

LOODUSVARADE INSTITUUDI AVALDISED  
PUBLICATIONS  
OF THE NATURAL RESOURCES RESEARCH INSTITUTE  
OF ESTONIA

---

№ 6

AUGUST VELNER

VEEPINNAD  
NARVA JÕE JA PEIPSI JÄRVE VESIKONNAS  
1929—1938

WITH ENGLISH SUMMARY:

WATER LEVELS  
IN THE DRAINAGE BASIN OF THE NARVA RIVER  
AND LAKE PEIPSI  
1929—1938

TALLINN, 1940

LOODUSVARADE INSTITUUDI AVALDISED  
PUBLICATIONS  
OF THE NATURAL RESOURCES RESEARCH INSTITUTE  
OF ESTONIA

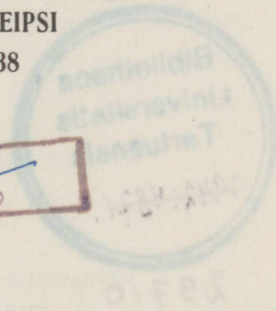
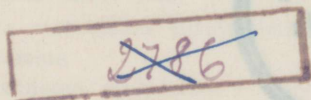
№ 6

AUGUST VELNER

VEEPINNAD  
NARVA JÕE JA PEIPSI JÄRVE VESIKONNAS  
1929—1938

WITH ENGLISH SUMMARY:

WATER LEVELS  
IN THE DRAINAGE BASIN OF THE NARVA RIVER  
AND LAKE PEIPSI  
1929—1938



TALLINN, 1940

A- 13586

2



29710

# SISUKORD.

	Lk.
<b>I. Sissejuhatus</b> . . . . .	5
1. Veemõõtjate koosseis ja asend . . . . .	5
2. Vesikonna iseloom . . . . .	7
3. Veepinna vaatluste ja veepinna kõrguste arvutamise viis . . . . .	7
4. Veepinna vaatluste eesmäärke . . . . .	9
5. Hüdroloogiline aasta . . . . .	11
6. Veepinna vaatluste täpsus . . . . .	11
7. Sagedusarvude tuletamise viis . . . . .	12
8. Variatsiooniteguri määramise viis . . . . .	12
<b>II. Aastakeskmised veepinnad</b> . . . . .	13
1. Aastakeskmiste veepindade korrelatsioon . . . . .	13
2. Jõgede ja järvede aastakeskmiste veepindade hajumus . . . . .	17
3. Aastakeskmiste veepindade võrdlus kümmeaastakus 1929—1938 ja vaatlustereas 1885—1938 . . . . .	18
4. Aastakeskmiste veepindade tõenäosus . . . . .	20
<b>III. Maksimumid ja miinimumid</b> . . . . .	21
1. Maksimumide ja miinimumide tõenäosus . . . . .	21
2. Maksimumide ja miinimumide hajumus . . . . .	24
<b>IV. Kuukeskmised veepinnad</b> . . . . .	25
1. Kuukeskmised veepinnad järvedeta vesikondades . . . . .	25
2. Kuukeskmised veepinnad järvedega vesikondades . . . . .	28
3. Kuukeskmiste veepindade raskuskeskpunkt . . . . .	29
4. Veepindade amplituud . . . . .	29
5. Kuu veepindade hajumus üle aasta . . . . .	30
6. Kuukeskmiste veepindade korrelatsioon . . . . .	31
7. Veepindade jaotumus kuu kestel . . . . .	34
8. Veepindade käik aastatsükli . . . . .	40
<b>V. Veepinnad 1929.—1938. aasta reas.</b> . . . . .	42
1. Sagedused ja statistilised karakteristikud . . . . .	42
2. Mode määramine . . . . .	45
3. Jaotumufunktsiooni määramine . . . . .	46
4. Veepindade kestuskõverad . . . . .	51
5. Veepindade sagedus äärmistes intervallides . . . . .	51
6. Sagedusarvude iseloomulikke jooni . . . . .	53
7. Häired veepindade jaotumuses . . . . .	54
8. Veepindade vööndid . . . . .	56
<b>VI. Jääolud Narva jõe ja Peipsi järve vesikonnas kümmeaastakus 1929—1938</b> . . . . .	57
<b>VII. Tulemusi</b> . . . . .	59

# CONTENTS.

	Page
<b>I. Introduction</b> . . . . .	5
1. Location of stage-stations . . . . .	5
2. Characteristic of drainage basins . . . . .	7
3. Methods of stage gaging and calculating of the water levels . . . . .	7
4. Purposes of the stage gaging . . . . .	9
5. Hydrological year . . . . .	11
6. Errors in the stage gaging . . . . .	11
7. Determination of the frequencies . . . . .	12
8. Determination of the coefficient of variation . . . . .	12
<b>II. The averages of the yearly water levels</b> . . . . .	13
1. Correlation between the averages of the yearly water levels . . . . .	13
2. Dispersion of the averages of the yearly water levels on the rivers and on the lakes . . . . .	17
3. Comparison of the yearly water level series in the range of years 1929—1938 and 1885—1938 . . . . .	18
4. The probability of the yearly water levels . . . . .	20
<b>III. Maximums and minimums</b> . . . . .	21
1. The probability of the maximums and the minimums . . . . .	21
2. Dispersion of the maximums and the minimums . . . . .	24
<b>IV. The averages of the monthly water levels</b> . . . . .	25
1. The averages on the drainage basin without the lakes . . . . .	25
2. The averages on the drainage basin with the lakes . . . . .	28
3. The centre of the hydrographs . . . . .	29
4. The monthly amplitude of the water levels . . . . .	29
5. Dispersion of the monthly water levels throughout the year . . . . .	30
6. Correlation between the monthly water levels . . . . .	31
7. Distribution of the water levels in the months . . . . .	34
8. The average hydrograph of the daily water levels . . . . .	40
<b>V. The daily water levels in the years 1929—1938.</b> . . . . .	42
1. The frequencies and the statistical characteristics . . . . .	42
2. Determination of the mode . . . . .	45
3. Determination of the theoretical frequency curves . . . . .	46
4. The integral curves of the frequencies . . . . .	51
5. The frequencies in the extreme classes . . . . .	51
6. Singularities of empirical frequency curves . . . . .	53
7. Disturbance in the distributions of the daily water levels . . . . .	54
8. The zones of the daily water levels . . . . .	56
<b>VI. Ice conditions on the basin of Narva river and lake Peipsi in the years 1929—1938</b> . . . . .	57
<b>VII. Results</b> . . . . .	59

## I. SISSEJUHATUS.

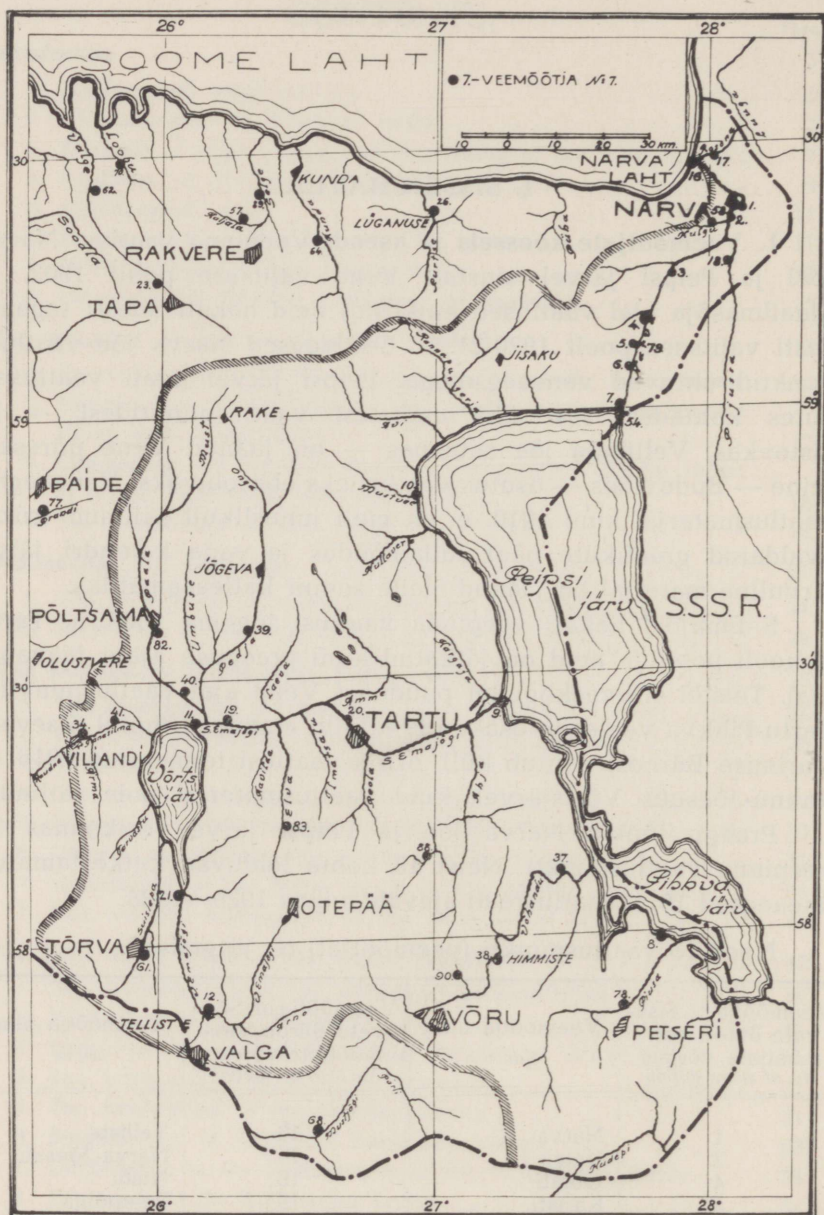
**1. Veemõõtjate koosseis ja asend.** Veepinna vaatlusi Narva jõel ja Peipsi järvel alustati Vene valitsuse poolt 1902. a. Maailmasõja ajal vaatlused katkesid; neid hakati uuesti tegema Eesti valitsuse poolt 1920/21. a. Eestiaegsed Narva jõe vaatluspunktid ühtuvad veneaegsetega. Peipsi järvel avati vaatlused uutes kohtades, sest üks endistest vaatluspunktidest — B. Listovkas, Veliikaja jõe suudmes — on jäänud Vene piiresse, teine — Budovitsis — osutus vaatlusteks ebasobivaks. Veneaegne vaatlusmaterjal kuni 1910. a. on meil juhuslikult säilinud trükis avaldatud graafikute näol süllamõõdus ja vana kalendri järgi. Arvuline materjal on jäänud meile senini kättesaamatuks.

S.-Emajõel hakati veepinna vaatlusi tegema 1867. a. Tartu ülikooli poolt ja neid on jätkatud kuni praeguse ajani jäävabal ajal. Teistel siseveekogudel puudusid Vene ajal vaatluspunktid. Tartu-Pihkva veeteede osakonna arhiivi andmeist (hoiul Sisevete Uurimise Büroos) nähtub küll, et on vaatlusi toimetatud 1916. a. Rannu-Jõesuus Võrtsjärvel, kuid vaatlusmaterjal pole säilinud.

Praegu töötab Narva jõe ja Peipsi järve vesikonnas 35 veepinna vaatluspunkti. Neist 18 kohta leiduvad katkestamatud üheaegsed 10 a. vaatlusread ajavahemikus 1929—1938.

Need 18 vaatluspunkti (veemõõtjat) on järgmised:

Veemõõtja nr. Sisevete Büroo veemõõtjate võrgus <i>No. of stage station</i>	Veemõõtja nimi <i>Name</i>	Veemõõtja nr. Sisevete Büroo veemõõtjate võrgus <i>No. of stage station</i>	Veemõõtja nimi <i>Name</i>
1	Narva	12	Telliste
2	Kulgu	16	Narva-Jõesuu
4	Omuti	18	Nisõi
5	Karjati	19	Palupõhja
6	S.-Perevolok	20	Kärkna
7	Vasknarva	21	Pikasilla
8	Lisje	39	Tõrve
9	Praaga	54	Kuritseki
11	Rannu-Jõesuu	58	Arumäe



Joon. 1. Veemõõtjate asukohad Narva jõe ja Peipsi järve vesikonnas.

Veemõõtjate asukohad on näha juuresoleval kaardil (joon. 1). Geograafilised koordinaadid leiduvad Sisevete Büroo aasta-raamatuis.

Veemõõtja nr. 16 asub Narva jõe suudmes. See veemõõtja iseloomustab mere veepindu Narva lahes. Veemõõtja nr. 1 asub Narva linnas — allpool Narva koske, nr. 2 — ülalpool Narva koske, Kulgu sadamas, nr. 4 — Narva jõel otse allpool Omuti karestikke, nr. 5 — Karjati karestikus, nr. 6 — otse ülalpool Karjati karestikke, nr. 7 — Narva jõe lähtes ca 1 km Peipsi järvest Narva jõel, nr. 54 — Peipsi järvel Narva jõe lähtes, nr. 9 — S.-Emajõe suudmes ca 1 km Peipsi järvest S.-Emajõel, nr. 8 — Pihkva järvel, nr. 20 — S.-Emajõel Tartu-Tapa laiarööpmelise raudtee kohal, nr. 19 — S.-Emajõel allpool Pedja jõe suuet, nr. 11 — S.-Emajõe lähtes, nr. 21 — V.-Emajõel ca 1,5 km Võrtsjärvest V.-Emajõel, nr. 12 — V.-Emajõel. Nr. 18 asub Pljussa jõel, nr. 39 — Pedja jõel, nr. 58 — Kulgu jõel, mis suubub Narva jõkke Kulgu sadamas. Kulgu jõgi on õgvendatud ja süvendatud ning sarnaneb kunstliku veejuhtmega.

**2. Vesikonna iseloom.** Kõik veemõõtjad, välja arvatud nr. 12, 39 ja 58, on mõjustatud järvedest, sest nende vesikonnis kõigub järvede protsent 3,3 (S.-Emajõe suue) kuni 8,7 (S.-Emajõe lähtekoht Rannu-Jõesuus). Olgugi et veemõõtjad nr. 21, 11, 9 ja 7 asuvad jõgedel, on nad aga sisuliselt järvede veemõõtjad — nr. 21 ja 11 Võrtsjärvel ning nr. 9 ja 7 Peipsil. Nr. 12 ja 39 vesikond on mõjustatud sedavõrd väikesest järvede protsendist, et neid võib lugeda järvede mõjust vabaks. Päris järvedeta on veemõõtja nr. 58 vesikond.

Jõestiku ja veejuhtmete tihedus kõigi vesikondade ulatuses on peagu võrdne ( $0,3 \text{ km}/1 \text{ km}^2$ ), ainult Kulgu jõe Arumäe profiilis puuduvad vesikonnas looduslikud veejuhtmed, neid asendavad kaevatud kraavid. Enamvähem täpne vahekord soode, metsade ja põldude vahel on määratud S.-Emajõe vesikonnas Kärkna profiilis. Seal on märgi niite ja soid ca 25%, metsi ca 27% ja põldu ning kuivi niite ca 44%. Retentsiooni suhtes erinevad vesikonnad üksteisest peamiselt järvede protsendiga, muus osas peale vesikonna suuruse retentsioonis olulisi lahkuminekuid ei ole.

**3. Veepinna vaatluste ja veepinna kõrguste arvutamise viis.** Veepinna vaatlusi on toimetatud 3 korda päevas — kell 07, 13 ja 21 — 2-cm jaotustes paikkindla latiga või käsilatiga paikkindlalt

Tabel nr. 1.  
Vesikonna karakteristikud.

Veemõõtja nr. Sisev. Büroo vaatlusvõrgus No. of stage stations	Veekogu nimetus Name of river and lake	Vesikonna suurus km <sup>2</sup> Drainage basin km <sup>2</sup>	Järvi vesi- konnas, 0/0 Lake percentage %	Jõestiku tihe- dus km/1 km <sup>2</sup> Density of rivers km/1 km <sup>2</sup>	Märja niitu, soid 0/0 Swamp percen- tage %	Metsa 0/0 Forest percen- tage %	Põldu, kuiva niitu, 0/0 Field percen- tage %
12	V.-Emajõgi	1068	0,6				
21	V.-Emajõgi	1275					
11	S.-Emajõgi	3387	8,7				
19	S.-Emajõgi	6160	4,9				
39	Pedja jõgi	807	0,2				
20	S.-Emajõgi	7816	4,0		25	27	44
9	S.-Emajõgi	9958	3,3	0,3			
8 } 5 }	Peipsi- Pihkva järv	47924					
7	Narva jõgi		47824	8,6			
6 } 4 }	Narva jõgi						
2	Narva jõgi	55887	8,1				
1	Narva jõgi	55978					
16	Narva jõgi	56056					
18	Pljussa jõgi	6585	0,2				
58	Kulgu jõgi	35	0,0				

esemelt. Kindelpunktide kui ka vaatluste kontrolli on teostatud vähemalt üks kord aastas. Kolmest tähtajalisest vaatlusest on moodustatud aritmeetilised keskmised ning need üle viidud veemõõtja nullile. Allpool esinevad arvud kujutavadki veepinna kõrgusi üle vastava veemõõtja nulli (graafiku nulli).

Üldiselt peetakse soovitavaks valida antud jõel või jõgede süsteemis veemõõtja null sääraselt, et veepinna kõrgused oleksid ühtekuuluvad ja otseselt võrreldavad. Seda võib teostada paigutades veemõõtja nullid näiteks üheaegsele madala veepinna kõrgusele. Laevasõidu seisukohalt oleks see väga soovitav, sest veepinna kõrgus üle veemõõtja nulli oleks siis ühtlasi ka veepinna kõrgus üle madala veepinna seisu. Sääraselt on toimitud näiteks Doonau jõel juba 1838. a. Kuid möödunud peagu 100 a. jooksul on

jõesängi pikiprofiil seal sedavõrd muutunud ( $\pm 1$  m), et 1930. a. tuli määrata uus võrreldav madalvee tase.

Hoolimata sellest, et aegade jooksul jõgede üldine tase jõesängi välja- ja pealeuhtumise tagajärjel võib muutuda, mistõttu ka valitud nulltase muutub, esinevad peale selle raskused üheaegse madalveeseisu tabamiseks veemõõtjate asutamisel erinevatel aegadel. Veemõõtjate nullid Narva jõe ja Peipsi vesikonnas on asetatud sellepärast sääraselt, et võimalikult vältida negatiivseid arvusid, püüdmata asetada neid ühtekuuluvale veepinna tasemele.

Meie jõgede sängide pikiprofiilid muudavad vähe oma kõrgustaset, ja seda kas kindla jõepõhja koosseisu tõttu või veevoolu väikeste kiiruste tõttu. Tunduvad muutused pikiprofiilis esinevad kümnendite ja sajandite kestel. Käsitletavas ajavahemikus, s. t. 1929—1938, pikiprofiilid veemõõtjate kohal on jäänud praktiliselt muutumatuks, välja arvatud veemõõtja nr. 58, kus õgvendatud jõe põhi puuduliku korrashoiu tõttu on kerkinud.

Kuna Narva jõe süvendustööd alles käesoleval aastal lõpevad ning eelmistel aastatel purustatud, kuid jõesängist osalt koristamata materjal veepinna alanemist ei lasknud täiel määral mõjule pääseda Peipsi veepindade alal, siis tuleb lugeda, et ka nende tööde mõju veepindadele ülalpool süvendatud jõeosa ei ole avaldanud tunduvat mõju veepinna tasemele ajavahemikus 1929—1938.

**4. Veepinna vaatluste eesmäärke.** Veepinna võnkumised veekogudes aasta-aegade ja aastate kestel olenevad peamiselt ilmastiku ja kliima muutustest. Ilmastik muutub perioodiliselt aasta-aegade järgi; kas ka kliima avaldab perioodilisi võnkeid, selle kohta puudub teatavasti ühine arvamine, kuid kindel on, et ta, jäädes pika ajavahemiku keskmisena muutumatuks, muutub aastate ja aastakümnete kestel. Kuna veepinna võngetele äravoolu tõttu vesikonnast avaldavad mõju kõik meteoroloogilised tegurid, siis võiks põhjendatult lugeda veepinna taset veekogudes kliimateguriks (õigupoolest kliima integraalteguriks), seda enam et veepinna tase veekogudes ei ole tingitud ainuüksi äravoolust vesikonnast, vaid ka jõe taimestikust vegetatsiooni ajal ja jääst veekogude jäätumise ajajärgul. Need viimased tegurid sõltuvad samuti ilmastikust ja kliimast.

Kui veepinna vaatluste otstarbeks oleks ainuüksi ilmastiku- ja kliimavõngete uurimine, siis selleks ei oleks vaja arendada vaatlusvõrku üle vesikonna, vaid jätkuks ühest vaatluspunktist antud vesikonnas. Veepinna vaatlused taotleavad aga hoopis reaalsemaid ja praktilisemaid ülesandeid. Veepinna vaatlused on aluseks äravoolu uurimisele vesikonnast. Antud voolu profiilis võib vähese arvu mõõtmistega selgitada sõltuvust veepinna kõrguse ja vooluhulga vahel, s. t. tuletada vooluhulga funktsiooni veepinna kõrgusest [ $Q = f(H)$ ]. Pidevad veepinna vaatlused annavad empiirilise sõltuvuse veepinna kõrguse ja aja vahel, s. t. võimaldavad tuletada  $H = F(t)$ . Siit näeme, et on võimalik leida vooluhulga sõltuvust veepinna kõrgusest ja ajast, s. t.  $Q = f_1(H, t)$ , millele tuginebki äravoolu määramine vesikonnast.

Peale selle on paljude veemajanduslike ülesannete lahendamiseks ja vesiehitiste rajamisel tarvis teada veepinna kõrguse keskmisi ja ääreväärtusi ning nende esinemise tõenäosust antud ajavahemikus. Olgu mainitud laevasõitu, parvetust, asulate ja kultuurmaade kaitset suurvee vastu, teid, sildu jpm.

Veepinna tase veekogus määrab ümbruskonnas põhjavee kõrguse, millest sõltuvad metsa, taimestiku ja põllumajanduslike kultuuride kasvutingimused. Lahtiste veekogude tase võib põhjavee seisust mõjustada mitte ainult oma lähemas ümbruses, vaid see mõju võib ulatuda kaugemale, eriti siis, kui veekogusse suubub surve all olev (arteria-) põhjavee vool, mille infiltratsioonipind asub veekogust eemal. Infiltratsioonipinna kohal teeb põhjavee seis kaasa vähemalt sekulaarsed võnked lahtises veekogus.

Veepinna taseme jälgimine lahtistes veekogudes omab sellepärast iseseisvat tähtsust kui uurimisobjekt, olenemata äravoolu uurimisest vesikonnast. Iseseisva uurimisobjekti tähtsust omab veepinna kõrgus veel sellepärast, et ta ei olegi olenev ainuüksi äravoolust. Nii looduslikud kui ka kunstlikud muutused veekogudes mõjustavad veepinda. Olgu nimetatud geoloogilised protsessid, jõgede süvendused, paisehitised jne. Jõgede ummistumine vesitaimestikuga, jääsulud jäätumise ajajärgus ja ummistused muudel põhjustel mõjustavad veepinda veekogudes ja selle kaudu avaldavad mõju asustamistingimustele ümbruskonnas.

Allpool käsitlemegi veepindu Narva jõe ja Peipsi vesikonnas sääraselt, nagu nad on esinenud ajavahemikus 1929—1938, silmas

pidades seda, et neid ei ole põhjustanud ainuüksi äravoolu suurus vesikonnast, vaid et nad on terve rea põhjuste tulemus.

**5. Hüdroloogiline aasta.** Nagu allpool näeme, on veestatistika aluseks võetud aasta, mis algab 1. novembriga ja lõpeb oktoobri viimase päevaga. Niisugust aastat nimetame hüdroloogiliseks aastaks. Näiteks hüdroloogiline aasta 1929. a. algab kalendriaasta 1. novembril 1928 ja lõpeb 31. oktoobril 1929. Seesuguse valiku põhjuseks on asjaolu, et niisugune aasta laseb end poolitada iseloomulikesse poolaastaisse. Esimesse poolaastasse satub talv, teise suvi. Neid poolaastaid võib sellepärast nimetada talve- ja suvepoolaastaks. Uhes varem as<sup>1)</sup> on hüdroloogilise aasta alguseks valitud 1. det. ja esimese poolaasta lõpuks 31. mai, seda sel põhjusel, et maikuu äravoolu vesikonnist mõjustavad meie oludes veel talvised sademed. On mõeldav ja mõnel pool ka tarvitusel hüdroloogilise aasta valik teisiti ning jaotus mitte poolaastate viisi, vaid teiste tunnuste järgi. Ka meie võiksime põhjendatult valida hüdroloogilise aasta alguseks 1. augusti, sest juulikuu lõpuks on vesikonna veetagavarad miinimumini kahanenud ning augustikuust peale algab meil veetagarade akumulatsioon vesikonnis. Akumulatsioon kestab kuni 1. märtsini. Sealtpäele hakkab tagavarade kahanemine. Sellega siis kestab akumulatsiooniajajärk 1. augustist 1. märtsini, s. t. 7 kuud, ja 5 kuu kestel toimub tagavarade mahavoolamine, eriti tugevasti kevadkuudel, ja tagavarade tarvitamine vegetatsioonil arvel suvekuudel. Oleme peatuma jäänud hüdroloogilise aasta juurde algusega 1. novembril, eriti sellepärast, et selle kuupäeva on oma hüdroloogilise aasta alguseks võtnud ka teised Läänemerd ümbritsevad maad kokkuleppel juba I Läänemere-maade hüdroloogide konverentsil 1926. a. Riias.

**6. Veepinna vaatluse täpsus.** Edasi tuleks tähelepanu juhtida järgmistele konventsioonidele. Nagu ülal tähendatud, veestatistika aluse moodustavad kolmest tähtajalisest vaatlusest tuletatud aritmeetilised keskmised, s. t. igale vaatlusele päevakeskmise moodustamisel on antud võrdne kaal. See menetlus on meie oludes ka täiesti põhjendatud, sest veepinna võnkumine meie veekogudes toimub võrdlemisi aegamööda. Kolmest tähtajalisest

1) Wellner, A. Abflussverhältnisse einiger Flussgebiete Estlands. Leningrad, 1933.

vaatlusest tuletatud aritmeetilise keskmise võrdlus limnigrammist tuletatud päevakeskmise veepinna kõrgusega Leiva jõe vesikonnas (vesikond ca 80 km<sup>2</sup>) näitab, et vahe nendes keskmistes ei ületa vaatlusvigu. Veepinna vaatlemine toimub latilt täpsusega 1 cm. Säärane täpsus on saavutatav meie tasase vooluga jõgedes vaikse ilmaga. Lainetuse puhul jõel, aga eriti suurel järvel vaatleja märgib latil laine harja ja jala kõrguse ning määrab neist keskmise. Tugeva lainetuse puhul võivad tekkida siin ebamäärased vaatlusvead. Pika vaatlusterea keskmistes taanduvad ka need vead kui juhuslikud latilt loetavale täpsusele. Üksik vaatlus niisugusel korral jääb paratamatult vigaseks, mille suuruse kohta eriuurimust pole tehtud.

**7. Sagedusarvude tuletamise viis.** Sagedusarvude tuletamisel on valitud sagedusühikuks üks päev ja see ühik on paigutatud sinna intervalli (klassi), milles vastavat veepinna kõrgust vaadeldud, olgugi et veepind eelmise ja käesoleva vaatluse tähtaja vahel võis läbida mitu intervalli (klassi). Sagedusühiku interpoolimist intervallides ei ole teostatud, esiteks sellepärast, et niisuguseid juhtumeid esineb meil harva, ja teiseks sellepärast, et ühiku interpoolimine ei mõjusta veepindade jaotuse üldpilti. Poola hüdrograafiline asutis algas kord seesugust interpoolimist, kuid hiljem on loobunud kui asjatust ja aegaraiskavast täpsustamisest.

Intervalli (klassi) suuruseks on valitud 10 või 20 cm. Sellest tekivad sagedusread argumendi erineva amplituudiga (veepinna kõrguse astmestik) ja mittevõrreldavate sagedusarvudega. Sagedusridade võrdluseks tuleb need loomulikult üle viia ühele ning samale mõõdule, võttes sageduskõveraga piiratud pindala mõõtühikuks. Säärane ühisele mõõtühikule redutseerimine on ebamugav operatsioon, kuid veel ebamugavam oleks opereerida algusest peale relatiivarvudega, valides näiteks veepinna amplituudi võrdseks 100 hüdrograadiga, intervalli võrdseks näiteks 5 või 10 hüdrograadiga ja sagedusarvu mõõtühikuks  $\frac{1}{S}$ , kus  $S$  = kollektiivi maht.

**8. Variatsiooniteguri määramise viis.** Allpool oleme kasutanud statistilisi karakteristikuid; neist variatsioonitegur

$$\left( C_v = \frac{\sigma}{H_m} \right)$$

sõltub veepinna kõrguse nullpunkti valikust. Kuna meie null-

punkti tase ei asu ühtekuuluvale veepinna kõrgusel, siis võrreldavate  $C_v$  saamiseks on aritmeetiline keskmine ( $H_m$ ) redutseeritud veepinna minimaalsele tasemele käesolevas kümmeaastakus. Ka säärane variatsiooniteguri ( $C_v$ ) leidmise viis pole täpne, sest käesoleva kümmeaastaku miinimum pole absoluutne. Põhimõtteliselt oleks õige määrata võrreldavaks tasemeks vooluvetes nullvooluhulgale vastav veepinna tase ja väljavooluga järvedes väljavoolu läve kõrgus, mis samuti vastab väljavoolu nullvooluhulga veepinna tasemele järves. Väljavooluta järves tuleks valida võrreldavaks tasemeks veepinna absoluutne miinimum (või veel õigem — kunagi olnud kõige madalam miinimum). Asja lihtsustamise mõttes oleme peatuma jäänud käesoleva kümmeaastaku miinimumi juurde, mille kaudu oleme väljendanud  $C_v$  selleks, et neid omavahel võrrelda käesolevas kümmeaastakus.

## II. AASTAKESKMISED VEEPINNAD.

**1. Aastakeskmiste veepindade korrelatsioon.** Vaadeldes aastakeskmisi veepindu võib tähele panna, et peagu kõigis veekogudes kuni 1933. a. on aastakeskmised püsinud kõrgemal 10 a. keskmisest (tabel 2). 1933. a. alates kuni kümmeaastaku lõpuni jäävad peagu kõik aastakeskmised alla 10 a. keskmist. Erineb 1936. a., mille keskmine ületab 10 a. keskmise. Uldisest seaduspärasusest erinevad: nr. 4 — Omuti, nr. 58 — Arumäe, nr. 1 — Narva ja nr. 16 — Narva-Jõesuu. Neil veemõõtjatel on veepindu mõjustanud mitte aasta veerohkus, vaid muud tegurid, nii nr. 4 ja nr. 1 jääummistused, nr. 16 merevee seis, nr. 58 Kulgu jõe muutuv seisukord.

Seal, kus puuduvad veepindu mõjustavad erilised tegurid ja kus nad on tingitud peamiselt veerohkusest, on aastakeskmiste veepindade käik üle kogu Narva jõe ja Peipsi vesikonna enam-vähem ühtlane. Seda käiku ei tumesta ka suurte järvede mõju. Näit. aastakeskmiste veepindade korrelatsioon Vasknarva (Peipsi) ja Telliste (V.-Emajõgi) vahel on  $r_{TeWa} = +0,74 \pm 0,097$ , Telliste (V.-Emajõgi) ja Tõrve (Pedja j.) vahel  $r_{TeTõ} = +0,67 \pm 0,110$ . Eri olukorras asuvad aastakeskmised veepinnad Arumäel, kus nad ei korreleeru teiste veemõõtjatega, näiteks Telliste ja Arumäe korrelatsioon on iseloomustatud  $r_{TeA} = -0,12$ . Sama võib väita ka Omuti, Narva ja N.-Jõesuu kohta.

Tabel nr. 2.  
Aastakeskmised veepinnad.

Aastad	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1929.—1938. a. keskmise $H_m$
Veemõõtjad											
Nr. 12. Telliste $H$	73	73	84	71	35	28	54	52	34	46	$H_m = 55 \pm 6,0$
$H - H_m$	+18	+18	+29	+16	-20	-27	-1	-3	-21	-9	$\sigma = 18 \pm 4,0$ $C_v = 0,23$
Nr. 21. Pikasilla $H$	156	129	147	127	87	42	82	119	77	55	$H_m = 102 \pm 11,0$
$H - H_m$	+54	+27	+45	+25	-15	-60	-20	+17	-25	-47	$\sigma = 36 \pm 8,0$ $C_v = 0,35$
Nr. 11. Rannu-Joesuu $H$	133	106	123	100	59	14	57	94	52	29	$H_m = 77 \pm 10,0$
$H - H_m$	+56	+29	+46	+23	-18	-63	-20	+17	-25	-48	$\sigma = 32,9 \pm 7,3$ $C_v = 0,32$
Nr. 19. Palupõhja $H$	170	145	154	134	83	28	99	122	83	57	$H_m = 108 \pm 13,0$
$H - H_m$	+62	+37	+46	+26	-25	-80	-9	+14	-25	-31	$\sigma = 43,1 \pm 9,6$ $C_v = 0,36$
Nr. 39. Tõrve $H$	33	18	26	32	10	8	34	30	17	15	$H_m = 22 \pm 2,8$
$H - H_m$	+11	-4	+4	+10	-12	-14	+12	+8	-5	-7	$\sigma = 9 \pm 2$ $C_v = 0,15$
Nr. 20. Kärkna $H$	134	95	130	109	63	24	75	94	61	35	$H_m = 82 \pm 11,0$
$H - H_m$	+52	+13	+48	+27	-19	-58	-7	+12	-21	-47	$\sigma = 35 \pm 7,7$ $C_v = 0,31$

Nr. 9. Praaga H	166	120	152	138	126	93	100	137	100	94	$H_m = 122 \pm 8,0$
	+44	-2	+30	+16	+4	-29	-22	+15	-22	-28	$\sigma = 24,4 \pm 5,4$ $C_v = 0,35$
Nr. 8. Lisje H	137	89	122	104	94	58	63	101	69	56	$H_m = 89 \pm 8,0$
	+48	0	+33	+15	+5	-31	-26	+12	-20	-33	$\sigma = 26,3 \pm 5,8$ $C_v = 0,31$
Nr. 54. Kuritseki H	117	69	101	82	72	34	47	85	49	42	$H_m = 70 \pm 8,0$
	+47	-1	+31	+12	+2	-36	-23	+15	-21	-28	$\sigma = 25,6 \pm 5,7$ $C_v = 0,32$
Nr. 7. Vasknarva H	144	95	129	110	95	61	71	109	72	62	$H_m = 95 \pm 8,5$
	+49	0	+34	+15	0	-34	-24	+14	-23	-33	$\sigma = 27,1 \pm 6,0$ $C_v = 0,32$
Nr. 6. S.-Perevolok H	139	92	127	110	95	63	72	105	73	63	$H_m = 94 \pm 8$
	+45	-2	+33	+16	+1	-31	-22	+11	-21	-31	$\sigma = 25,2 \pm 5,6$ $C_v = 0,30$
Nr. 5. Karijati H	134	84	121	102	80	62	72	97	70	64	$H_m = 89 \pm 7,2$
	+45	-5	+32	+13	-9	-27	-17	+8	-19	-25	$\sigma = 23,2 \pm 5,1$ $C_v = 0,24$
Nr. 4. Omuti H	197	111	186	142	112	85	85	146	92	67	$H_m = 122 \pm 13,0$
	+77	-11	+64	+20	-10	-37	-37	+24	-30	-55	$\sigma = 42,3 \pm 9,4$ $C_v = 0,33$

Tabel nr. 2 (järg).

Aastad		1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1929.—1938. a. keskmine $H_m$
Veemõõttjad												
Nr. 2. Kulgu $H$		105	54	95	77	57	45	53	72	47	41	$H_m = 65 \pm 6,5$
	$H - H_m$	+40	-11	+30	+12	-8	-20	-12	+7	-18	-24	$\sigma = 20,8 \pm 4,6$ $C_v = 0,30$
Nr. 18. Nisõi $H$		97	32	81	58	30	20	31	59	17	20	$H_m = 45 \pm 8,2$
	$H - H_m$	+52	-13	+36	+13	-15	-25	-14	+14	-28	-25	$\sigma = 26,4 \pm 5,8$ $C_v = 0,31$
Nr. 58. Arumäe $H$		57	69	69	77	63	72	100	75	77	79	$H_m = 74 \pm 3,4$
	$H - H_m$	-17	-5	-5	+3	-11	-2	+26	+1	+2	+5	$\sigma = 10,8 \pm 2,6$ $C_v = 0,20$
Nr. 1. Narva $H$		169	45	108	79	50	48	48	89	37	42	$H_m = 71 \pm 12,0$
	$H - H_m$	+98	-26	+37	+8	-21	-23	-23	+18	-34	-29	$\sigma = 39,4 \pm 8,8$ $C_v = 0,44$
Nr. 16. Narva-Jõesuu $H$		81	76	81	88	78	80	86	73	73	85	$H_m = 80 \pm 1,4$
	$H - H_m$	+1	-4	+1	+8	-2	0	+6	-7	-7	+5	$\sigma = 4,5 \pm 1,0$ $C_v = 0,05$

## 2. Jõgede ja järvede aastakeskmiste veepindade hajumus.

Aastakeskmiste veepindade käik üle Narva jõe ja Peipsi vesikonna on küll enamvähem ühtlane, kuid aastakeskmiste võnkumine 10 a. keskmise suhtes on erinev, nagu nähtub kõrvalekaldu mistest aritmeetilisest keskmisest või nagu seda näitab keskmine ruuthajumus (absoluutne ja relatiivne). Vähimat hajumust osutavad N.-Jõesuu veepinnad ( $\sigma = 4,5$ ;  $C_v = 0,15$ ). Põhjused, mis esile kutsuvad võnkeid aastakeskmistes, on aastate viisi siin peagu võrdse mõjuga (õhu rõhk ja tuule suund ning tugevus Soome lahe piirkonnas). Väheseid võnkeid hajumuses, nii absoluutselt kui ka relatiivselt, avaldavad ka Arumäe (Kulgu jõgi,  $\sigma = 10,8$ ;  $C_v = 0,20$ ), Tõrve (Pedja j.,  $\sigma = 9,0$ ;  $C_v = 0,15$ ) ja Telliste aastakeskmised veepinnad (V.-Emajõgi,  $\sigma = 18,0$ ;  $C_v = 0,23$ ). Jõgede ja järvede veepindade hajumuse põhjustes tuleb vahet teha. Järvede veepindade hajumus sõltub ühelt poolt järve pindala suuruselt, teiselt poolt järve vesikonna suuruselt, s. t. järve ja vesikonna pindalade vahekorra. Jõgedel avaldavad hajumusele mõju vesikonna suurus, jõesängi mõõted ja jõesängi pikikalle.

Uhe ning sama järve veepinnad mitmes punktis peaksid seepärast avaldama võrdset hajumust. Võrreldes aga Pikasilda Rannu-Jõesuuga, mis mõlemad mõjustatud Võrtsjärve veepinnast, näeme, et esimeses punktis on  $\sigma = 36,0 \pm 8,0$ , teises  $\sigma = 32,9 \pm 7,3$ . Sellega hajumuste vahe:  $3,1 \pm 0,7$ . Kuna Pikasilla ja Rannu-Jõesuu korrelatsioon on peagu funktsionaalne ( $r \approx +1,0$ ), siis hajumuse vead substraheeruvad. Hajumuste vahe ületab ca 4 korda vigade vahe, millest tuleb järeldada, et hajumuste vahe on oluline. Põhjus seisab selles, et Pikasilla veemõõtja asub V.-Emajõel (ca 1 km järvest) ja sellele avaldavad mõju V.-Emajõe veepinna järsumad tõusud kui Võrtsjärves, mille esindajaks võib lugeda Rannu-Jõesuu veemõõtjat. Ka Peipsi-Pihkva järve veepindade hajumused erinevad: Praaga,  $\sigma = 24,4 \pm 5,4$ ; Lisje,  $\sigma = 26,3 \pm 5,8$ ; Kuritšek,  $\sigma = 25,6 \pm 5,7$ ; Vasknarva  $\sigma = 27,1 \pm 6,0$ . Ka siin tuleb hajumuste vahede võrdlusest järeldada, et lahkumineku on olulised. Peipsi järve esindajaks tuleb siin lugeda Kuritšekki. Vasknarva asub Narva jõe, Lisje eraldatud järve osas, Praaga S.-Emajõel. Vasknarva asub valdavate tuulte käes ja peale selle veepinnad on mõjustatud jõesängi mõõtudest; Lisje veepindu mõjustavad tuuled. Praaga vähim hajumus on tingitud asjaolust, et ta asub valdavate tuulte varjus. Tähelepanuvääriva nähtusena tuleb

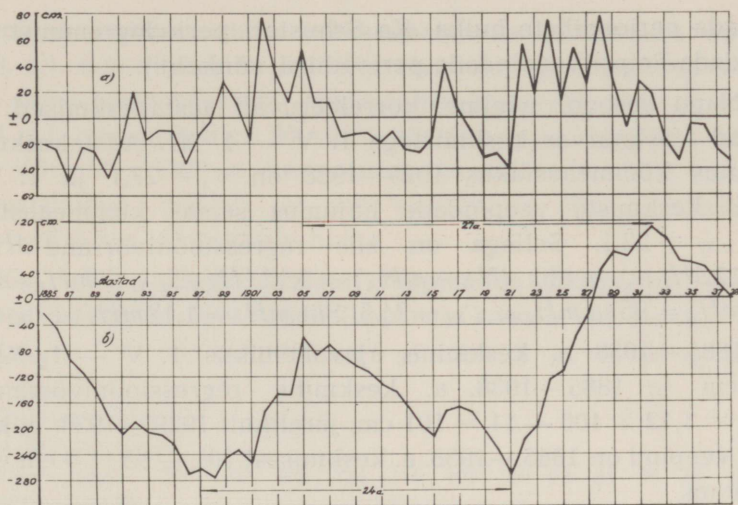
märkida, et veepindade hajumuste lahkuminek Peipsi-Pihkva järve veemõõtjatel tuleb esile kümne aasta keskmistes, mispärast neid lahkuminekuid tuleb lugeda iseloomustavaiks sellele veekogule.

Narva jõe veepindade hajumuste lahkuminekud on tingitud peamiselt pikiprofiili kaldest ja erinevatest jääoludest. Kärkna ja Palupõhja hajumuste erinevused on tingitud S.-Emajõe pikiprofiili kaldest. Suuremale hajumusele Palupõhjas vastab ka väiksem kalle, nagu see on ka loomulik.

**3. Aastakeskmiste veepindade võrdlus kümmeaastakus 1929—1938 ja vaatlustereas 1885—1938.** Üldiselt võib konstateerida, et veerohkus veekogudes 1929.—1938. a. jooksul on alaneva tendentsiga. Kuna teatavasti 1938. a. oli veevaene ja samuti 1939. a., siis oleks huvitav muretseda selgust, millisel kõrgusel käesoleva 10 a. veepinna kõrgused asetsevad pika aastaterea perspektiivis ning milline võiks olla edaspidine tendents.

Nende asjaolude selgitamiseks pöördume pika vaatlusterea poole. Särasena kasutame Peipsi veepindu ajavahemikus 1885—1938 1. maist kuni 1. novembrini, mis kuni 1903. a. ja ajavahemikus 1910—1920 on saadud korrelatiivsel teel S.-Emajõel Tartust. Aastakeskmised veepinnad osutavad veepindadega 1. V — 1. XI head positiivset korrelatsiooni ( $r = + 0,92$ ) 10-aastakus 1929—1938, millest võib järeldada, et hea korrelatsioon püsib ka pikas aastatereas. Sellepärast käsitame keskmisi veepindu 1. V — 1. XI aastakeskmiste esindajatena.

Juba nende veepindade graafikust (joon. 2-a) nähtub, et veepinnad võnguvad rühmaliselt. 1885.—1898. a. jäävad peagu kõik veepinnad alla keskmise, 1898.—1908. a. on aga üle keskmise. Sellele järgnevad valdavas enamikus veepinnad alla keskmise kuni 1921. Siitpeale püsivad veepinnad üle keskmise kuni 1932. a. Sellele järgnevad veepinnad alla keskmise kuni praeguse ajani (1939). Sellega oleks järjekorras 13 a. negatiivsed, siis 10 positiivsed, edasi 13 negatiivsed ja 11 positiivsed. Ahvatlev oleks järeldada, et järgneb 13 negatiivset, s. t. kuni 1945. a. Sealtpaale võiks oodata jälle positiivseid aastaid. Näib, nagu esineks siin ca 24-a. periood. Veel ülevaatlikuma pildi annab joon. 2-b, kuhu kantud pika aja keskmise järk-järgulised aastasummad (sirge horisontaalne joon) ja selle põiked aastakeskmiste järk-järgulisest summast. Sellel graafikul eraldub kaks perioodi — 24- ja 27-a.



Joon. 2. a) Peipsi keskmiste veepindade käik ajavahemikus 1. V — 1. XI aastate viisi; b) 1. V — 1. XI keskmiste veepindade järk-järgulised summad.

kestusega. Siit nähtub, et käsitletav 10-aastak asetseb n.-ö. „kõrgkonjunktuuris“. 1932. a. algas depressioon, kuhu kuulub ka 1939. a., ning võib arvata, et see depressioon veelgi jätkub. Meie veemajandusel, eriti põllumajanduslikul veemajandusel, tuleks seda nähtust arvestada ja sellega kohaneda. Tähtis pole seejuures vaieldav küsimus, kas need võnked aastakeskmistes esinevad tõelike perioodiliste võngetena, kuigi alljärgnev arvutus viipab sellele, et need võnked võivad olla ka perioodilist laadi.

Võrreldes Peipsi veepinna keskmisi kõrgusi 1885.—1938. a. kahes osas — 1885—1912 ja 1912—1938, osutub esimese poolajavahemiku keskmiseks  $95,1 \pm 4,7$  ja teise poolajavahemiku keskmiseks  $104,5 \pm 5,9$ . Nende vahe on:  $10 \pm 7,5$ . Kuna viga on suur võrreldes vahega, siis tuleb lugeda, et poolajavahemike keskmiste vahe on juhuslikku laadi. Määrates keskmised veepinnakõrgused kümmeaastakute viisi leiame: 1885—1894 —  $78,5 \pm 6,0$ ; 1895—1904 —  $106,6 \pm 11,0$ ; 1905—1914 —  $95,4 \pm 7,6$ ; 1915—1924 —  $107,1 \pm 14,5$ ; 1925—1934 —  $118,3 \pm 10,3$ . Ühest kümmeaastakust järgmisse üleminekul jääb veepindade vahe vähemaks kolmekordsest veast, millest tuleb järeldada, et suhteliselt need veepinnad kannavad juhuslikku laadi. Kümmeaastakute 1885—1894 ja 1925—1934 vahe on aga  $39,8 \pm 10,14$ , kus veepindade vahe ületab kolmekordse vea ja nende kümmeaastakute vahe tuleb

liigitada perioodiliste hulka. Ka Schusteri periodogrammist võib järeldada Peipsi veepindade perioodilisi võnkeid<sup>1)</sup>.

Nagu eespool nägime, korreleeruvad aastakeskmised veepinnad Vasknarvas keskmistega 1. V — 1. XI. Aastakeskmiste hajumus kümmeaastakus 1929—1938 on  $\sigma_A = 27,1$  ja 1. V — 1. XI keskmiste veepindade hajumus samas kümmeaastakus  $\sigma_{1.V-1.XI} = 22,1$ . Sellega on siis regressioonivõrrand  $\Delta H_A = = 1,12 \Delta H_{1.V-1.XI}$  ehk  $(H_A - mH_A) = 1,12 (H_{1.V-1.XI} - mH_{1.V-1.XI})$ , kus  $mH_A = 95$  ja  $mH_{1.V-1.XI} = 94,5$ . Siit  $mH_A = 1,12 mH_{1.V-1.XI} - 11$ .

1885.—1938. a. keskmine ajavahemikus 1. V — 1. XI on 100 cm ja 1885.—1938. a. keskmine regressioonivõrrandist:  $mH_A = 1,12 \times 100 - 11 = 101$  cm, järelikult 1929.—1938. a. keskmine veepind on 1885.—1938. a. keskmisest  $101 - 95 = 6$  cm võrra madalam.

**4. Aastakeskmiste veepindade tõenäosus.** Missugust tõenäosust võib omistada üksikutele aastakeskmistele veepinnakõrgustele Vasknarvas, selgub nende veepindade käsitlusest jaotumusefunktsiooni seisukohalt. Aastakeskmiste veepindade (1929—1938) variatsioonitegur on  $C_v = 0,32$ .

H. A. Fosteri ja D. Sokolovsky<sup>2)</sup> uurimused näitavad, et aastakeskmised vooluhulgad alluvad Pearsoni III tüüpi jaotumusefunktsioonile. Samale funktsioonile peaksid alluma ka Peipsi veepinna kõrgused kui korrelatiivsed suurused aastakeskmisele vooluhulgale. Asümmeetria mõõt on küllaldase täpsusega D. Sokolovsky järgi määratav —  $C_s = 2C_v$ . Sellega Vasknarva asümmeetria mõõt  $C_s = 2 \times 0,32 = 0,64$ . Fosteri järgi jaotumusefunktsiooni integraalkõvera ordinaadid on määratavad  $K = K_1 C_v + 1$ , kus  $K_1$  on integraalkõvera ordinaatide põiked aritmeetilisest keskmisest.

Tõenäosus-%	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99
Probability %													
Aastakeskmised veepinnad cm (kauaaegse keskinise suhtes)	178	151	137	123	112	104	97	90	84	76	66	59	47
Mean values of yearly water level													

1) Wellner, A. Peipsi perioodid. „Tee ja Tehnika“. Tallinn, 1929.

2) Sokolovsky, D. Anwendung d. Verteilungskurven auf die Bestimmung d. Schwankungen der Jahresabflüsse der Flüsse U. d. SSR. Leningrad, 1930.

Käesoleva kümmeaastaku maksimaalne aastakeskmine on 144 (1929. a.), mis vastab ca 5—10% tõenäosusega veepinna kõrgusele; sama kümmeaastaku minimaalne aastakeskmine on 61 cm (1934. a.), mis vastab ca 90—95% tõenäosusega veepinna kõrgusele. Võrreldes 1928. a. keskmist veepinnakõrgust (153 cm) tõenäosustabeliga, nähtub, et see kuulub ca 5% tõenäosusega aastakeskmiste veepindade hulka.

Kui võtta aastakeskmiste veepindade jaotumuse aluseks normaaljaotumuse funktsioon (Laplace-Gaussi), siis saame:

Tõenäosus-% Probability %	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99
Aastakeskmised veepinnad cm (kauaaegse keskmise suhtes) Mean values of yearly water level	167	146	136	124	115	107	100	93	85	76	65	54	33

Ongi vahest õigem arvata Peipsi veepinna aastakeskmised veepinnad normaaljaotumuse alla, sest, nagu allpool näeme, näib säärane jaotumus olevat üldse iseloomulik Peipsi veepindadele.

Sellega oleksid nii või teisiti Vasknarva aastakeskmised veepinnad teatud määral koordineeritud ajas veerohkuse suhtes. Kuna aga Peipsi aastakeskmised veepinnad korreleeruvad aastakeskmiste veepindadega vesikonnas asuvates veekogudes, siis oleksid sellega ka need viimased koordineeritud.

### III. MAKSIMUMID JA MIINIMUMID.

**1. Maksimumide ja miinimumide tõenäosus.** Ülevaate saamiseks kümmeaastakus 1929—1938 esinenud maksimumidest ja miinimumidest toome alljärgneva tabeli 3 ja aasta maksimumidest ja miinimumidest tabeli 4. Tabelis 3 veepinna kõrgused vastavad jaotustabeli intervalli keskkohale (intervalli suurus 10 cm).

Ka siin kerkib üles küsimus, missugune tõenäosus omistada aasta maksimumidele ja miinimumidele. Käsitleme selleks Vasknarvat. Maksimumide hajumus on siin  $\sigma = 30,4$  ja  $C_v = 0,22$ , miinimumide hajumus  $\sigma = 22,0$  ja  $C_v = 0,70$ . Nende abil leiame:

Tõenäosus-% Probability %	1	5	10	30	50	70	95	99
Maksimum	229	202	190	163	151	132	104	87
Miinimum	112	81	59	48	36	28	16	13

Tabel nr. 3.  
Kümmeaastaku maksimumid ja miinimumid.

	Telliste	Pikasilla	Rannu- Jõesuu	Palupõhja	Tõrve	Kärkna
$maxH_{max}$	455	225	205	285	245	315
$mH_{max}$	311	168	143	208	161	218
$minH_{max}$	255	95	85	135	105	145
$maxH_{min}$	5	85	65	85	-25	45
$mH_{min}$	-7	35	17	24	-30	7
$minH_{min}$	-25	-5	-25	-35	-35	-35

	Praaga	Lisje	Vasknarva	Kuritšeki	S.-Pere- volok	Karjati
$maxH_{max}$	225	185	205	165	195	255
$mH_{max}$	176	148	150	125	147	152
$minH_{max}$	145	115	125	95	115	115
$maxH_{min}$	105	75	65	45	75	55
$mH_{min}$	77	34	41	20	42	33
$minH_{min}$	55	+5	+15	-5	15	-5

	Omuti	Kulgu	Nisõi	Arumäe	Narva	Narva- Jõesuu
$maxH_{max}$	425	225	285	255	475	205
$mH_{max}$	241	143	189	185	197	166
$minH_{max}$	145	85	95	135	115	145
$maxH_{min}$	65	35	15	45	25	25
$mH_{min}$	31	16	-18	39	1	13
$minH_{min}$	-5	-5	-35	25	-15	-5

$maxH_{max}$  (1929) Vasknarvas omab selle järgi tõenäosust ca 5% ja  $minH_{min}$  (1938) ca 95% tõenäosust. Nii esinenud  $maxH_{max}$  kui ka  $minH_{min}$  osutuvad korduvaks ca üle 20 aasta.

Maksimumid ja miinimumid on arvutatud siin maksimumide ja miinimumide keskmiste suhtes kümmeaastakus 1929—1938 ning Pearsoni III tüübi kohaselt.

Tabel nr. 4.  
Aasta maksimumid ja miinimumid.

		1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	Km.	Max	Min
Telliste :	max	295	295	455	345	305	285	305	275	295	255	311	455	255
	min	5	-5	5	-5	-5	-25	-15	-5	-15	-5	-7	5	-25
Pikasilla :	max	225	165	225	205	135	95	175	175	145	135	168	225	95
	min	75	85	65	55	-5	5	5	25	35	5	35	85	-5
Rannu- Jõesuu :	max	205	135	195	175	105	85	155	155	125	95	143	205	85
	min	65	55	55	35	-5	-25	-5	5	15	-25	17	65	-25
Palupõhja :	max	265	205	285	255	165	135	205	205	185	175	208	285	135
	min	85	55	65	45	-15	-33	5	5	25	5	24	85	-35
Tõrve :	max	115	105	245	225	185	145	145	155	145	145	161	245	105
	min	-25	-35	-35	-35	-36	-35	-25	-25	-25	-25	-30	-25	-35
Kärkna :	max	235	175	355	325	185	145	185	205	195	175	218	355	145
	min	45	25	45	25	-5	-35	5	-5	5	-35	7	45	-35
Praaga :	max	225	155	215	205	165	145	155	195	145	155	176	225	145
	min	95	95	95	105	75	55	55	75	65	55	77	105	55
Lisje :	max	185	125	185	175	145	115	115	165	135	135	148	185	115
	min	75	35	45	45	35	15	5	45	35	5	34	75	5
Vasknarva :	max	205	125	195	175	135	125	125	165	125	125	150	205	125
	min	65	65	55	75	25	15	15	45	35	15	41	65	15
Kuritsek :	max	165	115	165	145	115	95	95	145	95	115	125	165	95
	min	45	35	45	45	5	-5	-5	15	15	5	20	45	-5
S.-Perevolok :	max	195	135	185	175	145	115	125	155	115	125	147	195	115
	min	65	55	55	75	25	25	25	45	35	15	42	75	15
Karjati :	max	255	125	205	185	115	115	145	145	115	115	152	255	115
	min	55	55	45	65	15	15	-5	45	25	15	33	55	-5
Omuti :	max	425	195	385	275	215	165	145	295	165	145	241	425	145
	min	65	45	55	65	5	5	15	35	25	-5	31	65	-5
Kulgu :	max	205	85	225	185	105	125	125	145	105	125	143	225	85
	min	35	25	35	25	5	5	-5	15	15	5	16	35	-5
Nisõi :	max	205	95	285	265	135	205	145	155	135	265	189	285	95
	min	15	-15	15	-5	-35	-35	-35	-15	-35	-35	-18	15	-35
Arumäe :	max	145	135	235	225	175	175	255	175	145	185	185	255	135
	min	25	35	35	35	35	45	45	45	45	45	39	45	25
Narva :	max	475	125	245	205	125	115	155	275	115	135	197	475	115
	min	15	5	25	5	-5	-15	-5	-5	-5	-5	1	25	-15
Narva- Jõesuu :	max	205	145	185	175	155	145	185	145	165	155	166	205	145
	min	15	15	25	15	25	15	5	5	-5	15	13	25	-5

Tabel nr. 5.

Aasta maksimumide ja miinimumide hajumused.

Telliste:	$\sigma_{H_{max}} = 52,8;$	$C_v = 0,16;$	$mH_{max} = 311$
	$\sigma_{H_{min}} = 8,7;$	$C_v = 0,62;$	$mH_{min} = -7$
Tõrve:	$\sigma_{H_{max}} = 42,5;$	$C_v = 0,21;$	$mH_{max} = 161$
	$\sigma_{H_{min}} = 5,0;$	$C_v = 0,62;$	$mH_{min} = -30$
Arumäe:	$\sigma_{H_{max}} = 38,8;$	$C_v = 0,25;$	$mH_{max} = 185$
	$\sigma_{H_{min}} = 6,4;$	$C_v = 0,58;$	$mH_{min} = 39$
N.-Jõesuu:	$\sigma_{H_{max}} = 19,7;$	$C_v = 0,11;$	$mH_{max} = 166$
	$\sigma_{H_{min}} = 8,7;$	$C_v = 0,51;$	$mH_{min} = 13$
Kulgú:	$\sigma_{H_{max}} = 44,2;$	$C_v = 0,30;$	$mH_{max} = 143$
	$\sigma_{H_{min}} = 13,0;$	$C_v = 0,65;$	$mH_{min} = 16$
Nisõi:	$\sigma_{H_{max}} = 62,5;$	$C_v = 0,27;$	$mH_{max} = 189$
	$\sigma_{H_{min}} = 19,1;$	$C_v = 0,91;$	$mH_{min} = -18$
Narva:	$\sigma_{H_{max}} = 108,2;$	$C_v = 0,50;$	$mH_{max} = 197$
	$\sigma_{H_{min}} = 11,1;$	$C_v = 0,55;$	$mH_{min} = 1$
Rannu-Jõesuu:	$\sigma_{H_{max}} = 39,2;$	$C_v = 0,23;$	$mH_{max} = 143$
	$\sigma_{H_{min}} = 31,8;$	$C_v = 0,77;$	$mH_{min} = 17$

Veepinnad oleks tulnud õieti arvutada vastavate veepindade kauaaegse keskmise suhtes, samuti oleks tulnud tõendada, et maksimumid ja miinimumid liiguvad pahempoolse asümmeetrilise jaotusega. Vaatamata neile ebatäpsustele võib siiski arvutustest järeldada, et 1939. a. oktoobris esinenud veepinna madalseis Peipsis (ca —30 cm) kuulub harulduste hulka.

${}_{max}H_{max}$  tähendab kõige kõrgemat,  $mH_{max}$  — keskmist,  ${}_{min}H_{max}$  — minimaalset maksimumi;  ${}_{max}H_{min}$  tähendab maksimaalset,  $mH_{min}$  — keskmist,  ${}_{min}H_{min}$  — minimaalset miinimumi käesolevas kümneaastakus.

**2. Maksimumide ja miinimumide hajumus.** Oleme veel mõne teise veemõõtja jaoks arvutanud maksimumide ja miinimumide hajumuse ja variatsiooniteguri (tabel 5).

Aasta maksimumide ja miinimumide hajumus aastatereas ei ole vesikondades ühtlane. Järvedest reguleeritud veekogudes nii

maksimumid kui ka miinimumid avaldavad üksteisele lähedasi hajumusi (Vasknarva, Rannu-Jõesuu), järvedeta vesikondades (Telliste, Tõrve, Arumäe, Nisõi) on hajumused maksimumides ja miinimumides tugevasti lahkuminevad, kusjuures miinimumide hajumus on võrdlemisi väike. Nendes veekogudes miinimumid läbivad iga aasta peagu ühe ning sama taseme, kuna aga maksimumid aastate viisi tugevasti erinevad. Vesikonna suurus (näiteks Tõrve — 807 km<sup>2</sup> ja Arumäe — 35 km<sup>2</sup>) ei avalda tunduvat mõju maksimumide ning miinimumide hajumusele ja variatsioonitegureile. Sama võib väita järvedega vesikondade kohta (näiteks Vasknarva — 47824 km<sup>2</sup> ja Rannu-Jõesuu — 3387 km<sup>2</sup>).

Üldiselt aasta miinimumid omavad kõigis veekogudes suuremat suhtelist variatsiooni kui aasta maksimumid.

#### IV. KUUKESKMISED VEEPINNAD.

**1. Kuukeskmised veepinnad järvedeta vesikondades.** Kuukeskmised veepinnad 10 a. reas iseloomustavad jämedates joontes veepindade käiku aasta jooksul. Tabeli 6 arvudest selgub, et veepindade käik erineb järvedega ja järvedeta vesikondades.

Järvedeta vesikondades satub kuukeskmise maksimum aprillikuule, mis normina on põhjustatud kevadisest lumesulamisest. Aprillile järgneb veepinna alanemine kuni juulini. Tellistes võib näha miinimumi juunis ja septembris, vahemaksimumiga augustis. Kuna Tellistes on veemõõtja kohal tugev jõe rohtumine, siis on tõenäoline, et juuli-augusti veepinna tõus on tingitud jõetaimestiku paisutavast mõjust. Tõrves on taimestiku mõju nähtavasti nõrgem, mispärast juulikuu miinimum esineb siin selgel kujul. Ka Arumäe nõrk tõus juulis on tõenäoliselt tingitud veejuhtme rohtumisest. Pljussa jõgi on üldiselt Narva jõe paisutava mõju all, mispärast ka selle jõe normaalne juulikuu miinimum on tumestatud Narva jõe paisutavast mõjust.

Juulist algab veepinna tõus ja jõuab oma maksimumini normina novembris. See maksimum esineb selgesti kõigis järvedeta vesikondades ilma erandita. Novembrist alaneb veepind kuni veebruarini. Sel kuul esineb selgesti kõigis järvedeta vesikondades talvine miinimum, erandiga Nisõis, kus talvised veepinnad on häiritud Narva jõe veepinna paisutavast mõjust jääolude tõttu. Talvine veebruari miinimum on üldiselt kõrgem juuli

Tabel nr. 6.  
Kuu keskmised, maksimaalsed ja minimaalsed veepinnad (1929—1938).

	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A	Max	Min	T
V.-Emajõgi Telliste	349	167	330	307	302	451	239	165	273	292	210	194	190	451	165	5,7
	73 -10	45 -21	50 -20	34 -15	89 -3	103 22	57 -8	36 -7	42 -2	49 +2	36 -8	46 -6	55 -6	103 22	34 -21	
V.-Emajõgi Pikasilla	229	223	204	169	161	218	221	189	167	151	147	174	188	229	147	6,2
	105 4	110 18	106 13	104 10	115 9	152 72	151 74	133 55	104 49	86 23	76 9	73 -1	110 28	152 74	73 -1	
Võrtsjärv Rannu-Joesuu	207	204	179	147	136	193	196	171	146	122	125	154	165	207	122	5,6
	83 -11	85 -15	80 -19	73 -23	73 -24	110 54	114 52	94 85	65 23	52 -4	43 -10	44 -23	77 +3	114 54	43 -24	
S.-Emajõgi Palupõhja	274	254	229	213	205	282	276	208	175	188	180	204	224	282	175	4,9
	132 0	131 1	121 -12	106 -24	112 -31	165 85	150 64	108 47	70 12	64 -6	58 -29	77 -28	108 7	165 85	58 -31	
Pedja jõgi Torve	149	102	148	126	185	244	133	51	62	97	107	102	125	244	51	5,1
	33 -22	33 -17	36 -17	34 -3	62 -2	70 9	13 -26	-8 -38	-12 -34	-7 -35	-4 -36	17 -32	22 -21	70 9	-12 -38	
S.-Emajõgi Kärkna	257	229	233	192	214	357	357	167	120	155	168	175	219	357	120	5,4
	97 -8	96 -12	88 -11	76 -5	104 -6	148 64	121 50	79 22	49 11	46 -9	34 -31	47 -32	82 3	148 64	34 -32	
S.-Emajõgi Praaga	213	212	189	174	169	196	213	203	182	152	153	158	184	213	152	5,8
	116 56	118 59	117 65	114 64	112 69	148 94	163 115	143 104	125 93	112 79	101 61	96 53	122 76	163 115	96 53	
Pihkva järv Lisje	187	187	165	159	129	171	186	184	165	132	131	110	159	187	110	5,9
	82 9	84 27	83 27	89 24	81 32	115 56	130 73	114 58	93 59	81 41	69 13	62 4	90 35	130 73	62 4	
Peipsi järv Vasknarva	205	201	176	160	145	172	190	180	167	136	119	129	165	205	119	5,8
	90 12	94 20	92 34	88 29	86 30	118 63	133 85	117 64	96 62	82 42	72 25	68 11	95 40	133 85	68 11	

Tabel nr. 6 (järg).

	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A	Max	Min	T
Peipsi järv Kuritseki	163	163	142	128	117	146	169	161	127	115	104	97	136	169	97	5,9
	65	66	64	59	60	94	110	93	73	59	50	46	70	110	46	
	-7	4	0	-7	-9	41	60	49	41	17	1	-2	16	60	-9	
Narva jõgi S.-Perevolok	197	197	187	161	147	165	188	182	152	123	114	129	162	197	114	5,8
	89	96	97	91	85	114	129	113	93	80	71	68	94	129	68	
	25	26	41	33	34	64	77	70	59	46	24	11	43	77	11	
Narva jõgi Karjati	185	209	255	207	158	146	174	168	145	118	105	119	166	255	105	5,5
	82	70	100	95	81	106	121	105	84	71	63	63	88	121	63	
	24	-6	24	17	15	63	71	67	52	33	18	19	33	71	-6	
Narva jõgi Omuti	246	381	427	337	295	244	237	213	172	131	131	145	247	427	131	5,2
	99	136	175	187	162	148	152	122	90	74	64	63	123	187	63	
	11	19	54	63	42	66	92	63	42	26	0	-5	39	92	-5	
Narva jõgi Kulgu	127	142	186	200	173	229	223	115	89	72	99	87	145	229	72	5,6
	59	59	68	80	83	102	87	66	49	43	39	41	65	102	39	
	10	-4	-1	18	32	56	44	33	20	11	2	4	19	56	-4	
Kulgu jõgi Arumäe	196	155	178	139	189	232	164	142	155	174	252	160	178	252	139	5,4
	94	74	68	60	77	103	68	54	55	67	76	89	74	103	54	
	52	36	38	33	28	40	36	33	33	33	43	74	40	74	28	
Pljussa jõgi Nisõi	120	128	195	204	262	284	272	96	67	58	125	76	157	284	58	5,3
	38	36	45	52	69	115	77	40	21	15	12	13	44	115	12	
	-26	-33	-32	-32	-8	44	22	-1	-18	-27	-39	-37	-16	44	-39	
Narva jõgi Narva	271	445	476	426	376	332	146	85	83	128	108	119	250	476	83	5,0
	51	97	132	144	119	85	53	39	35	32	32	38	71	144	32	
	-19	-2	11	27	9	26	20	4	5	7	3	-9	7	27	-19	
Narva jõgi Narva-Joesuu	189	176	152	161	152	152	118	137	132	157	146	209	157	209	118	6,1
	86	81	81	76	70	71	65	77	87	87	86	92	80	92	65	
	16	14	-4	16	11	11	28	38	56	50	35	3	23	56	-4	

miinimumist, ja seda seepärast, et veepinnad, ka madalad, on talvel jää tõttu paisutatud. Säärane veepindade käik järvedeta vesikondades on täiesti loomulik. Juulikuuks kahanevad veetagavarad vesikondades suure auramise ja vegetatsiooni arenemise tõttu. Augustist peale algab akumulatsioon. Vesikondade jäätumisele järgneb veepindade alanemine kuni veebruarini, kust peale jäätunud veetagavarad hakkavad lahti sulama, põhjustades aprillikuu maksimumi.

**2. Kuukeskmised veepinnad järvedega vesikondades.** Veepindade käik järvedega vesikondades ei kujuta nii loomutruult vee ringkäiku aasta jooksul. Häirivaks teguriks osutub siin järvede reteneeriv mõju.

Võrtsjärves saabub kevadistest sulavetest tingitud maksimum aprillis. Siitpeale veepind alaneb kuni sügisese miinimumini oktoobris. Vesikonnas juulist alanud äravoolu suurenemine ei suuda katta defitsiiti, mis tekib järve tagavarade mahatöötamisest. Sügisene suurenenud äravool vesikonnast suudab oktoobrist alates sundida veepinda tõusule, mis jõuab oma nõrka hari punkti detsembris. Detsembris algab alanemine, mis kestab kuni veebruarini. Talvine miinimum jääb sügisest kõrgemale. Talvine alanemistendents on nõrgem kui suvel, peamiselt sellepärast, et väljavool järvest jääolude tõttu on takistatud ja et auramine peagu puudub. Suvel alaneb järve veepind keskmiselt 16 cm ühes kuus, talvel ca 3 cm. Samalaadset käiku avaldab ka Peipsi. Maksimum esineb mais, miinimum oktoobris, sügisene maksimum detsembris, talvine miinimum märtsis.

Võrtsjärve kevadise maksimumi raskuskeskpunkt satub aprilli lõppu, Peipsis mai algusele. Seega maksimum Peipsis saabub hilinemisega. Hilinemisega saabub ka sügisene miinimum ja sekundaarne maksimum (detsembris) ning miinimum (märtsis), mis seletub Peipsi suurema retentsioonimõjuga. Talvise miinimumi hilinemine on tingitud peale selle veel asjaolust, et väljavool Peipsist on talvel kestmalt ja tugevamalt takistatud kui Võrtsjärvest. S.-Emajõe veemõõtjad omavad Võrtsjärvele iseloomulikku käiku, Narva jõe veemõõtjad Peipsile iseloomulikku käiku. Narva jões peale selle tumestab loomulikku veepindade käiku jää, seda sel määral, et kevadine maksimum paiguti üldse ei esine, nagu Narvas, kus selle asemel esineb jääummistustest mõjustatud maksimum veebruaris. Samal põhjusel kaob Kulgus

talvine miinimum. Narva jõe sügisene miinimum Kulgus nihkub oktoobrist septembrisse Pljussa jõe sügisese tõusu tõttu. Narva-Jõesuus ei tule äravoolu iseloom veepindade käigus üldse esile. Siin esineb merele iseloomulik oktoobri maksimum ja mai miinimum, just vastupidiselt Peipsi veepindade käigule.

**3. Kuukeskmiste veepindade raskuskeskpunkt.** Veepindade raskuskeskpunkti asetuses ( $T$ ) ajas ei ilmne eriliselt silmapaistvaid iseloomulikke jooni. Raskuskeskpunkti kaugus, mõõdetud kuudes ja loetud 1. novembrist, võngub 5,0 (Narva) ja 6,2 (Pikasilla) vahel. Esimene satub 1. aprillile, teine 6. maile. Järvedeta vesikonnad hoiduvad alampiiri lähedusse, järvedega vesikonnad ülempiirile lähemale. Pikasilla ja Rannu-Jõesuu, olles mõlemad sisuliselt Võrtsjärve veemõõtjad, avaldavad raskuskeskpunkti asetuses lahkuminekut ca 18 päeva. See asjaolu on tingitud nähtavasti sellest, et Pikasilla on ühtlasi ka V.-Emajõe mõju all. Peale selle tekitab lahkuminekuid säärasel juhul raskuskeskpunkti määramise viis. Selle viisi juures on kuu keskmise veepinna raskuskeskpunktiks loetud kuu keskkoh. Kuid veepindade asetuse kuu kestel ei pruugi olla sümmeetriline.

**4. Veepindade amplituud.** Pöördudes nüüd küsimuse lahendamisele, kuidas liiguvad veepinnad kuu kestel käesolevas kümmeaastakus, peab tähendama, et need liiguvad üsna laias vööndis (tabel 7), ulatudes keskmiselt 108 cm (Praaga) kuni 283 cm (Tellistes). Kuu amplituudi hajumus on: Praagas  $\sigma = 23,5$ ,  $C_v = 0,22$ ; Tellistes  $\sigma = 80,0$ ,  $C_v = 0,28$ . Variatsioonitegurid erinevad kõigest 6%, s. t. amplituudid on jaotatud kuude peale peagu võrdselt. Seesugune variatsioon amplituudis püsib ka teistel veemõõtjatel, välja arvatud need, mis asuvad erilistes oludes, nagu N.-Jõesuu ja jää mõju all olevad Narva jõe veemõõtjad. Iga kuu võib oodata kõrgeid ja madalaid veepindu. Kõige madalamad maksimumid on esinenud juulist oktoobrini, kõige kõrgemad maksimumid satuvad lume sulamise ajajärku. Erandid on tingitud erilistest jääoludest.

Kõige madalamad miinimumid esinevad järvedega vesikonnades oktoobris-novembris, järvedeta vesikonnades — võrdselt juulis ja talvekuudel. Kõige kõrgemad miinimumid esinevad loomulikult kevadise lumesulamise ajal, erandiks on N.-Jõesuu, kus madalad miinimumid esinevad talvekuudel ja kõrged suvekuudel.

Tabel nr. 7.

Veepindade amplituud kümmeaastakus 1929—1938.

Kuud	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A
Nr. 12. Telliste . .	359	188	350	322	305	473	247	172	275	290	218	200	283
„ 21. Pikasilla . .	225	205	191	159	152	146	147	134	118	128	138	175	160
„ 11. Rannu-Jõesuu . .	218	219	198	170	160	139	144	136	123	126	135	177	162
„ 19. Palupõhja . .	274	253	241	237	236	197	212	161	163	194	209	232	234
„ 39. Tõrve . .	171	119	165	129	187	235	159	89	96	132	143	134	148
„ 20. Kärkna . .	265	241	244	197	220	294	307	145	109	164	199	207	216
„ 9. Praaga . .	157	153	124	110	100	102	98	99	89	73	92	105	108
„ 8. Lisje . . .	178	160	138	135	97	116	113	126	106	91	118	106	124
„ 54. Kuritse . .	170	159	142	135	126	105	109	112	86	98	103	99	120
„ 7. Vasknarva . .	193	181	142	131	115	109	105	116	105	94	94	118	117
„ 6. S.-Perevolok . . .	172	171	146	128	113	101	111	112	93	77	90	118	119
„ 5. Karjati . .	161	215	231	190	143	83	103	101	93	85	87	100	133
„ 4. Omuti . .	235	362	373	274	253	178	145	150	130	105	131	150	207
„ 2. Kulgu . .	117	146	187	182	140	173	179	82	69	61	97	83	126
„ 58. Arumäe . .	144	119	140	106	156	192	128	109	122	141	209	86	138
„ 18. Nisõi . . .	146	161	227	236	270	240	250	97	85	85	164	113	173
„ 1. Narva . .	290	447	465	399	367	306	126	81	78	121	105	128	243
„ 16. Narva-Jõesuu . .	173	162	166	145	141	141	90	99	76	107	111	206	135

**5. Kuu veepindade hajumus üle aasta.** Et iseloomustada veepindade käiku kümmeaastaku keskmises ja veepindade ääreväärtusi kuude viisi, määrame nende hajumuse piirid ja variatsiooniteguri mõnede veemõõtjate kohta.

Telliste:

$$\sigma_{H_{max}} = 116, C_v = 0,54; \sigma_{H_m} = 21,1, C_v = 0,27; \sigma_{H_{min}} = 10,8, C_v = 0,70$$

Vasknarva:

$$\sigma_{H_{max}} = 26,8, C_v = 0,17; \sigma_{H_m} = 18,4, C_v = 0,22; \sigma_{H_{min}} = 22,7, C_v = 0,78$$

Arumäe:

$$\sigma_{H_{max}} = 33,3, C_v = 0,22; \sigma_{H_m} = 14,6, C_v = 0,32; \sigma_{H_{min}} = 11,8, C_v = 0,98$$

Tõrve:

$$\sigma_{H_{max}} = 57,1, C_v = 0,35; \sigma_{H_m} = 25,3, C_v = 0,42; \sigma_{H_{min}} = 14,8, C_v = 0,87$$

Narva-Jõesuu:

$$\sigma_{H_{max}} = 23,9, C_v = 0,15; \sigma_{H_m} = 7,9, C_v = 0,09; \sigma_{H_{min}} = 17,8, C_v = 0,66$$

Rannu-Jõesuu:

$$\sigma_{H_{max}} = 29,4, C_v = 0,16; \sigma_{H_m} = 22,8, C_v = 0,22; \sigma_{H_{min}} = 28,5, C_v = 1,02$$

Kuukeskmiste veepindade hajumus osutub maksimaalseks Tõrves ja minimaalseks N.-Jõesuus. Järvedeta vesikondades kuukeskmiste hajumuses ei saa märgata sõltuvust vesikonna suurusest, sest kuukeskmisi mõjustab peale vesikonna suuruse palju teisi tegureid, nagu vesikonna retentsioon, vesikonna kalle ja voolusängi mõõded. Absoluutselt kui ka relatiivselt omab suurimat hajumust Tõrve. Arumäe madalam variatsioonitegur Tõrve omast seletub vesikonna suurima retentsiooniga (soostunud maad). Järvedega vesikondades omavad Vasknarva ja Rannu-Jõesuu kuukeskmistes veepindades võrdset variatsiooni. Absoluutne hajumus on Võrtsjärves suurem kui Peipsis, seda viimase suurema retentsiooni tõttu.

Kuu jooksul esinenud maksimumides järvedeta vesikondades võib märgata olenevust vesikonna suurusest. Nii absoluutselt kui ka relatiivselt hajumus vesikonna suurusega väheneb. Ka järvedega vesikondades avaldub sama tendents. Nii näiteks Peipsis ja Võrtsjärves on variatsioonitegur peagu võrdne, kuid absoluutselt hajumus Võrtsjärves on pisut suurem.

Kuu kestel esinenud miinimumide variatsioonitegur järvedeta vesikondades kasvab vesikonna vähenemisega, kuna hajumustes peagu pole lahkuminekuid (10,8; 14,8; 11,8). Võrtsjärve miinimumide variatsioonitegur on tunduvalt suurem kui Peipsis (1,02, 0,78 vastu) ja ka hajumus on Võrtsjärves suurem.

Tuleb märkida, et kuu keskmistes ja maksimumides on Peipsil ja Võrtsjärvel suur sarnasus, kuna miinimumides on lahkuminek. Võrtsjärves kuu kestel esinenud miinimumid on muutlikumad kui Peipsis. Sama iseloom neis veekogudes esineb ka aastakeskmistes ja aasta jooksul esinenud maksimumides ja miinimumides.

**6. Kuukeskmiste veepindade korrelatsioon.** Ulal võisime konstateerida, et aastakeskmised veepinnad Narva jõe ja Peipsi vesikonnas on korrelatiivses vahekorras (välja arvatud Arumäe ja need veemõõtjad, mis asuvad erilistes oludes jää suhtes või mere mõju all). Selgitame, kas see korrelatsioon valitseb ka

kuukeskmistes. Selleks võrdleme Tellistet Vasknarvaga ja Tõrvega. Telliste ja Vasknarva korrelatsioon on  $r = +0,27 \pm 0,17$ , Telliste ja Tõrve oma  $r = +0,77 \pm 0,07$ . Tellistes ja Vasknarvas kuukeskmised veepinnad korreleeruvad vaid kevadkuudel, kuna aga aastaläbilõikes on korrelatsioon kuukeskmistes nõrk. See nähtus on ka arusaadav, sest suvised ja talvised veepinnavõnked vesikonnas ei suuda Peipsi suure inertsit tõttu mõjustada selle veepinna seisust. Väikesis järvedeta vesikondades esinevad veepinnad kuukeskmistes üsna sünkroonselt.

Telliste ja Arumäe aastakeskmistes veepindades puudub korrelatsioon, nagu nägime eespool, kuukeskmistes aga esineb positiivne korrelatsioon, olgugi nõrk ( $r = +0,56 \pm 0,13$ ).

Sellest tuleb järeldada, et järvedeta vesikondades kuukeskmistes esineb Narva jõe ja Peipsi vesikonnas teatud määral parallelism veepindade käigus.

Uhe ning sama järve veepindade kuukeskmistes esineb loomulikult kõrge korrelatsioon. Parema ülevaate veepindade parallelismist annab veepindade käigu võrdlus, kui moodustame diferentsid ühest kuust teise.

### Võrtsjärv.

Veemõõtjad	XI—XII	XII—I	I—II	II—III	III—IV	IV—V	V—VI	VI—VII	VII—VIII	VIII—IX	IX—X	X—XI
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Pikasilla . . . . .	+5	-4	-2	+11	+37	0	-19	-29	-18	-10	-3	+32
Rannu-Jõesuu . . . . .	+2	-5	-7	0	+37	+4	-20	-29	-13	-9	+1	+39

### Peipsi.

Veemõõtjad	XI—XII	XII—I	I—II	II—III	III—IV	IV—V	V—VI	VI—VII	VII—VIII	VIII—IX	IX—X	X—XI
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Praaga . . . . .	+4	-1	-3	-2	+36	+15	-20	-18	-13	-11	-5	+20
Lisje . . . . .	+2	-1	+6	-8	+34	+15	-16	-21	-12	-12	-7	+20
Vasknarva . . . . .	+4	-2	-4	-2	+32	+15	-16	-21	-14	-10	-4	+22
Kuritšek . . . . .	+1	-2	-5	+1	+34	+16	-17	-20	-14	-9	-4	+19

Pikasillal on tõusu ja mõõna summa tasakaalus  $\pm 85$  cm, Rannu-Jõesuus  $\pm 83$ ; see väike vahe näib olevat siiski iseloomulik nende veemõõtjate asendile. Näiteks II—III tõus  $+11$  samal ajal, kui Rannu-Jõesuus on 0, ei ole seletatav teisiti kui V.-Emajõe veetõusuga, mis ilmnes küll Pikasillal, aga jäi mõjuta Rannu-Jõesuus Võrtsjärve veeseisule. Muud väikesed erinevused näivad tingitud olevat tuultest.

Tõus ja mõõn Praagas on tasakaalus  $\pm 75$  cm, Lisjes  $\pm 77$ , Vasknarvas  $\pm 73$  ja Kuritšekis  $\pm 71$ . Kuritšeki bilanss on kõige väiksem ja ta peegeldab õieti Suur-Peipsi veepinda, Praagas avaldab mõju nähtavasti S.-Emajõgi oma tõusu ja mõõnaga, kuna Lisje bilanss on nähtavasti tingitud kombineeritud mõjust, kus esineb Lämmi järve kitsus, Veliikaja jõe vee juurdevool ja ka tuulte mõju. Vasknarva bilansi väike vahe Kuritšekist on tingitud vististi jõeosal väikese kaldega mõjuvatest tuultest.

Iseloomulik lahkumine esineb kuu diferentsides Lisjes I—II, kus esineb tõus, mujal aga mõõn. Talvekuudel, mil järv on jääkatte all, toimub Peipsi ja Pihkva järve veepindade ühtlustamine takistustega Lämmi järves, millest nähtavasti see erinevus ongi tingitud, mida tõendab II—III tugevam mõõn siin kui ka mujal. Muud erinevused näivad olenevat tuultest. Tuleb märkida, et Peipsi-Pihkva kui ka Võrtsjärve veepind kuukeskmistes ei kujuta tasapinda, vaid nende järvede nivoos esinevad kallakud.

Kahjuks on Pihkva-Peipsi järve veemõõtjad sidumata pretsiooni loodimisega, mispärast puudub ühtlane baas veepindade võrdluseks selles järves. Oleme katsunud redutseerida kuukeskmised veepinnad 10 a. jooksul veemõõtjal esinenud veepinna miinimumile.

Meie statistikas iga algarv esineb aritmeetilise keskmisena kolmest tähtajalisest vaatlusest, millega on elimineeritud selle miinimumi juhuslikkus. Peale selle need miinimumid püsivad päevade viisi, nii et miinimumide baas on küllalt iseloomustav käesolevale veemõõtjale. Redutseerides kuukeskmised veepinnad Lisjes, Praagas, Kuritšekis ja Vasknarvas nende miinimumile ning moodustades diferentsid, selgub näiteks Praaga suhtes järgmine pilt:

#### L i s j e - P r a a g a.

XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
+15	+15	+15	+14	+18	+16	+16	+20	+17	+18	+17	+15

## Vasknarva-Praaga.

XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
+16	+18	+17	+16	+16	+12	+12	+16	+13	+12	+13	+14

## Kuritšek-Praaga.

+11	+10	+9	+7	+10	+8	+9	+12	+10	+9	+11	+12
-----	-----	----	----	-----	----	----	-----	-----	----	-----	-----

On raske öelda, millest on tingitud amplituudide vahed, kas sellest, et Praaga miinimum on suhteliselt kõrgem kui teistel veemõõtjatel, või maksimum madalam. Paistab olevat tõenäoline, et Kuritšeki, Vasknarva ja Lisje maksimumid on kõrgemad kui Praagas, sest viimane asub valdavate (SW) tuulte varjus. Ka see võrdlus näitab, et Peipsi-Pihkva järve veepind kuukeskmistes ei esine tasapinnana, vaid pinnana muutuva kallakuga.

**7. Veepindade jaotumus kuu kestel.** Oleme vaadelnud kuukeskmisi veepindu, kuu jooksul esinenud ääreväärtusi ning nende variatsiooni aasta jooksul.

Et saada täielikku pilti veepindade käigust kuude kestel, tuleks vaadelda veepindade jaotumust antud kuu jooksul. Metoodiliselt oleks õige vaadelda antud kuul käesoleva 10 a. jooksul esinenud veepindu kui ühte kollektiivi kuuluvaid. Säärases kollektiivis asub ca 300 liiget, mis kujutavad päeva keskmisi veepindu. Kollektiiv on küllalt ulatuslik, et tema kaudu väljendada veepindade jaotumuse seaduspärasust. Sääraseid kollektiive on aga 18 veemõõtjal 216, millede käsitlemine oleks küllaltki aeganõudev. Oleme oma ülesande piiranud kahe veemõõtja vaatlemisega — üks järvedeta vesikonnast (Tõrve) ja teine järvedega vesikonnast (Vasknarva), ja nendelgi vaatleme vaid kuu keskmisi, miinimume ja maksimume (tabelid 8 ja 9).

Nagu nähtub Vasknarva veepindade hajumusest ja variatsioonitegureist kuude viisi (tabel 10), osutavad kuukeskmised ja kuu maksimumid ning miinimumid kuu jooksul peagu võrdse muutlikkusega käiku. Absoluutselt on veepindade hajumus kõige suurem (ca 46 cm) novembris ja detsembris. Pidevalt alanedes omab veepindade hajumus oma minimaalset väärtust (ca 17—21 cm) aprillis. Siitpeale hajumus kasvab kuni juulini (24—31 cm), augustis alaneb hajumus kuni ca 19 cm ja oktoobris tõuseb kuni 26—32 cm. Suhteliselt on kõige muutlikumad veepindade miinimumid ja kõige vähem muutlikud — maksimumid. Miinimumide variatsioonitegur alaneb 0,70-lt novembris kuni 0,23-le aprillis ja

Tabel. nr. 8.

Kuu keskmised, maksimumid ja miinimumid Vasknarvas  
aastate viisi.

		1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	Km.	Max	Min
November:	km.	188	86	134	87	102	51	31	122	58	40	90	188	31
	max	205	101	164	95	110	66	64	135	73	64	108	205	64
	min	177	78	109	72	82	40	12	112	51	29	76	177	12
Detsember:	km.	185	95	150	101	104	53	42	110	56	49	95	185	42
	max	201	123	163	106	112	59	56	116	71	53	106	201	53
	min	172	83	144	86	82	42	20	101	41	28	80	172	20
Jaanuar:	km.	167	93	145	101	113	49	41	109	57	45	92	167	41
	max	176	100	151	108	117	52	44	121	66	49	98	176	49
	min	160	84	138	95	107	41	34	101	39	40	84	160	34
Veebruar:	km.	150	95	131	108	105	39	34	115	66	39	88	150	39
	max	160	101	138	116	110	44	39	122	68	41	94	160	39
	min	143	90	122	101	99	34	29	104	62	38	82	143	34
Märts:	km.	135	95	112	89	97	41	48	114	67	58	86	135	41
	max	145	116	122	99	114	79	60	138	92	105	107	145	60
	min	126	85	102	83	87	30	39	100	55	38	75	126	30
Aprill:	km.	134	121	110	125	121	105	88	154	110	115	118	154	105
	max	155	127	172	154	129	121	107	162	120	120	137	162	107
	min	126	116	91	82	113	84	63	140	94	104	101	140	63
Mai:	km.	170	112	183	163	129	102	99	155	111	110	133	183	99
	max	176	126	190	173	135	112	110	163	120	121	143	176	110
	min	157	103	173	152	120	85	86	145	77	94	119	157	85
Juuni:	km.	166	90	164	149	111	84	91	130	95	91	117	166	91
	max	177	101	180	171	122	95	101	148	144	101	134	177	95
	min	153	79	148	129	95	64	82	110	85	80	103	153	80
Juuli:	km.	143	70	134	125	90	72	75	104	72	75	96	143	72
	max	167	76	146	139	117	80	88	128	84	85	111	167	80
	min	127	62	119	110	72	67	62	75	64	65	82	127	62
August:	km.	117	82	105	99	63	62	89	78	67	55	82	117	55
	max	136	103	120	122	83	72	99	102	74	70	98	136	70
	min	101	67	84	82	42	49	81	63	61	42	67	101	42
September:	km.	93	99	90	85	49	43	100	59	61	38	72	100	38
	max	106	113	113	107	62	56	119	72	76	60	88	119	56
	min	71	85	54	73	28	25	67	48	45	27	52	73	27
Oktoober:	km.	86	103	87	83	53	33	114	56	42	26	68	114	26
	max	99	124	127	95	74	49	129	71	53	36	86	129	36
	min	69	68	67	73	31	19	95	49	32	11	51	95	11

Tabel nr. 9.

Kuu keskmised, maksimumid ja miinimumid Tõrves aastate viisi.

		1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	Km.	Max	Min
November:	km.	48	39	77	36	34	5	27	27	28	7	33	77	5
	max	65	58	149	89	72	23	47	51	59	31	64	149	23
	min	31	32	19	13	1	-13	13	10	10	-22	9	32	-22
Detsember:	km.	42	40	55	53	24	6	29	25	21	34	33	55	6
	max	79	78	101	75	36	35	79	41	50	69	64	111	35
	min	21	16	0	27	2	-17	-2	13	0	12	7	27	-17
Jaanuar:	km.	12	42	24	76	29	27	14	68	38	28	36	76	14
	max	19	74	33	148	66	43	31	129	69	40	65	148	31
	min	0	9	13	23	-17	1	-15	4	12	13	4	23	-17
Veebruar:	km.	27	24	30	54	22	35	44	32	19	48	34	54	19
	max	45	56	38	98	40	44	126	50	34	74	61	98	34
	min	6	14	19	36	5	25	13	9	-3	29	15	36	-3
Märts:	km.	60	62	41	48	63	70	78	66	52	82	62	78	41
	max	113	109	67	62	185	149	140	115	105	149	119	185	62
	min	13	14	8	21	-2	11	37	25	1	43	17	37	-2
Aprill:	km.	80	28	102	113	40	51	76	90	87	36	70	113	28
	max	114	56	244	223	64	147	130	154	143	48	132	244	48
	min	46	9	35	33	14	20	10	36	33	17	25	46	9
Mai:	km.	53	-4	28	29	3	2	-2	16	6	-5	13	29	-5
	max	91	37	133	49	23	32	22	40	29	15	47	133	15
	min	13	-21	-2	-2	-10	-26	-16	-11	-17	-23	-12	13	-25
Juuni:	km.	15	-9	-8	-9	-20	-15	-10	3	-16	-13	-8	15	-16
	max	51	36	4	23	3	20	-5	22	-3	-3	15	51	-5
	min	-13	-32	-16	-20	-34	-38	-18	-12	-29	-23	-24	-12	-32
Juuli:	km.	20	-20	-16	-20	-27	-21	-6	-7	-15	-9	-12	20	-27
	max	62	4	0	-11	-17	-10	54	14	1	5	10	62	-17
	min	-26	-33	-22	-33	-34	-34	-25	-22	-22	-18	-27	-18	-34
August:	km.	-7	7	-23	-19	-23	-20	49	-14	-5	-15	-7	49	-23
	max	-1	42	-13	-1	-4	1	97	3	19	-8	14	97	-13
	min	-17	-21	-35	-31	-35	-29	8	-26	-23	-23	-23	8	-35
September:	km.	8	-12	-3	-4	-18	-28	46	-3	-5	-17	-4	46	-28
	max	27	-6	15	19	7	-23	107	11	26	-9	17	107	-23
	min	-10	-19	-17	-26	-33	-32	12	-23	-24	-27	-20	12	-33
Oktoober:	km.	36	14	2	25	-9	-12	59	56	-10	9	17	59	-12
	max	77	38	45	55	1	11	80	102	12	45	47	102	1
	min	1	-13	-20	-19	-27	-32	45	-6	-18	-30	-12	45	-32

Tabel nr. 10.

Kuu keskmiste, maksimumide ja miinimumide hajumus.

	November				Detsember				Jaanuar			
	T*)		V*)		T		V		T		V	
	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$
Km.	19,4	0,27	46,1	0,58	14,3	0,20	44,3	0,53	20,2	0,27	42,4	0,51
Max	33,5	0,33	45,1	0,46	21,2	0,21	46,3	0,49	40,6	0,40	42,8	0,49
Min	16,3	0,35	45,7	0,70	12,3	0,27	49,3	0,68	12,0	0,29	42,4	0,58

	Veebruar				Märts				Aprill			
	T		V		T		V		T		V	
	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$
Km.	11,1	0,15	37,0	0,48	12,2	0,12	29,4	0,39	27,0	0,25	16,8	0,16
Max	28,6	0,29	41,1	0,50	35,9	0,23	24,8	0,26	62,8	0,36	20,9	0,16
Min	11,4	0,21	37,4	0,52	13,8	0,25	30,6	0,48	12,2	0,20	21,2	0,23

	Mai				Juuni				Juuli			
	T		V		T		V		T		V	
	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$
Km.	18,3	0,36	29,7	0,24	9,7	0,32	30,8	0,29	12,5	0,47	27,5	0,32
Max	35,0	0,41	28,3	0,21	17,9	0,34	32,5	0,26	25,4	0,53	31,0	0,28
Min	11,3	0,43	33,2	0,31	8,8	0,62	29,5	0,32	5,8	0,53	24,4	0,34

	August				September				Oktoober			
	T		V		T		V		T		V	
	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$	$\sigma$	$C_v$
Km.	20,7	0,67	19,6	0,27	19,1	0,56	22,9	0,37	25,0	0,45	28,8	0,50
Max	31,6	0,60	18,5	0,21	33,5	0,60	24,0	0,31	31,3	0,37	32,5	0,43
Min	11,8	0,79	18,9	0,34	12,5	0,70	20,4	0,50	21,1	0,42	25,8	0,64

\*) T — Tõrve, V — Vasknarva.

sealtpeale tõuseb pidevalt kuni 0,64 oktoobris. Maksimumide variatsioonitegur tõuseb 0,46-lt novembris kuni 0,49-le jaanuaris, sealtpeale alaneb 0,16-le aprillis. Maist augustini püsib variatsioonitegur 0,21 ümber, siis tõuseb pidevalt 0,43-le oktoobris. Kuukeskmiste variatsioonitegur alaneb 0,58-lt novembris pidevalt kuni 0,16-le aprillis, sealtpeale tõuseb vahemiinimumiga (0,27) augustis kuni 0,50 oktoobris.

Nii absoluutselt kui ka suhteliselt kõige vähem muutlikud veepinnad esinevad aprillis, sest sel kuul esineb reeglipäraselt kevadine veepinna tõus. Sügiskuude suur variatsioon on tingitud juhuslikust veepinnatõusust mõnel aastal.

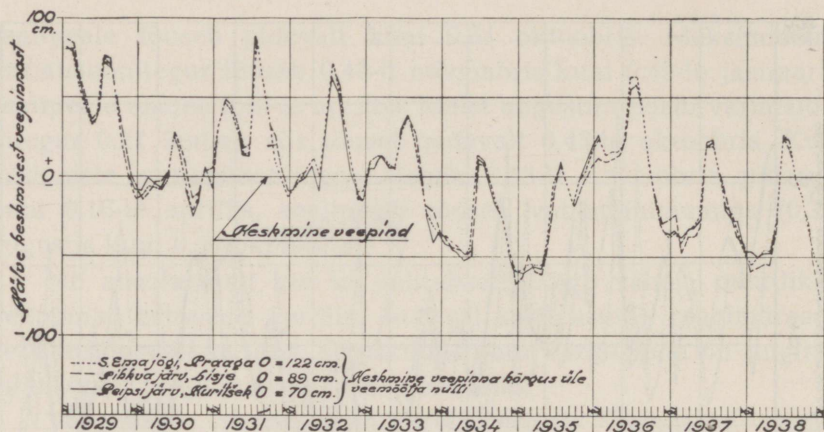
Veepindade variatsioon Tõrves erineb Vasknarva omast. Nimelt absoluutselt suurimat hajumust omavad siin maksimumid ja vähimat miinimumid, kuna aga Vasknarvas nende veepindade absoluutne hajumus on peagu võrdne. Samuti kui Vasknarvas on ka Tõrves sügiskuudel veepindade hajumus suurem kui suvel. Kuid erinevalt Vasknarvast saabub veepindade hajumuse maksimum aprillis (Vasknarvas miinimum), talve- ja suvekuudel on hajumus minimaalne. Keskmiste veepindade hajumus alaneb ca 19 cm-lt novembris kuni ca 11 cm-le veebruaris, sealtpeale tõuseb kuni 27 cm-le aprillis. Järgneb miinimum (ca 10 cm) juunis. Juunist tõuseb hajumus pidevalt kuni oktoobrini (25 cm). Umbes sama käiku avaldab ka maksimumide hajumus: novembris 33 cm, veebruaris 28 cm, aprillis 63 cm, juunis 18 cm. Sealt tõuseb hajumus pidevalt kuni 31 cm-ni oktoobris. Miinimumide hajumus on kuude viisi üsna ühtlane, võnkudes detsembrist kuni maini 11,3 ja 13,8 cm piires. Juunis-juulis langeb hajumus 8,8—5,8 cm-le ja oktoobris tõuseb kuni 21 cm-le.

Suhteliselt kuukeskmiste variatsioon novembrist kuni juunini asub 0,20 ja 0,32 piires, langedes vaid märtsis 0,12. Juulist algab variatsiooni tõus 0,47-lt, tõustes kuni 0,65-le augustis, ja sealt alaneb 0,45-le oktoobris.

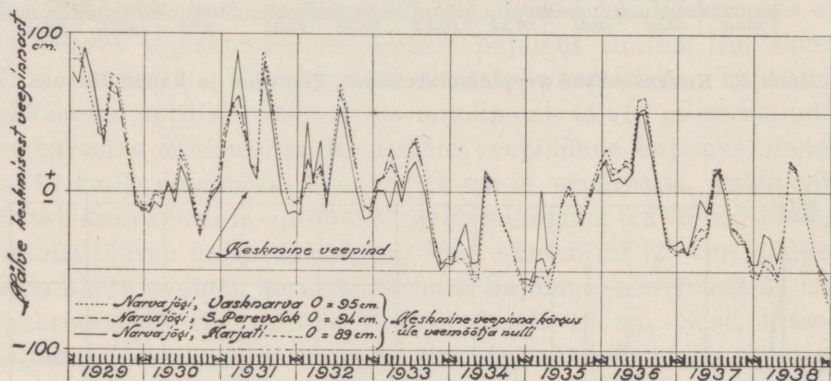
Maksimumide suhteline variatsioon on samalaadne. Novembrist kuni juulini võngub variatsioonitegur 0,21 ja 0,41 vahel. Juulis tõuseb 0,53-le, augustis-septembris — 0,60-le ja oktoobris langeb 0,37-le. Minimaalset maksimumide suhtelist variatsiooni omab detsember.

Miinimumide variatsioonitegur võngub novembrist aprillini 0,20 (aprillis) ja 0,35 (novembris) vahel. Mais tõuseb variatsiooni-





Joon. 5. Kuukeskmised veepinnad.

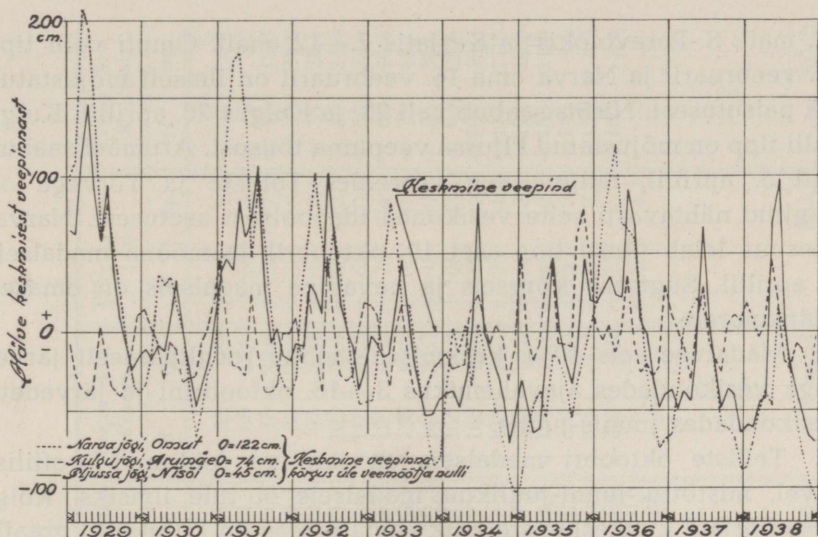


Joon. 6. Kuukeskmised veepinnad.

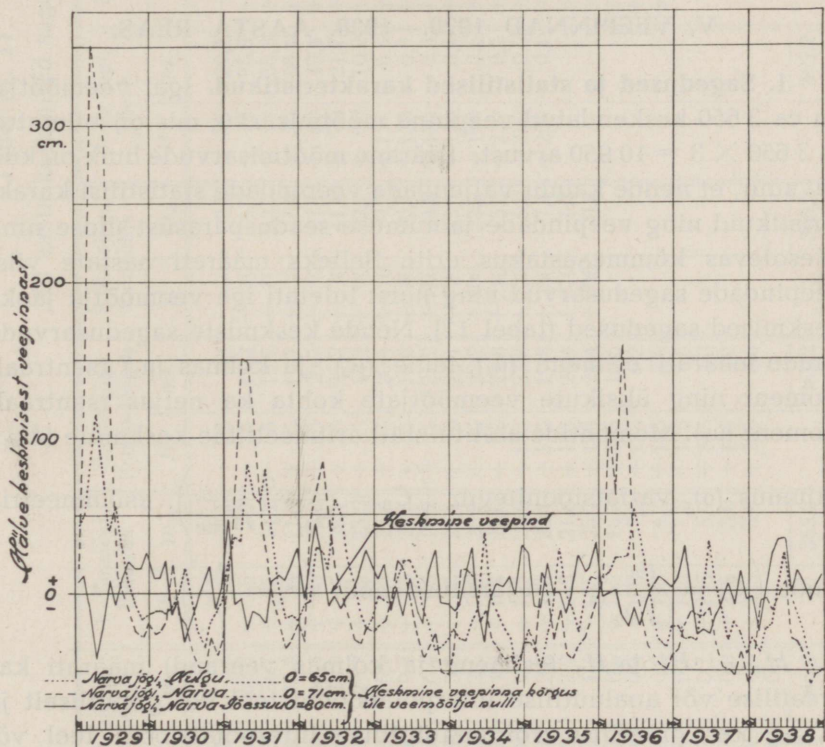
tegur 0,43-le, juunis 0,62-le, juulis 0,53-le, augustis 0,79-le, septembris 0,70-le ja alaneb oktoobris 0,42-le.

Vähimaid veepinna amplituude võib Tõrves oodata juunis-juulis, suuremaid aprillis, sügiskuudel ja koguni talvel.

**8. Veepindade käik aastatsükli.** 10 aasta päevakeskmiste veepindade käigus (vastavaid tabeleid pole siia juurde lisatud) võib tähele panna, et suurvee valli tipp Narva jõe ja Peipsi osavesikondadest liigub mere suunas hilinemisega. Tellistes ja Tõrves saabub suurvee valli tipp 24.—26. märtsil, Võrtsjärves 27.—29. aprillil, Palupõhjas ja Kärknas 24.—25. aprillil (S.-Emajõe lisajõgede mõjul), Praagas, Lisjes, Kuritšekis ja Vasknarvas 5.—



Joon. 7. Kuukeskmised veepinnad.



Joon. 8. Kuukeskmised veepinnad.

12. mail, S.-Perevolokis ja Karjatis 7.—12. mail. Omuti valli tipp 19. veebruaril ja Narva oma 16. veebruaril on ilmselt mõjustatud jää paisutusest. Nisõis saabub vall 23. ja Kulgus 26. aprillil. Kulgu valli tipp on mõjustatud Pljussa veepinna tõusust. Arumäel saabub vall 5. aprillil, milline aeg võrreldes Telliste ja Tõrvega on tingitud nähtavasti selle vesikonna idapoolsest asetusest. Narva-Jõesuus leiab tõusu tipp aset 19. oktoobril ja mõõna madalseis 8. aprillil. Sügisene kõrgseis ja kevadine madalseis on omased Läänemerele.

Madalvee seis 10 a. keskmises saabub reeglipäraselt järvedega vesikondades ajavahemikus 3.—16. oktoobrini ja järvedeta vesikondades juunis-juulis.

Telliste oktoobri madalseis on tingitud rohtunud profiilist suvel, mistõttu juuni-juulikuu madalseis ei tule ilmsiks. Kõigi veemõõtjate kuukeskmiste käik aastate reas on kujutatud graafikutel (joon. 3—8).

## V. VEEPINNAD 1929.—1938. AASTA REAS.

**1. Sagedused ja statistilised karakteristikud.** Igal veemõõtjal on ca 3 650 keskendatud veepinna mõõtmisarvu, mis on tuletatud ca  $3\ 650 \times 3 = 10\ 950$  arvust. Säärane mõõtmisarvude hulk on küllalt suur, et nende kaudu väljendada veepindade statistilisi karakteristikuid ning veepindade jaotumuse seaduspärasust üldse ning käesolevas kümneaastakus eriti. Selleks määrati aastate viisi veepindade sagedusarvud ning neist tuletati iga veemõõtja jaoks keskmised sagedused (tabel 11). Nende keskmiste sagedusarvude kaudu määrati esimene ( $\mu_1$ ), teine ( $\mu_2$ ) ja kolmas ( $\mu_3$ ) tsentraalmoment ning üksikute veemõõtjate kohta ka neljas tsentraalmoment ( $\mu_4$ ). Momentide abil tuletati aritmeetiline keskmine ( $H_m$ ),

hajumus ( $\sigma$ ), variatsioonitegur  $\left( C_v = \frac{\sigma}{H_m - H_{min}} \right)$ , asümmeetria

mõõt  $\left( C_s = \frac{\mu_3}{(\sqrt{\mu_2})^3} \right)$  ja järskuse mõõt  $\left( r_4 = \frac{\mu_4}{\sigma^4} \right)$ .

$H_{med}$ ,  $H_1$  ja  $H_3$  (esimene ja kolmas veerand) määrati kas graafilise või analüütilise interpolatsiooni teel või graafiliselt ja  $H_{mode}$  kas graafilise või analüütilise interpolatsiooni teel või momentide kaudu.

Tabel nr. 11.  
10 aasta keskmised sagedused.

V.-Emajõgi, Telliste		V.-Emajõgi, Pikasilla		S.-Emajõgi, Rannu-Joesuu		S.-Emajõgi, Palupõhja		Pedja jõgi, Tõrve		S.-Emajõgi, Kärkna		Peipsi järve, Pruuga		Pihkva järve, Lusje		Peipsi järve, Kuritse		
H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	H	m <sub>o</sub>	
-	20	5,1	0,1	25	3,3	30	2,0	30	29,5	-	30	4,3	55	2,9	5	5	5,0	
+	0	63,8	2,7	15	11,2	10	14,9	10	95,8	-	10	18,2	65	19,9	15	5	7,2	
+	20	74,7	14,2	5	13,7	10	23,7	10	55,3	+	10	34,0	75	28,6	25	15	18,3	
+	40	73,8	11,8	+	12,7	30	27,8	30	88,4	+	30	50,0	85	27,9	35	25	31,6	
+	60	46,4	15,2	+	15	50	27,1	50	49,4	+	50	42,8	95	23,8	45	35	26,4	
+	80	31,9	24,1	+	25	70	41,6	70	21,7	+	70	38,7	105	27,4	55	45	24,4	
+	100	29,7	23,5	+	35	90	32,1	90	10,2	+	90	40,6	115	41,3	65	55	23,6	
+	120	15,1	17,8	+	45	20,4	29,7	110	6,6	+	110	50,8	125	41,3	75	65	46,4	
+	140	9,7	20,5	+	55	16,0	40,1	130	3,9	+	130	23,5	135	48,3	85	75	43,1	
+	160	6,6	18,2	+	65	21,2	34,8	150	2,3	+	150	20,3	145	27,3	95	85	38,6	
+	180	3,8	26,1	+	75	26,1	33,1	170	0,4	+	170	17,5	155	21,3	105	95	26,6	
+	200	2,6	25,9	+	85	23,2	28,2	190	0,6	+	190	7,9	165	15,8	115	105	18,3	
+	220	1,9	25,0	+	95	22,8	15,3	210	0,5	+	210	4,5	175	10,7	125	115	17,8	
+	240	2,7	23,0	+	105	23,8	6,0	230	0,5	+	230	7,1	185	10,5	135	125	10,5	
+	260	2,5	22,1	+	115	19,8	7,1	250	0,1	+	250	1,5	195	8,1	145	135	11,0	
+	280	2,2	21,6	+	125	24,4	1,2	+	+	+	270	0,5	205	5,3	155	145	9,1	
+	300	1,4	25,7	+	135	24,4	0,5	+	+	+	290	0,5	215	1,9	165	155	4,9	
+	320	0,6	16,3	+	145	10,6	0,5	+	+	+	310	0,8	225	2,9	175	165	2,4	
+	340	0,4	7,2	+	155	6,2	7,2	+	+	+	330	0,9	+	2,9	185	175	5,9	
+	360	0,0	4,1	+	165	5,4	4,1	+	+	+	350	0,8	+	3,2	+	185	3,2	
+	380	0,1	7,3	+	175	7,8	7,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	400	0,1	5,7	+	185	3,3	5,7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	420	0,0	3,0	+	195	2,2	3,0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	440	0,0	3,9	+	205	3,6	3,9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	460	0,1	365,2	+	365,2	365,2	365,2	+	365,2	+	365,2	365,2	+	365,2	+	365,2	365,2	365,2



2. Mode määramine. Ebamääraseks osutub  $H_{mode}$  tuletamine, sest selleks on tarvis teada jaotumusefunktsiooni. Jaotumusefunktsiooni aga meie ette ei tea. Vaid mitmekordse arvutamise kaudu on võimalik läheneda tõelikule  $H_{mode}$  ile event. jaotumuse-

Tabel nr. 12.

## Veepindade karakteristikud.

Veemõõtjad Stage station	Keskm. $H_m$ cm	$\sigma = \sqrt{\mu_2} \cdot c$ cm	$C_s = \frac{\mu_3}{(\sqrt{\mu_2})^3}$	$H_{mode}$ $\left( H_m - \frac{\mu_3}{2\mu_2} \cdot c \right)$ cm	Kollektiivi maht päevades — Days
V.-Emajõgi, Telliste . .	47,9	43,6	1,34	18,6	352,2
" " . .	54,9	59,2	1,84	38,0*	365,2
V.-Emajõgi, Pikasilla	102,9	51,1	0,14	99,0	365,2
S.-Emajõgi, Rannu-Jõesuu	74,5	53,0	0,27	67,5	365,2
S.-Emajõgi, Palupõhja	107,5	66,5	0,26	98,9	363,5
" " . .	107,9	67,0	0,06	108,3*	365,2
S.-Emajõgi, Kärkna . .	80,4	58,8	0,49	66,0	361,7
" " . .	82,2	63,0	0,71	60,0*	365,2
Pedja jõgi, Tõrve . .	20,2	33,2	0,61	9,8	358,9
" " . .	22,2	38,0	0,80	14,0*	365,2
S.-Emajõgi, Praaga . .	123,1	36,2	0,37	116,4	365,2
Pihkva järv, Lisje . .	90,1	37,8	0,24	85,9	365,2
Peipsi järv, Kuritšek .	70,4	37,2	0,24	66,0	365,2
Narva jõgi, Vasknarva .	95,2	38,4	0,30	89,5	365,2
" " S.-Perevolok	94,5	35,9	0,38	87,7	365,2
" " Karjati . .	88,9	35,4	0,61	78,2	364,8
" " Omuti . .	120,1	65,2	0,81	93,1	360,6
" " " . .	122,2	68,0	0,82	96,0*	365,2
Kulgu jõgi, Arumäe . .	73,2	28,9	1,07	59,6	362,4
" " " . .	73,7	31,1	1,40	51,8*	365,2
Pljussa jõgi, Nisõi . .	43,1	47,3	0,92	21,4	361,9
" " " . .	44,7	51,2	1,21	27,0*	365,2
Narva jõgi, Kulgu . .	65,0	34,3	1,03	47,2	364,3
" " " . .	64,5	35,2	1,13	44,7*	365,2
Narva jõgi, Narva . .	58,2	41,3	1,55	27,0	347,6
" " " . .	71,1	74,0	2,70	38,2*	365,2
Narva jõgi, Narva-Jõesuu	80,6	24,3	0,25	77,6	365,1

Arvud \*-märgiga on saadud interpolatsiooni kaudu

Numbers marked (\*) are deduced per interpolation.

funktsioonile.  $H_{mode}$  tuletamine momentide kaudu ei anna igal juhul tulemusi. Kasutades momente tuleks leida<sup>1)</sup>:

$H_{mode} = H_m - \bar{d}$ , kus  $d = \bar{d}c$  ja  $c$  on intervalli suurus.

$$d = a_2 \cdot \sqrt{\mu_2} \text{ ja } a_2 = \frac{C_s}{2} \cdot \frac{S+2}{S-2}, \text{ kus } S = \frac{6(r_4 - C_s^2 - 1)}{3C_s^2 - 2r_4 + 6}$$

Tihti on  $\bar{d} > H_m$ . Ainult väga harva esinevate intervallide kustutamiseega kõrgvete vööndis võib saavutada tõenäolisi  $H_{mode}$  väärtusi. Sääraseks lähenemisabinõuks oleme kasutanud K. Pearsoni jaotumusefunktsiooni III tüübi kohaselt võrrandit:

$$H_{mode} = H_m - \frac{\mu_3}{2\mu_2} \cdot c.$$

Kuid ka sel juhul tekivad analüütilise või graafilise interpolatsiooni teel saadud  $H_{mode}$  väärtuses lahkuminekid (tabel 12).

**3. Jaotumusefunktsiooni määramine.** Seoses  $H_{mode}$  määramisega on jaotumusefunktsiooni leidmine. Oleme toodud kollektiivide kohta katsunud rakendada K. Pearsoni jaotumusefunktsiooni. Pearsoni kriteeriumi kaudu tuleb esiteks määrata funktsiooni tüüp. Rakendades Pearsoni kriteeriumi järgmisel kujul:

$$k = \frac{C_s^2 (r_4 + 3)^2}{4(4r_4 - 3C_s^2) (2r_4 - 3C_s^2 - 6)}$$

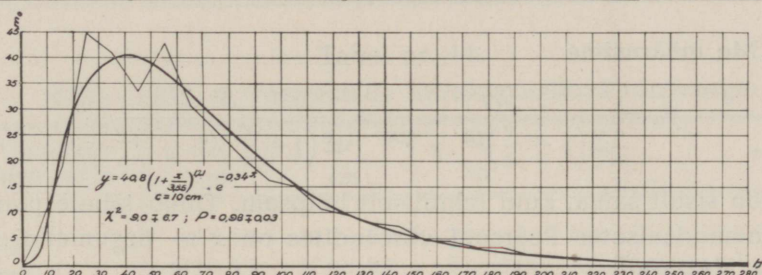
leiame, et see kriteerium osutub kõigi kollektiivide kohta negatiivseks suure ruutveaga. Näiteks: Tellistes  $k = -4,1 \pm 4,3$ , Arumäel  $k = -0,62 \pm 0,33$ . Säärased kriteeriumid ei võimalda otsustada küsimust, kas jaotumusefunktsioon allub Pearsoni I tüübile, nagu see kriteeriumi järgi peaks olema. Ka tegelik katse rakendada I tüübi võrrandit ei anna tulemusi.

Näitena katsume rakendada Pearsoni jaotumusefunktsiooni Telliste veepindadele.

Telliste veepinna jaotumus omab järgmisi karakteristikuid:  $C_s = 1,84$ ,  $r_4 = 7,5$ ; Pearsoni kriteerium:  $k = -4,1 \pm 4,3$ .

Momentide kaudu avaldatud  $H_{mode}$  osutub negatiivseks. Juba sellest tuleb järeldada, et antud momentidele vastab ühekülgne teoreetiline kõver Pearsoni kõverate I tüübi rühmast. Säärane jaotumus ei vasta tegelikule veepindade jaotumusele. I tüüp ei

<sup>1)</sup> Mitropolsky, A. K. Technicos of the statistical calculus. Leningrad, 1931.



Joon. 16. Telliste veepindade sagedusvõrdluse teoreetilise sagedusega Pearsoni järgi.

sobi veel sellepärast, et selle tüübi kõverad on mõlemalt poolt piiratud. Tegelikult on veepindade jaotumus piiratud madalvete poolt nullvooluhulgale vastava tasemega, kõrgevete poolt on veepindade jaotumus praktiliselt piiramatult. Sellest väljudes sobib tegelikule jaotumusele Pearsoni III tüüp. Kuid ka III tüüp pole vahenditult rakendatav, sest  $H_{mode}$  on negatiivne. Kui kollektiivist ( $S = 365,2$ ) välja heita harvakorduvad, kuid suuri momente andvad veepinnad säärasel ulatusel, et kollektiiv väheneb kuni  $S = 352,2$ , siis osutub  $H_{mode} = 18,6$  cm, kusjuures  $C_s = 1,34$ ,  $r_4 = 3,64$ , Pearsoni kriteerium  $k = -0,52$ . Olgugi et III tüüp nõuab tingimuse täitmist  $3C_s^2 - 2r_4 + 6 = 0$ , mis käesoleval juhul pole rahuldatud, sobib kollektiivile  $S = 352,2$  väga hästi III tüüp kujul:

$$y = 40,8 \cdot \left(1 + \frac{x}{3,55}\right)^{1,21} \cdot e^{-0,34x};$$

intervalli ulatus  $c = 10$  cm.

Head sobivust tõendab empiirilise ja teoreetilise jaotumuse võrdlus:

$H$	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115
$m_i$	5	18,7	45,1	41,1	33,6	43,0	30,8	25,8	20,6	16,5	15,4	10,9
$m_i$ teor.	1,2	22,0	35,1	40,0	40,0	37,5	33,0	28,6	23,6	19,6	15,6	12,6
	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215		
	8,8	7,6	7,5	4,9	4,8	3,2	3,4	1,9	1,9	1,6		
	9,8	7,7	6,1	4,5	3,8	2,8	2,4	1,5	1,2	0,9		

Koondades esimesed kaks intervalli ühte leiame Pearsoni teise kriteeriumi  $P = 0,98 \pm 0,03$  ja  $\chi^2 = 9,0 \pm 6,7$ , s. t. Pearsoni III tüüp sobib suure tõenäosusega kollektiivile  $S = 352,2$  (joon. 16). III tüübi võrrandist

$$y = y_0 \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\gamma a} \cdot e^{-\gamma x} \text{ määratakse}$$

$$y_0 = \frac{S}{a} \cdot \frac{p p + 1}{e^p \cdot \Gamma(p + 1)}, \text{ kus } p = \gamma a \text{ ja } \Gamma(p + 1) - \text{gammafunktsioon.}$$

Me määrasime

$$y_0 = \frac{\Sigma y}{\Sigma \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\gamma a} \cdot e^{-\gamma x}} = \frac{S}{\Sigma \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\gamma a} \cdot e^{-\gamma x}}$$

mis on sisult sama, kuid tehniliselt hõlpsam. Tuleb tähele panna, et ühemodaalsetes Pearsoni võrrandites on  $x$  — argumendi ( $H$ ) põige  $H_{mode}$ 'st.

Teoreetiline kõver käesoleval juhul annab küll suurepärase kooskõla tegeliku kollektiiviga ( $S = 352,2$ ), kuid selle kollektiivi amplituud on kõigest 220 cm, kuna tegelik kollektiiv ( $S = 365,2$ ) omab amplituudi 480 cm. Intervallis 220—480 asub 13 kollektiivi liiget. Need 13 liiget (päeva) moodustavad 10 aasta keskmisesuurvee möödumise aja. Suurvee vall moodustab iseloomuliku osa veepindade kollektiivis; selle väljajätmine moonutab oluliselt veepindade jaotumuse iseloomu.

Paremaid ja rahuldavamaid tulemusi annab Pearsoni III tüübi võrrandi kasutamine integraalkujul (kestuskõvera näol), juba

Tabel nr. 13.  
Iseloomulikud veepinnad.

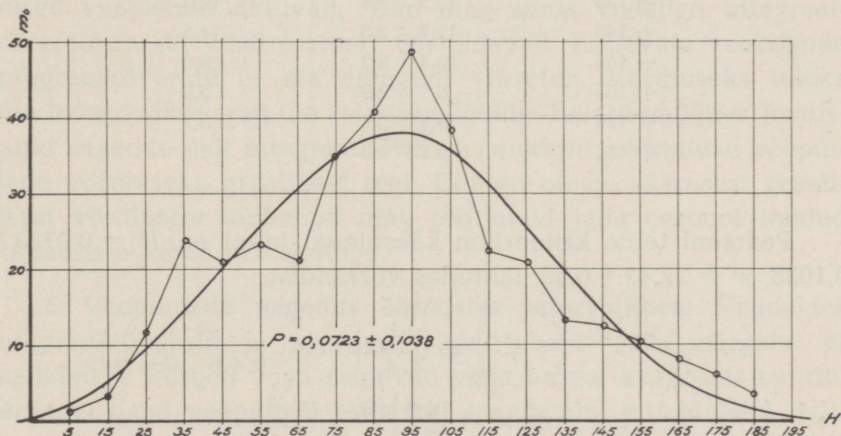
Veemõõtja Stage station	$H_m$ cm	$H_{max}$ cm	$H_{min}$ cm	$H_1$ cm	$H_{med}$ cm	$H_3$ cm	$H_{mode}$ cm
V.-Emajõgi, Telliste . . . . .	55	451	-21	75	47	15	38,0
V.-Emajõgi, Pikasilla . . . . .	102	229	- 1	141	102	59	99,3
S.-Emajõgi, Rannu-Jõesuu . . . . .	77	207	-24	119	77	32	67,5
S.-Emajõgi, Palupõhja . . . . .	108	282	-31	160	108	57	108,3
S.-Emajõgi, Kärkna . . . . .	82	358	-32	117	77	34	60,0
Pedja jõgi, Tõrve . . . . .	22	244	-38	40	20	- 8	14,0
S.-Emajõgi, Praaga . . . . .	122	213	53	144	122	94	116,4
Pihkva järv, Lisje . . . . .	89	187	4	111	89	63	85,9
Peipsi järv, Kuritšek . . . . .	70	169	- 9	92	70	42	66,0
Narva jõgi, Vasknarva . . . . .	95	205	11	117	95	65	89,5
" " S.-Perevolok . . . . .	94	197	11	115	94	66	87,7
" " Karjati . . . . .	89	255	- 6	107	85	64	78,2
" " Omuti . . . . .	122	427	- 5	156	110	73	96,0
Kulgu jõgi, Arumäe . . . . .	74	252	28	90	66	52	51,8
Pljussa jõgi, Nisõi . . . . .	45	284	-39	69	34	8	27,0
Narva jõgi, Kulgu . . . . .	65	229	- 4	83	57	41	44,7
" " Narva . . . . .	71	475	-19	77	51	32	38,2
" " Narva-Jõesuu . . . . .	80	209	- 4	94	80	65	77,6

Tabel nr. 14.

1929.—1938. a. veepindade karakteristikud ruutveaga.

Veemõõtjad Stage station	$H_m$ cm	$\sigma$ cm	$C_v$ ‰	$C_s$	$r_4$
Telliste . . .	55 ± 1,0	59,2 ± 0,7	78 ± 0,9	1,84 ± 0,04	7,5 ± 0,08
Pikasilla . . .	102 ± 0,9	57,0 ± 0,7	50 ± 0,6	0,14 ± 0,04	2,7 ± 0,08
Ranna-Jõesuu	77 ± 0,9	53,0 ± 0,6	52 ± 0,6	0,27 ± 0,04	2,7 ± 0,08
Palupõhja . . .	108 ± 1,1	67,0 ± 0,8	48 ± 0,6	0,06 ± 0,04	2,2 ± 0,08
Kärkna . . . .	82 ± 1,0	63,0 ± 0,8	55 ± 0,7	0,71 ± 0,04	3,9 ± 0,08
Tõrve . . . . .	22 ± 0,6	38,0 ± 0,4	58 ± 0,7	0,80 ± 0,04	4,9 ± 0,08
Praaga . . . . .	122 ± 0,6	36,2 ± 0,4	52 ± 0,6	0,37 ± 0,04	2,8 ± 0,08
Lisje . . . . .	89 ± 0,6	37,8 ± 0,4	44 ± 0,5	0,24 ± 0,04	2,9 ± 0,08
Kuritšek . . . .	70 ± 0,6	37,2 ± 0,4	47 ± 0,5	0,24 ± 0,04	2,5 ± 0,08
Vasknarva . . . .	95 ± 0,6	38,4 ± 0,4	46 ± 0,5	0,30 ± 0,04	2,5 ± 0,08
S.-Perevolok . .	94 ± 0,6	35,9 ± 0,4	43 ± 0,5	0,38 ± 0,04	
Karjati . . . . .	89 ± 0,6	35,4 ± 0,4	37 ± 0,4	0,61 ± 0,04	
Omuti . . . . .	122 ± 1,1	68,0 ± 0,8	53 ± 0,6	0,82 ± 0,04	3,7 ± 0,08
Arumäe . . . . .	74 ± 0,5	31,1 ± 0,3	68 ± 1,1	1,4 ± 0,04	3,8 ± 0,08
Nisõi . . . . .	45 ± 0,8	51,2 ± 0,6	61 ± 1,0	1,21 ± 0,04	4,3 ± 0,08
Kulgu . . . . .	65 ± 0,6	35,2 ± 0,4	51 ± 0,6	1,13 ± 0,04	4,8 ± 0,08
Narva . . . . .	71 ± 1,2	74,0 ± 0,9	90 ± 1,5	2,7 ± 0,04	11,7 ± 0,08
Narva-Jõesuu	80 ± 0,4	24,0 ± 0,3	29 ± 0,5	0,25 ± 0,04	3,6 ± 0,08

sellepärast, et integraalkõver võrreldes sageduskõveraga kujutab rahulikku kõverat. Pearsoni III tüübi võrrandist järeldub, et  $C_s > 2C_v$ . Sellele tunnusemärgile alluvad meie kollektiividest Telliste, Arumäe, Nisõi, Kulgu ja Narva (tabelid 12, 13 ja 14).



Joon. 17. Lisje veepindade sagedusvõrdlus teoreetilise sagedusega Gaussi järgi.

Kärknas, Tõrves ja Karjatis jaotumused omavad küll pahempoolset asümmeetriat, kuid  $C_s < 2C_v$ . Selle peale vaatamata lasevad end ka need jaotumused interpreteerida III tüübi kaudu. Pikasilla, Rannu-Jõesuu, Palupõhja, Praaga, Lisje, Kuritšeki, Vasknarva, S.-Perevolok ja Narva-Jõesuu avaldavad nõrka pahempoolset asümmeetrilist jaotumust. Kõige rohkem lähenevad Gaussi jaotumusele veepinnad Lisjes. Oleme Lisje kohta katsunud rakendada Laplace-Gaussi jaotumusefunktsiooni (joon. 17).

Tulemused on järgmised:

Veepinna intervallid <i>Classes</i>	Sagedusarvud <i>Empiric. Frequency</i>	Laplace-Gaussi sagedusarvud <i>Theoret. Frequency</i>
+ 5	1,3 ± 1,1	3,2
+ 15	3,6 ± 1,9	5,0
+ 25	12,2 ± 3,3	9,0
+ 35	23,6 ± 4,6	14,5
+ 45	20,7 ± 4,3	19,3
+ 55	22,9 ± 4,5	26,3
+ 65	20,6 ± 4,4	30,7
+ 75	34,8 ± 5,6	35,8
+ 85	41,2 ± 6,1	38,1
+ 95	49,5 ± 6,7	38,1
+ 105	38,4 ± 5,9	35,8
+ 115	21,6 ± 4,5	30,7
+ 125	21,2 ± 4,4	26,3
+ 135	13,3 ± 3,4	19,3
+ 145	12,7 ± 3,3	14,5
+ 155	10,4 ± 3,2	9,0
+ 165	8,1 ± 2,9	5,0
+ 175	5,9 ± 2,4	3,2
+ 185	3,2 ± 1,8	1,6

Pearsoni teine kriteerium käesoleval juhul on:  $P = 0,0723 \pm 0,1038$ ,  $\chi^2 = 27,43 \pm 6,30$ , lähtudes võrrandist

$$P = e^{-\frac{1}{2}\chi^2} \cdot \left( 1 + \frac{\chi^2}{2} + \frac{\chi^4}{2 \cdot 4} + \dots + \frac{\chi^{k-3}}{2 \cdot 4 \cdot 6 \dots (k-3)} \right),$$

$$\text{kus } \chi^2 = \sum_i^k \left\{ \frac{(m_i - m'_i)^2}{m'_i} \right\},$$

$m_i$  – sagedusarv ja  $m'_i$  – vastav arvutatud sagedusarv.

Pearsoni teine kriteerium ütleb, et 7 juhul 100-st juhuslikult võetud Lisje kollektiivist on kokkusattumus säärane või vähem, kui Peipsi veepinnad alluvad Laplace-Gaussi jaotumuse funktsioonile.

Kuna aga viga  $\sigma_p$  on suurem kui  $P$  ise, siis jääb küsitavaks, kas Laplace-Gaussi jaotumuse funktsioon ka selle tõenäosusega on maksev Peipsi veepindade kohta, olgugi et momendid ( $C_s$  ja  $r_4$ ) sellele kindlasti viitavad.

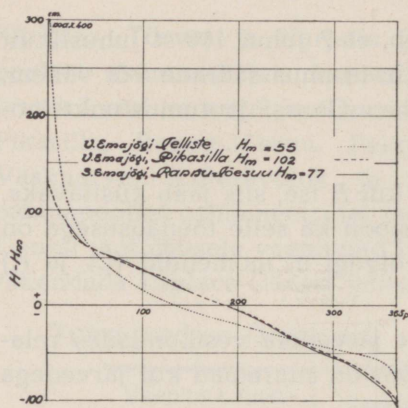
Üldiselt võib konstateerida, et järvedeta vesikondades relatiivne hajumus ja asümmeetria mõõt on suuremad kui järvedega vesikondades.

Erinevused veepindade hajumuses ja variatsioonitegureis tuleb lugeda olulisteks ühel ning samal veekogul asuvate veemõõtjate vahel. Näiteks hajumus Praagas on väiksem kui Lisjes, sest nende hajumuste vahe on:  $1,6 \pm 0,1$ . Kuna veepindade vaheline korrelatsioon on peagu  $+1,0$ , siis vead substraheeruvad. Samuti Pikasilla ja Rannu-Jõesuu hajumused erinevad oluliselt, sest nende vahe on  $4,0 \pm 0,2$ . Lahkuminevad  $C_p$  ja  $C_s$  ei ole olulised.

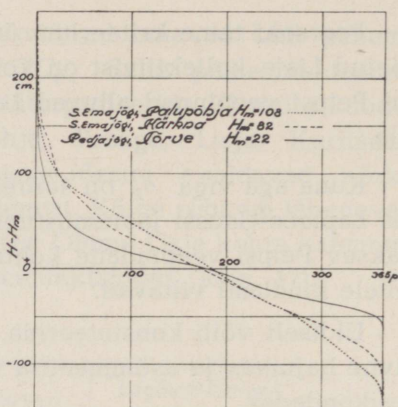
**4. Veepindade kestuskõverad.** Veepindade jaotumuse 10 a. läbilõikes oleme graafiliselt kujutanud integraalkõverate (kestuskõverate) näol (joon. 9—14).

Integraalkõverad on üksteisele asetatud nii, et nende keskmised veepinnad ühtuvad. Uhe ning sama veekogu integraalkõverad on sel viisil otseselt võrreldavad. Erinevate veekogude integraalkõveraid ei saa niimoodi võrrelda. Võrdluseks tuleks viia integraalkõverad üle relatiivmõõdule. Relatiivmõõdus joonistatud sagedus- või integraalkõverad annaksid võimaluse veepindade võrdluseks graafilisel teel. Esialgu oleme säärast graafilisest võrdlusest loobunud ning piirdunud juba eespool toodud statistiliste karakteristikutega.

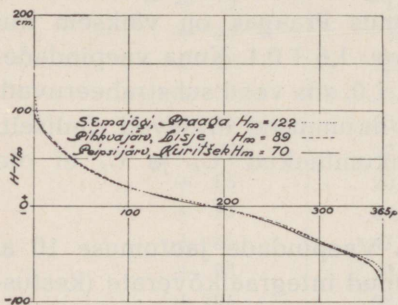
**5. Veepindade sagedus äärmistes intervallides.** Vaadeldes integraalkõveraid ja sagedusarvude tabelit võib märgata, et madalad ja kõrged veed esinevad väga harva, kusjuures suurteil järvedel need veepinnad esinevad sagedamini kui jõgedel, eriti järvedeta vesikondades. Viimastele on iseloomulikud järsud, lühikest aega kestvad veetõusud ja kestvad miinimumid.



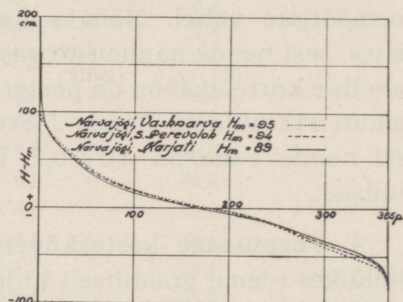
Joon. 9. Veepindade kestuskõverad Tellistes, Pikasillal ja Rannu-Jõesuus.



Joon. 10. Veepindade kestuskõverad.



Joon. 11. Veepindade kestuskõverad Praagas, Lisjes ja Kuritšekis.



Joon. 12. Veepindade kestuskõverad Vasknarvas, S.-Perevolokis ja Karjatis.

Selle väite selgituseks eraldame 20 cm intervalli minimaalseist ja maksimaalseist veepindadest ja määrame nende sageduse koos keskmise ruutveaga (tabel 15).

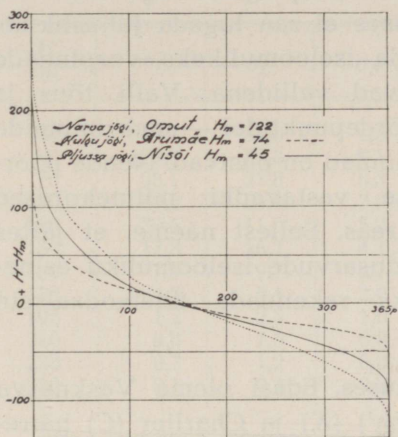
Ruutviga on arvatud võrrandist

$$\sigma m_i = \sqrt{\frac{m_i (S - m_i)}{S}}$$

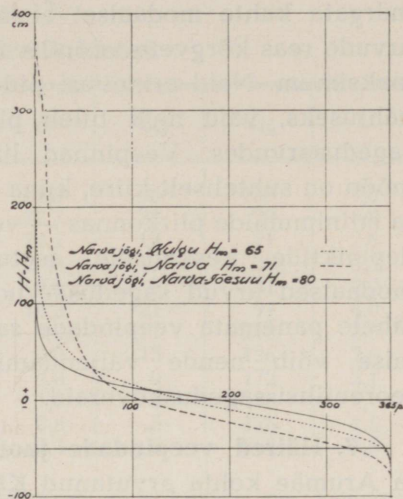
kus  $m_i$  on sagedusarv antud intervallis ja  $S$  kollektiivi maht.

Veepindade esinemine ühel ning samal veekogul käesolevates intervallides osutab tunduvalt erinevust; näiteks Kuritšek, Lisje ja Praaga — miinumides, Pikasilla ja Rannu-Jõesuu — samuti miinumides.

Toodud sagedusarvused tuleb mõista nii: 68,3% šansse on selle poolt, et veepinnad käesolevais intervallides esinevad ruut-



Joon. 13. Veepindade kestuskõverad Omuti, Arumäel ja Nisõis.



Joon. 14. Veepindade kestuskõverad Kulgu, Narvas ja Narva-Jõesuus.

Tabel nr. 15.

Maksimumide ja miinimumide sagedus 20-cm intervallis.

Veemõõtjad Stage station	Sagedus päevades Frequency		Veemõõtjad Stage station	Sagedus päevades Frequency	
	Miinumum	Maksimum		Miinumum	Maksimum
Telliste . . . . .	5,1 ± 2,2	0,03 ± 0,2	Vasknarva . . . . .	6,7 ± 2,5	1,3 ± 1,1
Pikasilla . . . . .	2,8 ± 1,7	6,9 ± 2,5	S.-Perevolok . . . . .	3,0 ± 1,7	4,5 ± 2,1
Rannu-Jõesuu . . . . .	14,5 ± 3,7	5,8 ± 2,3	Karjati . . . . .	0,5 ± 0,7	0,2 ± 0,4
Palupõhja . . . . .	2,0 ± 1,4	0,5 ± 0,7	Omuti . . . . .	1,1 ± 1,0	0,1 ± 0,3
Tõrve . . . . .	29,5 ± 5,0	0,1 ± 0,3	Kulgu . . . . .	4,0 ± 2,0	0,7 ± 0,8
Kärkna . . . . .	4,3 ± 2,1	0,8 ± 0,9	Nisõi . . . . .	15,6 ± 4,0	0,4 ± 0,6
Praaga . . . . .	22,8 ± 4,5	4,8 ± 2,1	Arumäe . . . . .	19,7 ± 4,3	0,1 ± 0,3
Lisje . . . . .	4,9 ± 2,2	9,1 ± 3,0	Narva . . . . .	3,1 ± 1,7	0,2 ± 0,4
Kuritšek . . . . .	12,2 ± 3,4	7,3 ± 2,6	Narva-Jõesuu . . . . .	0,5 ± 0,7	0,6 ± 0,8

veega määratud sageduspiires mitte ainult käesolevas kümmeaastakus, vaid ka pikemas aastateras, s. t. mitte ainult käesolevas osakollektiivis, vaid ka täiskollektiivis.

**6. Sagedusarvude iseloomulikke jooni.** Sagedusarvude vaatlemisel võib tähele panna mõnda iseloomulikku joont. Sagedate arvude piirkonnas (eriti intervalli puhul  $c = 10$  cm) võib reeglina

märgata kahte modaalselt arvu; haruldaselt esinevate sagedusarvude reas kõrgvete vööndis tuleb esile reeglina sagedusarvude maksimum. Neid erinevusi pidevuses ei saa lugeda juhuslikuks nähtuseks, vaid neid tuleb pidada iseloomulikeks veepindade sagedusarvudes. Veepinnad liiguvad vallidena. Valli tõus ja mõõn on suhteliselt kiire, kuna pöördepunktidel — maksimumide ja miinimumide piirkonnas — veepinnad on püsivad. Nende pöördepunktide keskmisele asetusele vastavadki mitmekordsed modaalsed arvud sagedusarvude reas. Sellest näeme, et jättes tähele panemata veepindade sagedusarvude iseloomuliku esinemise võib nende väljendamiseks rakendada ühemodaalseid teoreetilisi sageduskõveraid.

**7. Häired veepindade jaotumuses.** Edasi oleme Vasknarva ja Arumäe kohta arvutanud Kärсна<sup>1)</sup> (*K*) ja Charlier (*C*) häiretegurid ning Lexise (*L*) tegurid (tabel 16 ja 17).

Tabel nr. 16.

Veepindade häire Vasknarvas.

<i>H</i> cm	<i>m</i> <sub>0</sub>	$\sigma_L$	$\sigma_B$	$\delta$	<i>K</i> <sub>0/0</sub>	<i>C</i> <sub>0/0</sub>	<i>L</i>
15	0,6	2,4	0,8	2,2	13	360	3,0
25	6,1	8,6	2,4	8,2	14	135	3,5
35	18,8	23,1	4,2	22,7	27	80	5,3
45	26,7	27,4	5,1	26,9	27	100	5,4
55	28,2	26,1	5,2	25,6	33	90	5,0
65	23,4	31,7	4,7	31,3	33	130	6,7
75	22,2	13,8	4,5	12,6	14	35	3,0
85	33,4	28,4	5,5	27,9	28	80	5,1
95	42,1	26,0	6,1	25,2	22	60	4,2
105	44,3	27,2	6,2	26,5	22	60	4,4
115	36,3	20,8	5,7	20,0	17	55	3,6
125	21,3	17,1	4,5	16,5	19	80	3,8
135	11,7	10,9	3,4	10,4	18	90	3,0
145	13,5	17,8	2,7	17,4	28	130	6,6
155	11,9	11,9	3,4	11,4	18	100	3,5
165	10,5	13,3	3,2	12,9	18	120	4,1
175	6,5	13,5	2,5	13,3	27	200	5,4
185	6,4	12,5	2,5	12,3	21	200	5,0
195	0,8	2,1	0,9	1,9	11	240	2,3
205	0,5	—	—	—	—	—	—

<sup>1)</sup> Kärсна, Aarne. Über das Problem der Messung der Störung bei statistischen Reihen. Tartu, 1938.

Tabel nr. 17.  
Veepindade häire Arumäel.

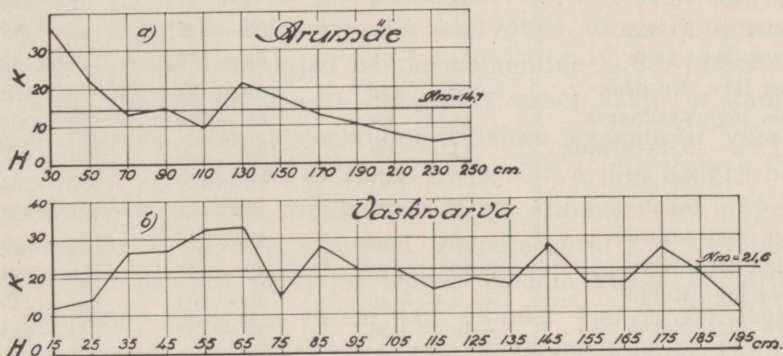
$H$ cm	$m_o$	$\sigma_L$	$\sigma_B$	$\delta$	$K_{o/o}$	$C_{o/o}$	$L$
30	19,7	31,6	4,3	31,3	36	159	7,3
50	128,9	38,8	9,1	37,7	21	29	4,2
70	93,1	21,8	8,3	20,2	12	21	2,6
90	60,2	25,1	7,0	24,0	15	39	3,5
110	30,6	11,0	5,2	9,6	9	31	2,0
130	17,8	16,7	4,1	16,2	21	91	4,0
150	7,9	9,7	2,7	9,3	17	118	3,5
170	4,2	5,4	2,0	5,0	13	126	2,6
190	1,2	2,3	1,0	2,0	9	172	2,1
210	0,8	1,5	0,8	1,2	7	158	1,7
230	0,7	1,2	0,8	0,8	5	128	1,5
250	0,1	0,4	0,3	0,3	5	362	1,5

$H$  – veepinna kõrgus;  $m_o$  – sagedusarv;  $\sigma_L$  – Lexis'e rea hajumus;  $\sigma_B$  – Bernoulli rea hajumus;  $\delta$  – Lexis'e rea häire;  $K$  – Kärsna häiretegur;  $C$  – Charlier' häiretegur;  $L$  – Lexis'e tegur.

$H$  – gauge height;  $m_o$  – frequency;  $\sigma_L$  – standard deviation of Lexis series;  $\sigma_B$  – standard deviation of Bernoulli series;  $\delta$  – disturbance of Lexis series;  $K$  – disturbance coefficient of Kärsna;  $C$  – disturbance coefficient of Charlier;  $L$  – Lexis coefficient.

Vasknarva kohta võib oletada, et veepinnad kogu amplituudi ulatuses on ühtlaselt häiritud, kuna Arumäel madalate veepindade vööndis, mida tugevasti mõjustab veejuhtme seisukord, võib eeldada tugevamat häiret.

Vasknarvas on keskmine  $K = 21,6$  ja hajumus  $\sigma_k = 7,3 \pm 1,2$ ; Arumäel  $K = 14,7$  ja  $\sigma_k = 8,3 \pm 1,7$ . Teoreetiliselt tuletatud ja tegeliku hajumuse vahe Vasknarvas:  $(7,30 \pm 1,2) - (7,11 \pm 0,56) =$



Joon. 15. Kärsna häiretegurid Arumäel ja Vasknarvas.

=  $0,19 \pm 1,37$ , Arumäel:  $(8,30 \pm 1,7) - (5,27 \pm 0,82) = 3,03 \pm 1,89$ . Arumäel on tõesti veepinnad ebaühtlaselt häiritud ja nagu  $K$  graafilisest kujutusest nähtub, esineb tugevam häire veepindade madalas vööndis (joon. 15).

**8. Veepindade vööndid.** On harjumuseks kõnelda madalate, keskmiste ja kõrgvete vööndist. Neile mõistetele on omistatud hüdroloogias tähelepanu. Saksa ja Austria hüdrograafiliste asutiste konverentsil 1909 Linzis määratleti need mõisted järgmiselt:

keskmiste vete alampiir:  $\eta_{min} = \frac{1}{2} (mH_{min} + H_m)$ ,

„ „ ülempiir:  $\eta_{max} = \frac{1}{2} (mH_{max} + H_m)$ , kus

$H_m$  — veepindade aritmeetiline keskmine,

$mH_{min}$  — aasta miinimumide aritmeetiline keskmine ja

$mH_{max}$  — aasta maksimumide aritmeetiline keskmine. Sellekoh-

Tabel nr. 18.

Veepindade vööndid 1929—1938.

Veemõõtjad <i>Stage station</i>	Madalad veed <i>Low water</i> cm	Keskised veed <i>Medium water</i> cm	Kõrged veed <i>High water</i> cm
V.-Emajõgi, Telliste . . .	—21 — +24	24 — 174	174 — 451
V.-Emajõgi, Pikasilla . . .	— 1 — +68	68 — 135	135 — 229
S.-Emajõgi, Rannu-Jõesuu . . .	—24 — +47	47 — 110	110 — 207
S.-Emajõgi, Palupõhja . . .	—31 — +66	66 — 158	158 — 282
S.-Emajõgi, Kärkna . . .	—32 — +44	44 — 150	150 — 358
Pedja jõgi, Tõrve . . .	—38 — — 4	— 4 — 91	91 — 244
S.-Emajõgi, Praaga . . .	53 — 99	99 — 149	149 — 213
Pihkva järv, Lisje . . .	4 — 61	61 — 118	118 — 187
Peipsi järv, Kuritšek . . .	— 9 — +45	45 — 97	97 — 169
Narva jõgi, Vasknarva . . .	11 — 68	68 — 122	122 — 205
„ „ S.-Perevolok . . .	11 — 68	68 — 120	120 — 197
„ „ Karjati . . .	— 6 — +61	61 — 120	120 — 255
„ „ Omuti . . .	— 5 — +76	76 — 181	181 — 427
Kulgu jõgi, Arumäe . . .	28 — 56	56 — 124	124 — 252
Pljussa jõgi, Nisõi . . .	—39 — +13	13 — 117	117 — 284
Narva jõgi, Kulgu . . .	— 4 — +40	40 — 104	104 — 229
Narva jõgi, Narva . . .	—19 — +36	36 — 133	133 — 445
„ „ Narva- Jõesuu . . .	— 4 — +46	46 — 123	123 — 209

selt on määratud veepindade vööndid veemõõtjatel käesolevas kümmeaastakus (tabel 18). Näiteks Vasknarva kogu amplituud 195 cm jaguneb: 11—68 madalad veed, 68—122 keskmised, 122—205 kõrged veed; sellega vööndi laiused 57, 54 ja 83. Tellistes: — 21 — + 24 madalad veed, 24—174 keskmised, 174—451 kõrged veed. Vööndi laiused vastavalt 45, 150 ja 277.

## VI. JÄÄOLUD NARVA JÕE JA PEIPSI JÄRVE VESIKONNAS KUMMEAASTAKUS 1929—1938.

Sisevete Uurimise Büroo veemõõtjatel tehakse jäävaatlusi veemõõtjalt vaateleja silmapiiril. Ta märgib esimesed jäämärgid vaatamata nende iseloomule ja ilmumise intensiivsusele. Jäämärkide ilmumine tähistab pööret soojuse vahetuse bilansis veekogu ja õhkkonna vahel. Kui soojakadu ületab sooja juurdevoolu veeväljal, siis järgneb esimestele jäämärkidele jää liikumine ja kindla jääkatte tekkimine kaldaaluste jääribadena. See ajajärk oleneb soojakao intensiivsusest, voolu kiirusest või üldse veemassi turbulentsusest. Jää liikumisele järgneb tardumine kindlaks katteks vaateleja silmapiiril. See on teine iseloomulik moment veekogude jäätumisest, mis aga alati ja igal pool ei leia aset, olenedes kohalikest oludest. Kolmanda iseloomuliku momendina esineb jääkatte lagunemine sooja juurdevoolu mõjul. Järgneb jää liikumine, jää kõdunemine ning viimaks viimaste jäämärkide kadumine silmapiirilt. Teise ja kolmanda momendi vahel võivad korduda kõik iseloomulikud momendid, kuid veekogude termilise režiimi seisukohalt nii üleminekul suvest talvele kui ka talvest suvele jäävad veekogude jäätumisest mõõduandvaks ikkagi neli nimetatud momenti. Käesolevas kokkuvõttes toome keskmised ja äärmised kalendritähtajad nende momentide kohta (tabel 19). Jää ilmub keskmiselt 2.—10. detsembri vahel. Lisje ja Rannu-Jõesuu lähevad teistest veekogudest lahku keskmiselt varajasema jää ilmumisega (26. ja 28. nov.) ja Narva jõgi Kulgus hilisema ilmumisega. Jää ilmumise tähtaja erinevust ei mõjusta nähtavasti mitte niivõrd erinevad temperatuurid kui kohalikud olud. Rannu-Jõesuus ja Lisjes esineb madala veega kaldariba, kus jäämärgid ilmuvad varem kui näiteks Narva jõe Kulgu kanalil, kus on võrdlemisi kiire vool ja järsud kaldad. Ühtlase temperatuuri langusega aastal nagu novembris 1933 on esimesed

Tabel nr. 19.  
Jääolud.

	Jää ilmumine <i>Appearance of ice</i>			Jääkate <i>Solid ice</i>			Jää liikumine <i>Drift ice</i>			Jääst vaba <i>Disappearance of ice</i>		
	Varajane	Keskml.	Hiline	Varajane	Keskml.	Hiline	Varajane	Keskml.	Hiline	Varajane	Keskml.	Hiline
	Telliste . . . . .	14. XI	5. XII	1. I	22. XI	17. XII	16. I	3. III	19. III	7. IV	13. III	26. III
Pikasilla . . . . .	14. XI	3. XII	1. I	18. XI	11. XII	8. I	21. III	4. IV	23. IV	23. III	12. IV	6. V
Rannu-Jõesuu . . . . .	14. XI	28. XI	24. XII	17. XI	2. XII	25. XII	21. III	15. IV	8. V	10. IV	23. IV	11. V
Palupõhja . . . . .	14. XI	6. XII	3. I	15. XI	14. XII	10. I	30. XI	24. I	20. II	30. XI	27. I	28. II
Kärkna . . . . .	14. XI	8. XII	13. I	17. XI	16. XII	31. I	20. II	12. III	5. IV	1. III	22. III	13. IV
Tõrve . . . . .	15. XI	7. XII	1. I	20. XI	22. XII	15. I	19. III	4. IV	28. IV	22. III	10. IV	29. IV
Praaga . . . . .	14. XI	4. XII	5. I	18. XI	8. XII	8. I	18. III	1. IV	18. IV	24. III	8. IV	29. IV
Lisje . . . . .	10. XI	26. XI	18. XII	18. XI	5. XII	26. XII	22. III	16. IV	2. V	1. IV	23. IV	12. V
Kuritsõk . . . . .	13. XI	2. XII	26. XII	20. XI	15. XII	28. I	22. III	2. IV	26. IV	4. IV	26. IV	16. V
Vasknarva . . . . .	13. XI	5. XII	29. XII	6. XII	2. I	31. I	17. XII	22. I	17. II	8. II	19. III	13. IV
S.-Perevolok . . . . .	14. XI	5. XII	25. XII	3. XII	1. I	31. I	15. I	14. II	6. III	14. II	4. III	30. III
Karjati . . . . .	16. XI	6. XII	26. XII		1930. ja 1935. a. puudus jääkate					3. III	18. III	1. IV
Omuti . . . . .	15. XI	10. XII	17. I	21. XI	17. XII	30. I	27. II	17. III	9. IV	8. III	21. III	10. IV
Arumäe . . . . .	13. XI	10. XII	5. I	15. XI	15. XII	10. I	12. III	28. III	18. IV	18. III	3. IV	24. IV
Nisõ . . . . .	14. XI	4. XII	1. I	15. XI	6. XII	1. I	1. I	22. III	30. IV	1. I	25. III	1. V
Kulgu . . . . .	15. XI	15. XII	15. I		1929. a. puudus jääkate					6. I	23. III	18. IV
Narva . . . . .	15. XI	7. XII	4. I	18. XI	27. XII	30. I	30. XII	6. III	20. IV	31. XII	22. III	29. IV
Narva-Jõesuu . . . . .	14. XI	6. XII	1. I	28. XI	1. I	1. III	10. III	3. IV	23. IV	23. III	13. IV	29. IV

jäämärgid registreeritud 10.—16. novembrini kõigil veekogudel, s. t. üsna väikese tähtaegade erinevusega. Rannu-Jõesuus (2. XII) ja Lisjes (5. XII) ilmub kõige varemalt ka kindel jääkate. Kõige hiljem tekib kindel jääkate Narva jõel Vasknarvas (2. I) ja püsib keskmiselt kuni 22. I. Jää hakkab lagunema Võrtsjärvel Rannu-Jõesuus 15. IV. S.-Emajõel algab jää lagunemine Palupõhjas 24. I, Kärknas 12. III ja Praagas 1. IV; Narva jõel laguneb jää Vasknarvas 22. I, S.-Perevolokis 14. II, Omutis 17. III, Narvas 6. III ja Narva-Jõesuus 3. IV.

Väikestes jõgedes (näiteks Tellistes) ilmub jääkate 17. XII, laguneb 19. III; Tõrves ilmub jääkate 22. XII, laguneb 4. IV, Arumäel ilmub jääkate 15. XII, laguneb 28. III.

Võrtsjärv vabaneb Rannu-Jõesuus jääst 23. IV; Peipsi vabaneb jääst Lisjes 23. IV, Kuritšekis 26. IV.

Suurte järvede soe vesi hakkab varsti pärast jääkate tekki- mist sulatama seda jõel ja jõgi alates järvest vabaneb jääst päri- voolu. See nähtus tuleb ilmsiks nii S.-Emajõel kui ka Narva jõel.

Kõige kauemini püsib jää nii keskmiselt (26. IV) kui ka ääre- väärtusena (12. V) Peipsi järvel Kuritšekis, kuhu kõdunenud Peipsi jää tavaliselt kokku kuhjub, kuid sedavõrd kõdunenud kujul, et selle liikumine transiidina Narva jõel ei ilmne.

Kui võrrelda jääolude tähtaegu vee- ja õhutemperatuuri keskväärtusega<sup>1)</sup>, siis võib tähele panna, et jäämärgid ilmuvad keskmiste õhu miinustemperatuuride ja vee plusstemperatuuride juures; jääkate lagunemine ja kadumine toimub nii õhu kui vee keskmistel plusstemperatuuridel.

## VII. TULEMUSI.

Veepindade ülevaatest Narva jõe ja Peipsi vesikonnas võib teha mõningaid järeldusi.

1. Aastakeskmised veepinnad üle Narva jõe ja Peipsi vesi- konna liiguvad üldiselt sünkroonselt, välja arvatud veepinnad erilises olukorras voolusäangi jäätumise ja rohtumise suhtes. Kümneaastak 1929—1938 Peipsi järvel satub pikas aastatereas üleminekuajajärku veerohketest veevaestesse aastatesse edas- pidise alaneva tendentsiga. Alanevat tendentsi avaldavad

<sup>1)</sup> Velner, A. Die Wasserstände und Eisverhältnisse des Narvaflusses. Helsinki, 1936.

veepinnad kogu Narva jõe ja Peipsi vesikonnas. Depressiooni madalseis ei ole veel saabunud.

2. Kuukeskmised veepinnad liiguvad järvedeta vesikondades sünkroonselt. Samuti sünkroonselt liiguvad veepinnad järvedega vesikondades, välja arvatud juhud, kus veepinnad asuvad eriolukorras voolusängi jäätumise ja rohtumise suhtes. Järvedeta vesikondadele on iseloomulik kuukeskmistes sügav suvine miinimum (juulis) ja sekundaarne miinimum talvel, järvedega vesikondadele on iseloomulik sügav miinimum oktoobris ja sekundaarne talvel. Kõrgeid veeseise võib oodata igal aastaajal; ka madalaid veeseise võib oodata igal aastaajal, välja arvatud kevadine sulaaeg. Üldiselt on veepinnad sagedamad madalvete vööndis, avaldades oma jaotuses kuude kestel pahempoolset asümmeetriat.

3. Veepinnad 1929.—1938. aasta reas ja kuitahes pikas aastate reas avaldavad omas jaotumuses järvedeta vesikondades tugevat pahempoolset asümmeetriat, kusjuures asümmeetria ja jaotumuse järskus kasvab nähtavasti äravoolu kiirenemisega vesikonnast. Maapealsete veereservuaaride rohkus vesikondades ja kiire ühendus mööda maapinda voolava vee ja põhjaveekogude vahel mõjub nähtavasti otsustavalt kaasa veepindade ühtlustamisele, nagu seda võib järeldada veepindade jaotumusest järvedega vesikondades, kus veepindade jaotumus osutub vähema või suurema järskusega sümmeetriliseks, s. t. madalad ja kõrged veed korduvad võrdses proportsioonis.

4. Äravoolu vall vesikonna ülemosast liigub voolu suunas hilinemisega; hilinemises etendavad peaosa järved.

5. Veekogude jäätumine ja jääst vabanemine toimub üldiselt üsna sünkroonselt, kõrvalekaldumisi tingivad suured järved, kusjuures iseloomuliku joonena esineb jääkatte lagunemine suurtest järvedest voolu suunas.

6. Suurte järvede veepinnad eemalolevates punktides avaldavad lahkuminekuid koguni 10 a. keskmistes nii amplituudi kui ka hajumuse suhtes. Veepindade võrdluseks osutub hädavajalikuks täpne loodimine veemõõtjate vahel.

7. Veepinna kõrgus kui statistiline suurus erineb paljudest teistest, eriti meteoroloogilistest, selle poolest, et veepinna kõrgusel puudub ühtlane mõõtskaala. Sellepärast veepinnad antud veemõõtjal kujutavad omaette kollektiive. Nende ühisele mõõtühikule üleviimine ei ole võimalik ilma lisatingimusteta.

## WATER LEVELS IN THE DRAINAGE BASIN OF THE NARVA RIVER AND LAKE PEIPSI DURING THE YEARS 1929—1938.

### (SUMMARY)

In this article are reported the water levels in the Narva River and Lake Peipsi Drainage Basin during the period of ten years beginning with 1929 and ending with 1938, as recorded at 18 stage stations. The gauges are located as follows: No. 16 at the mouth of the Narva River, No. 1, 2, 4, 5, 6 and 7 on the same river, No. 54 and No. 8 on the Lake Peipsi-Pihkva, No. 9 at the mouth of the Suur-Emajõgi, No. 20, 19 and 11 on the same river, No. 12 on the river Väike-Emajõgi, No. 39 on the river Pedja, No. 58 on the river Kulgu and No. 18 on the river Pljüssa (Fig. 1).

The Drainage Basin of the Narva River contains natural lakes which make up 8,1—8,6 per cent of the total area. In the drainage area of the river Suur-Emajõgi lakes form 3,3—8,7 per cent and in the drainage basins of the rivers Väike-Emajõgi, Pedja, Kulgu and Pljüssa 0,0—0,6 per cent of the total area of the basins. As basis for the water level statistics, the daily average measurements above an arbitrarily chosen zero-point are taken. The stage records are collected through three fixed-time daily readings of the gauges.

The averages of the yearly water levels throughout all drainage areas are almost parallel, except the stages of No. 58, 16 and No. 1, 4 on the Narva River, which are in peculiar circumstances in regard to ice-conditions. The yearly averages show a downward tendency. The lowest point of depression has not yet been reached, as may be concluded from the stages of Lake Peipsi recorded during the years 1885—1938 (Fig. 2).

The coefficient of variation of the yearly averages fluctuates in the limits of  $C_v = 0,05$  and  $C_v = 0,44$  (Table 2). In a drainage basin including lakes the  $C_v$  is higher than in a lakeless basin.

The maximum average yearly stage of the Lake Peipsi during the present period of ten years has a probability of 5 to 10 per cent, the average yearly minimum of the same period of time has a probability of 90—95 per cent.

The maximum stages occurring in a single year have a smaller  $C_v$  than the minimum stages of the same year (Tables 3, 4 and 5). The maximum observed in the series of years 1929—1938 has a probability of 5 per cent, the minimum of the same period has a probability of 95 per cent.

The averages of the monthly water levels (Table 6) in a lakeless drainage basin show maximum in April and minimum in July, a secondary

maximum in November and a secondary minimum in February. In a drainage area including lakes the maximum occurs in April, the minimum in October; a weak secondary maximum is recorded in December and a secondary minimum in February-March.

Water stages during single months occur in a broad zone (Table 7).

The relative variation of the amplitude is almost equivalent throughout all basins.

Monthly stages in a lakeless drainage basin show a strong positive asymmetry, in a drainage basin including lakes the distribution of stages is almost symmetrical.

The averages of the monthly water levels in lakeless drainage basins are interrelated, similarly the monthly average stages in the drainage basins including lakes are interrelated. No relation exists between the monthly average stages of the lakeless drainage basins and basins including lakes.

The stages of the same lake measured at different distant points naturally show a high positive correlation, but in the yearly as well as monthly averages they differ in amplitude as well as dispersion. In regard to errors the differences are substantial.

Studying the daily stages during a period of ten years it can be noticed, that the high-water crest moves from the sub-basin Narva River downstream with a retardation. At gauges No. 12 and No. 39 it is recorded on March 24—26, at No. 21 and No. 11 on April 27—29, at No. 19 and No. 20 on April 24—25, at No. No. 7, 8, 9, 54 on May 5—12, at No. 6 and No. 5 on May 7—12. The crests of the high-water at the gauge No. 4 on February 19 and at No. 1—on February 1—are evidently influenced by ice-impounding. Gauge No. 18 is reached by the crest of the high-water on April 23 and No. 2 on April 26. The high-water crest at gauge No. 2 is influenced by spring-time rise of water in the region of No. 18. At No. 58 the crest is recorded on April 5, which date, as compared with the No. 12 and 39, is obviously dependent on the easterly position of this drainage basin. At No. 16 (in the sea) the high-water peak is reached on October 19 and the lowest point of the low-water on April 8.

Monthly average stages in a series of years are represented graphically in the Fig. 3—8.

In the table 11 stage frequencies in the series of years 1929—1938 are given. For this purpose central moments ( $\mu_1, \mu_2, \mu_3$  and  $\mu_4$ ), standard deviation

( $\sigma$ ), coefficient of variation ( $C_v = \frac{\sigma}{H_m - H_{min}}$ ), measure of asymmetry (skew-

ness)  $\left( C_s = \frac{\mu_3}{(\sqrt{\mu_2})^3} \right)$  and measure of curtosis  $\left( r_4 = \frac{\mu_4}{\sigma^4} \right)$  have been

computed; further  $H_{med}$ ,  $H_{25\%}$ ,  $H_{75\%}$  and  $H_{mode}$  are determined. The distribution of water stages according to Pearson's criterion fall under the I type of Pearson's curves. The application of this equation does not give results.

To a certain extent Pearson's III type in its integral form (according to Foster) is applicable.

In Fig. 9—14 an interpretation is given of the distribution of stages by means of empirical integral curves. The distribution of stages in the sea, lakes and rivers dependent on lakes is almost symmetrical, whereby the stages of Lake Peipsi at Lisje in their distribution show characteristics of Laplace-Gauss' distribution (Table 12, 13, 14). The comparison of the latter with the empirical distribution of the stages of the No. 8 leads to Pearson's criterion  $P = 0,0723 \pm 0,1038$ , whereby  $\chi_2 = 27,43 \pm 6,3$ .

The stages of lakeless basins and stages upset by the ice-impounding show a strong positive asymmetry with a high  $r_4$ . It can be stated that the faster the run-off out of the basin the higher are  $C_v$ ,  $C_s$ , and  $r_4$ .

The frequencies of a given interval in a series of years represent Lexis's series, which compared with the Bernoulli's series are considerably disturbed (Tables 16 and 17). While at No. 7 intervals show a uniform disturbance, the latter is stronger in the lower stage zones of No. 58. The disturbance is caused by the changing of the river-bed owing to inadequate conservancy. In the table 18 are given stage zones—low, medium and high waters, as these conceptions were fixed in conference at Linz in 1909.

In the table 19 early, medium and late dates of the appearance of first ice, of solid ice and ice drifting are given. A characteristic of the rivers flowing out of lakes is the disappearance of ice down-stream.

Summarizing it can be stated:

1) The yearly average stages throughout the drainage basin of the Narva River and Lake Peipsi are generally synchronous, except the stages which are in special conditions in consequence of ice-impounding or where the river-beds are grown with grass. The ten years beginning with 1929 and ending with 1938 in a long series of years fall into a period of gradual transition from rainy years to drought years with a steady downward tendency.

All stages in the Basin of Narva river and Lake Peipsi are showing a decreasing tendency. The lowest point of depression has not yet been reached.

2) The monthly average stages in lakeless drainage areas are synchronous, similarly synchronous are the water stages in drainage basins including lakes, except the cases, where they are influenced by specific conditions owing to freezing of the water or growing of the river-beds with grass. Low minimum of monthly averages in July and a secondary minimum in winter are characteristic for lakeless drainage basins; for basins including lakes a low minimum in October and a secondary minimum in winter are characteristic. High stages can be expected in every season of the year; likewise low stages can occur in any season, except the spring melting and thawing period. Generally, the water stages are more frequent in the zone of the low waters showing in their monthly distribution a positive asymmetry.

3) The distribution of water stages during the series of years 1929—1938 and in any series of years of any length show in lakeless drainage basins considerable positive asymmetry, whereby the curtosis and the asymmetry is obviously increasing in proportion with the rapidity of the run-off out of basin.

The abundance of open water reservoirs in a drainage basin and a rapid communication between the waters flowing on the surface of the earth and the underground water bodies has evidently a decisive effect upon the equalizing of the stages, as it may be concluded from the distribution of stages in basins including lakes, where this is almost symmetrical with more or less skewness, i. e. the low and high stages are reiterating in an equal proportion.

4) The high-water crest moves from the upper portion of the basin down-stream with a retardation; in this retardation lakes play the principal part.

5) The appearance and disappearance of ice generally takes place synchronously, deviations are dependent on great lakes; as a characteristic feature can be observed the disappearance of the ice-cover down-stream from the lakes.

6) The water stages of great lakes measured in distant points show differences even in the averages of a period of ten years in relation to the amplitude as well as dispersion. For comparison of the stages a precise levelling of respective gauges is absolutely necessary.

7) The stage height, as a statistical variable differs from many other, especially meteorological, variables in this respect, that the stage height has no uniform measuring scale. Therefore the stages recorded at a certain gauge represent different statistical collectives. The transference of these to a common unit of measure is not possible without additional conditions.

## LOODUSVARADE INSTITUUDI AVALDISED.

Publications of the Natural Resources Research Institute  
of Estonia.

- Nr. 1. UURIMUSI METSATÖÖDE RATSIONALISEERIMISEKS.  
(Untersuchungen zur Rationalisierung der Forstarbeiten.)
- Nr. 2. LOODUSVARADE INSTITUUDI SEISUKOHTI PUIDU IMMUTUSE  
PROBLEEMI LAHENDAMISE ALAL EESTIS.  
(The Views of the Natural Resources Research Institute on Wood  
Impregnation: Estonian Shale Oil as a Wood Preservative.)
- Nr. 3. J. HÜSSE. PIIRITUSE VALMISTAMISE VÕIMALUSEST SULFIT-  
PRAAKLEELISEST EESTIS.  
(The Possibilities of Manufacturing Alcohol from Waste Sulphite Lye  
in Estonia.)
- Nr. 4. MEREJÄÄ VAATLUSED 1938/39. a. TALVEL EESTIS.  
(Sea-ice Observations Made in Estonia during the Winter 1938/39.)
- Nr. 5. TERMIINSÕIDUD EESTI VÄLISVETES 1935—1939.  
(Thalassalogical Cruises Made in Estonian Waters in 1935—1939.)
- Nr. 6. A. VELNER. VEEPINNAD NARVA JÕE JA PEIPSI VESIKONNAS  
1929—1938.  
(Water Levels in the Drainage Basin of the Narva River and Lake  
Peipsi 1929—1938.)
- Nr. 7. A. KÄRSNA. TUULE-ENERGIA JAOTUSEST EESTIS.  
(Distribution of Wind Power in Estonia.)

A-13586

6