiv pappmudel	183
Joon. 138.	Perspektiivjoonis. — Teljeümbrise temperatuur, liikuva pinna kiirus ja tekkinud soojus	184
Joon. 139.	Sageduspind (kahekordne sagedusterea kõrvutus). — Isade ja poegade pikkuse korrelatsioon	186
Joon. 140.	Normaalse sageduse pind mudelina	186
Joon. 141.	Tulpjoonise aparaat lihtstereogrammide kujundamiseks	188
Joon. 142.	Sümboolsete kujutiste kõrvutus. — Tähtsamate põllumajandusainete toodang 1922—27.	190
Joon. 143.	Stiliseeritud kujutiste kõrvutus. — Õpilaste arv koolides 1922./23. õppeaastal	191
Joon. 144.	Liigituste arenemise sümboliseerimine. — Vigaste laste liigitus	191
Joon. 145.	Mahu järgi võrreldavate piltkujutiste kõrvutus. — Väliskaubanduse koostis 1924. a.	193
Joon. 146.	Joonistis jooniseid siduva elemendina. — Vigaste laste vigastuste liigitus	194
Joon. 147.	Illustreeritud kartogramm. — Eesti	195
Lisajoon. 2.	U-kurv. — Suremus 1000 vastava vanusrühma elaniku kohta Eestis	197
Joon. 148.	Uusimaid odavama arvutusmasina tüüpe	198
Joon. 149.	Arvutusmasin Hamann-automaat	199
Joon. 150.	Isomeeterpaber	199
Joon. 151.	Paljundamismasin „Geste'ner-Six“	204
Joon. 152.	Opalograaf	204
Joon. 153.	Paljundamisaparaat „Sensor“	205
Joon. 154.	Kirjutusmasin trükistiilis tähtedega	207
Joon. 155.	Trükikojas X-tähtedest laotud tulpjoonis. — Nakkushaiguste arv 1921.—30. a.	209
Joon. 156.	Optilisi silmapaiteid	210
Joon. 157.	Mõõdu suurendamise (vähendamise) viis	212
Joon. 158.	Stepanovi aparaat 100% jaotuse kujutamiseks	215
Joon. 159.	Ringjoonise aparaat (Stepanov)	215
Joon. 160.	Traatvõrk kõverate märkimiseks värvuseliste niitidega	216
Joon. 161.	Napoleoni elukäik kõverana	219
Joon. 162.	Pütagorase teoreemi graafilised tõestused	220

Jooniste kohta käiv andmestik

sisaldub järgmisis väljaandeis¹:

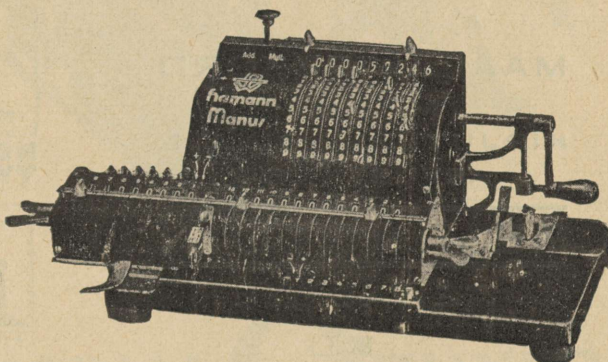
Joon. nr.		Joon. nr.	
1	Väliskaubandus.	33	Eesti Statistika nr. 76.
2	Eesti Statistika nr. 108.	34	G. Karsten, Charts & graphs.
3	„ „ iga nr.	35	Eesti Statistika nr. 76.
4	„ „ nr. 41.	36	G. Karsten, Charts etc.
5	Väliskaubandus.	37	Haridus Eestis.
6	Karjamajandus maailmas jne. J. Janusson.	38	Rahvalugemise andmed, Järva mkd.
7	II Riigikogu valimised.	39	Eesti Statistika nr. 6—8.
8	Rahvalugemise andmed. Järva mkd.	40	Riiklik aadressraamat 1926—27.
9	Eesti Statistika nr. 14.	41	Rahaministeeriumi kava.
10	Haridus Eestis.	42	G. Karsten, Charts etc.
11	Eesti Statistika nr. 95.	43	Põllumajanduseturg 1930. a., nr. 37.
12	Väliskaubandus.	45	Bacon industry of Estonia.
13	Eesti Statistika nr. 14.	46	Põllumaj. üleskirjutus 1929. a.
14	Haridus Eestis.	48	E. Day, Statistical analysis.
15	Eesti Statistika nr. 62.	49	Eesti Põllumajandus, II vihk.
16	„ „ nr. 42.	51	Eesti Statistika nr. 54.
17	Eesti Põllumajandus 1925. a.	52	Põllumajanduseturg 1931. a., nr. 2.
18	Eesti Statistika nr. 84.	53	IV Riigikogu valimised.
19	Väliskaubandus.	54	„ „ „
20	Haridus Eestis.	55	II „ „
21	Rahvalugemise andmed. Järva mkd.	57	Eesti Statistika nr. 65, 1927. a. lk. 277.
22	Eesti Statistika nr. 14.	61	Tööstus Eestis.
23	Haridus Eestis.	62	Asumaa majapidamised.
24	„ „	63	„ „
25	Eesti Statistika nr. 102.	64	Haridus Eestis.
26	Rahvalugemise andmed III v.	65	Eesti Statistika nr. 102.
27	Väliskaubandus 1921. ja 1922. a.	66	Põllumajanduseturg 1931. a., nr. 3.
28	Haridus Eestis.	67	Eesti Statistika nr. 86.
29	„ „	68	„ „ „
30	Eesti Põllumajandus.		
32	Tööstus Eestis.		

¹ Peale väheste eraldimainitute on kõik Riigi Statistika Keskbüroo väljaanded.

- | | | | |
|--------------|---|--------------|---|
| Joon.
nr. | | Joon.
nr. | |
| 69 | Eesti Statistika nr. 108 | 106 | Põllumajanduseturg 1930. a.,
nr. 34. |
| 73 | " " " | 107 | Väliskaub. ja E. Panga büllet. |
| 74 | " " igas nr.-s. | 108 | Eesti Statistika nr. 66, 1927. a.,
lk. 349 |
| 75 | Eesti Põllumajandus, II vihk. | 109 | Haridus Eestis. |
| 76 | Eesti Statistika 1927. a., lk. 432. | 110 | Eesti Statistika ja Eesti Panga
büllet. |
| 77 | Eesti Põllumajandus. | 114 | Eesti Statistika nr. 75. |
| 78 | Rahvalugemise andmed, Järva
mkd. | 115 | " " nr. 99. |
| 79 | Väliskaubandus. | 116 | H. Secrist, Readings and prob-
lems. |
| 80 | " " | 117 | Eesti Statistika nr. 75. |
| 81 | Eesti Statistika ja Eesti Panga
büllet. | 118 | " " 1924. a. |
| 82 | Eesti Statistika ja Eesti Panga
büllet. | 119 | Väliskaubandus. |
| 83 | Eesti Statistika nr. 77. | 120 | 1929. a. Põllumaj. üleskirjutus. |
| 84 | Eesti Statistika 1926. a., nr. 54. | 121 | " " " " |
| 86 | Väliskaubandus. | 122 | " " " " |
| 87 | " " | 124 | Eesti Statistika 1927.a., lk. 431
alat. |
| 89 | H. Reiman. Eestlaste rassiline
kuuluvus (ilmumas). | 125 | Eesti Statistika 1927. a., lk. 444. |
| 90 | Eesti Statistika nr. 84. | 126 | " " nr. 14. |
| 91 | " " nr. 102. | 129 | " " nr. 111. |
| 92 | H. Secrist, An introduction to
Stat. | 136 | J. Peddle, The construction of
graph. ch. |
| 93 | Haridus Eestis. | 138 | J. Peddle, The construction of
graph. ch. |
| 94 | E. Panga büllet. | 139 | U. Yule, Theory of Stat. |
| 95 | Eesti Statistika nr. 14. | 140 | " " " " |
| 96 | " " nr. 63, 1927. a. | 141 | V. Stepanovi brošüür. |
| 97 | " " nr. 108. | 142 | Eesti Põllumajandus. |
| 98 | Väliskaubandus. | 143 | Haridus Eestis. |
| 99 | " " | 144 | Vigased lapsed. |
| 100 | Eesti Statistika nr. 90. | 145 | Väliskaubandus. |
| 101 | " " nr. 77. | 146 | Vigased lapsed. |
| 102 | " " nr. 62. | 158—160 | V. Stepanovi ja Br. Sca-
moni brošüür. |
| 103 | Põllumajanduseturg 1930. a.,
nr. 29. | 162 | Weidmüller, Graph. Darstellun-
gen usw. |
| 104 | Põllumajanduseturg 1930. a.,
nr. 29. | | |
| 105 | Põllumajanduseturg 1930. a.,
nr. 34. | | |

KÕIGE TÄIELIKUMAD ARVUTUSMASINAD

THALES
HAMANN
ASTRA



mitmesuguseis mudeleis, käsitsi ja
elektriga töötavad ning täiesti auto-
maatse jagamise ja korrutamisega ALATES KR. 260.—

- - - *Nõudke ostukohustuseta demonstreerimist* - - -



AINUESINDUS EESTIS
LIER & ROSSBAUM, TALLINN, VIRU TÄN. 7
TEL. 433-34

o./Ü. **SYSTEMA** ||||

TALLINN, TEL. 430-09.

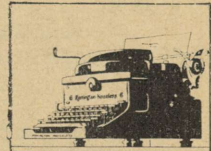


ARVUTUSMASINAD
BRUNSVIGA

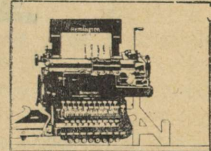
NOVA 13 JA 12 Z.

MAAILMAREKORD
MÜÜDUD
KIRJUTUSMASINATE
ARVUST PÜSIB

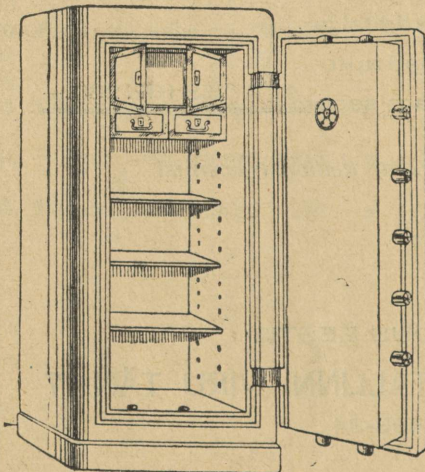
REMINGTONI
TEHASTEL



**NOISELESS
TYPEWRITER**

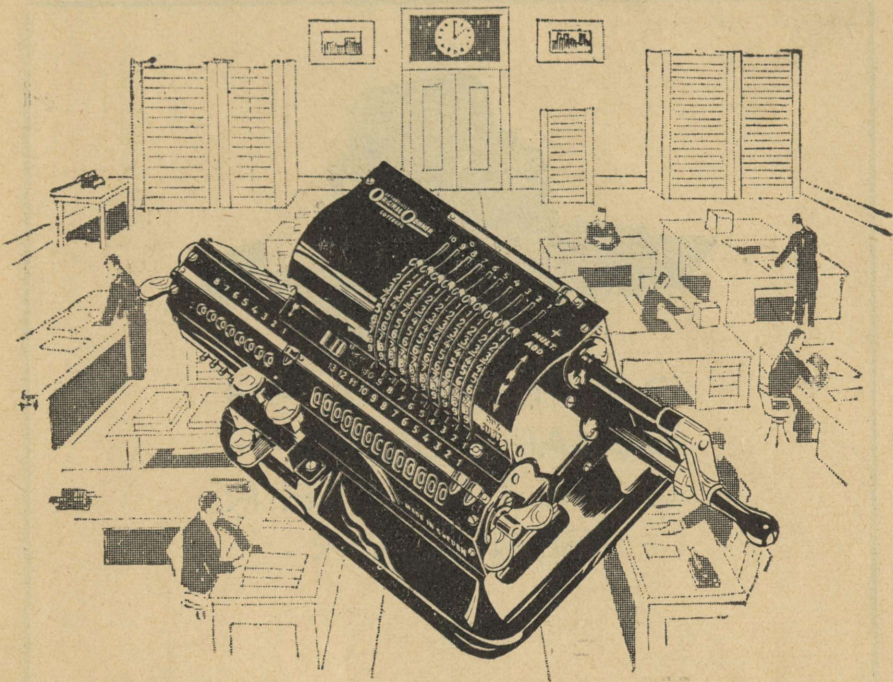


**ACCOUNTING
MACHINES**



SOOME
G. R. GRUNDSTRÖMI
RAHAKAPID

PALJUNDAJAD-
ROTAATORID
ROTO-RECORD
BRÜCO-COPIST



ORIGINAL-ODHNER

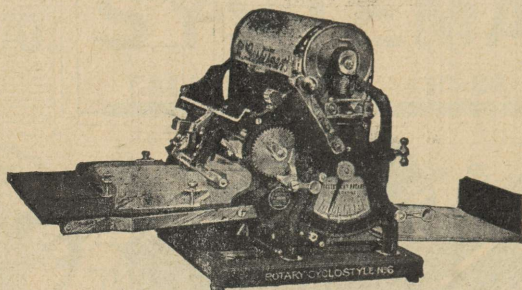
PARIM, ODAVAIM JA TUNTIIM
ROOTSI ARVUTUSMASIN

Ainuesindus Eesti, Läti ja Leedu jaoks

A. & P. MIETENS

Tallinn, Merepuiestee 15. Tel. 306-46, 305-00.

BÜROOMASINATE PARANDUSTÖÖKODA.



OPALOGRAPH
SCHAPIROGRAPH
GESTETNER
SENSATOR



Paljundamisaparaadid suurima ja parima paljundamisvõimega paljundavad arvjooniseid, joonistisi, kõiksuguseid käe- ja masinakirju, formulaare, plaane, noote, viskeid j. n. e. j. n. e.

Nõudke ostukohustuseta demonstreerimist.

AINUESINDUS EESTIS

LIER & ROSSBAUM, TALLINN

VIRU TÄN. NR. 7. :: TEL. 433-34.

HIND 5 KROONI