

VESIENTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA
PUBLICATIONS OF THE WATER RESEARCH INSTITUTE

1

SEPPÖ E. MUSTONEN

ALIVALUMAN VAIHTELUISTA PIENILLÄ ALUEILLA

English Summary

Variations in the Minimum Runoff from Small Basins

VESIHALLITUS — NATIONAL BOARD OF WATERS, FINLAND
Helsinki 1971

VESIENTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA sisältää tieteellisiä tutkimuksia ja muokattua havaintoaineistoa vesihallituksen vesientutkimuslaitoksen tutkimusaloilta. Sarja on jatkoa julkaisusarjoille "Hydrologisen toimiston tiedonantoja" sekä "Maa- ja vesiteknillisiä tutkimuksia".

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Valtion painatuskeskukselle, Annankatu 44, Helsinki 10.

The series PUBLICATIONS OF THE WATER RESEARCH INSTITUTE contains scientific papers and processed data from the research fields of the Water Research Institute, National Board of Waters, Finland. The series is a sequel to the publications "Communications of the Hydrological Office" and "Soil and Hydrotechnical Investigations". Subscriptions and inquiries should be addressed to the Government Printing Center, Annankatu 44, Helsinki 10, Finland.

SEPPÖ E. MUSTONEN

ALIVALUMAN VAIHTELUISTA PIENILLÄ ALUEILLA

English Summary

Variations in the Minimum Runoff from Small Basins

VESIHALLITUS — NATIONAL BOARD OF WATERS, FINLAND
Helsinki 1971

SISÄLLYS

1. Johdanto
- 1.1 Käsitteet
- 1.2 Tutkimuksen tarve
- 1.3 Pienten alueiden alivalumatutkimus
- 1.4 Aikaisemmat alivalumatutkimukset

2. Hydrologian toimiston pienten havaintoalueiden aineisto

3. Keskialivalumamallien kehittäminen
- 3.1 Eri pituisten kausien alivalumien laskeminen
- 3.2 Keskialivaluman riippuvuus alivalumakauden pituudesta
- 3.3 Keskialivalumayhtälön kertoimien riippuvuus ilmasto- ja aluetekijöistä
- 3.31 Talviaineisto
- 3.32 Kesäaineisto
- 3.4 Keskialivalumamallin lopullinen muoto

4. Alivaluman toistuvuus
- 4.1 Toistuvuussuorien määrittäminen
- 4.2 Toistuvuussuhteen k riippuvuus ilmasto- ja aluetekijöistä
- 4.21 Talviaineisto
- 4.22 Kesäaineisto

5. Alivaluman sattumisaika

6. Tutkitun havaintojakson 1958-1969 edustavuus

7. Tulosten tarkastelua

8. Alivaluman määrittäminen kehitetyllä menetelmällä

English Summary

Käytetyt merkinnät

Kirjallisuutta

Liitteet

1. JOHDANTO

1.1 KÄSITTEET

Käsite alivaluma tarkoittaa hydrologisessa terminologiassa tietyn ajanjakson pienintä valumaa, joka ilmaistaan litroina sekunnissa neliökilometriltä. Ellei toisin mainita, alivalumalla tarkoitetaan tällöin pienintä yhden vuorokauden keskivalumaa kyseisen ajanjakson aikana. Alivalumalla voidaan kuitenkin tarkoittaa, ja tässä tutkimuksessa tarkoitetaan, pitemmänkin vähävetisen kauden kuin yhden vuorokauden keskivalumaa. Tällöin käytetään lisämäärettä osoittamaan alivalumakauden pituutta. Tässä tutkimuksessa alivalumakauden pituus vaihtelee 1-150 vrk, jolloin siis esim. 30 vuorokauden alivaluma tarkoittaa pienintä 30 vuorokauden pituisen yhtäjaksoisen kauden keskivalumaa tietyinä ajanjaksona.

Ajanjakso taas saattaa olla tietty vuosi (esim. Nq 1941), vuosijakso (esim. Nq 1931-1960) tai ajanjakso voidaan ilmaista todennäköisenä keskimääräisenä toistumisaikana. Esimerkiksi Nq 1/20 tarkoittaa, että keskimäärin kerran 20 vuodessa on odotettavissa Nq:n suuruinen tai pienempi alivaluma. Tällöin edellytetään, että on suoritettu alivaluma-aineiston toistuvuusanalyysi. Koska hydrologisten suureiden ääriarvot vaihtelevat yleensä erittäin paljon, olisi aina pyrittävä suorittamaan toistuvuusanalyysi jollakin tapaukseen sopivalla menetelmällä. Yksinkertainen todennäköisyyspaperille sijoitettujen havaintopisteiden kautta piirretty silmävarainen suora informoi jo merkittävästi enemmän hydrologisen tilaston käyttäjää kuin pelkät havaintojakson vuosiluvut, jotka nekin usein ovat jääneet hydrologisissa esityksissä mainitsematta.

Maamme ilmastollisista oloista johtuu, että hydrologinen vuosi jakautuu kahteen melko selväpiirteiseen osaan alivaluman suhteen. Talvikauden alivalumat riippuvat osittain eri tekijöistä kuin kesäkauden alivalumat. Niinpä tässä tutkimuksessa on tarkasteltu erikseen talvialivalumia, jotka sattuvat 1.11.-30.4. välisenä aikana ja kesäalivalumia, jotka sattuvat 1.5.-31.10. välisenä aikana. Jako on selväpiirteinen kevätajakohdan osalta, sillä lumen sulamiskausi ylivalumineen merkitsee luonnollista rajaa talven ja kesän alivaluma-

kausille. Sen sijaan marraskuun ensimmäinen päivä kesäkauden ja talvikauden rajana on keinotekoisempi. Usein sattuu, että syyskuukaudet ovat vähäsateisia ja tällöin kesäpuoliskon alivalumakausi jatkuu marraskuun ensimmäisen päivän yli. Varsin yleisesti hydrologisen vuoden katsotaan kuitenkin meidän ilmasto-oloissamme alkavan ensimmäisenä päivänä marraskuuta, joten alivalumatarkasteluissakin tämä päivämäärä lienee sopivin.

1.2 TUTKIMUKSEN TARVE

Pienten alueiden alivalumatietoja tarvitaan useilla vesirakennustekniikan aloilla. Vesihuoltotekniikassa käytetään monesti pieniä vesistöjä sekä käyttöveden hankintaan että jäteveden johtamiseen. Pieniin vesistöihin joudutaan turvautumaan vesihuoltotoimenpiteissä erityisesti maamme rannikkoalueilla, jonne väestö ja uudet teollisuuslaitokset suurelta osalta keskittyvät. Vesiensuojelun ja luonnon käytön suunnittelussa joudutaan näillä tiheään asutuilla ja raskaasti jätevesillä kuormitetuilla alueilla ottamaan huomioon erityisesti vesistöjen alivalumat.

Maamme maatalous on saavuttamassa parhaillaan korkean teknillisen tason erityisesti maan etelä- ja lounaisosissa. Yksinomaisesti maan ravinnetasoa kohottamalla ei voida enää taloudellisesti kohottaa satoja, kun maan vesitalous ei ole optimaalinen. Näin kastelu on tullut tietyillä alueilla ja tiettyjen kasvien viljelyssä taloudellisesti kannattavaksi satotason kohottamisen keinoksi. Viime vuosina ovat kastelulaitteet yleistyneet voimaperäisimmillä viljelyalueillamme. Näin on tapahtunut juuri mainituilla eteläisillä ja lounaisilla alueilla, joilla ei ole suuria järvivesistöjä, ja kasteluvesi joudutaan ottamaan pienistä joki- tai purovesistöistä. Alivalumien tunteminen on tärkeää tulevaisuuden laajaa kastelutoimintaa suunniteltaessa, koska veden puute tulee olemaan monilla alueilla kastelun yleistymiselle pahin ja ehdottomin este.

Alivalumahydrologia on tullut siis tärkeäksi suunnitteluperusteeksi vesirakennustekniikassa.

1.3 PIENTEN ALUEIDEN ALIVALUMATUTKIMUS

Maassamme on suoritettu järjestelmällisiä virtaamahavaintoja koko maan kattavalla havaintoverkolla jo yli 60 vuoden ajan. Nämä havainnot on kuitenkin suoritettu pääasiassa suurilla vesistöalueilla, jotka meillä ovat samalla runsasjärvisiä. Tämä johtuu tietenkin siitä, että havaintoverkkoa järjestettäessä voimatalous oli pääasiallinen hydrologisen havaintoaineiston käyttäjä. Vielä nytkin havaintojen painopiste on suurissa vesistöissä, mutta yhä useammassa pienehköissä jokivesistöissä tullaan havaintoja järjestämään edellä mainittujen vesistön käyttömuotojen suunnitteluperusteiksi.

On kuitenkin ilmeistä, että suunniteltaessa pienten vesistöalueiden ($A < 200 \text{ km}^2$) käyttöä ei aina ole tilaisuutta suorittaa vesistössä tarvittavia pitkäaikaisia hydrologisia havaintoja, osittain töiden nopean aikataulun, osittain havaintojen järjestämiseen liittyvien vaikeuksien vuoksi.

Vertailuvesistöjen käyttö ei ole aina mahdollista tai mielekästä, koska pienten vesistöjen pitkäaikaisia havaintosarjoja on vähän olemassa. Toisaalta pienten alueiden maaston ominaisuudet, kuten metsäisyys, kaltevuus, karkeiden maalajien yleisyys jne. vaihtelevat paljon enemmän kuin suurten alueiden vastaavat ominaisuudet.

Pienten alueiden alivalumien arvioinnissa voidaan ja on myös pakko näissä oloissa käyttää hyväksi alivaluman ja sen suuruuteen vaikuttavien tekijöiden välisiä yleisiä lainalaisuuksia, joita saadaan esille analysoimalla käytettävissä olevaa hydrologista aineistoa. Näitä lainalaisuuksia voidaan selvittää vain käyttämällä suhteellisen pieniä alueita, joilla on selviä erityispiirteitä. Mitä suurempi alue on, sitä enemmän erityispiirteet tasoittuvat ja niiden vaikutusta on vaikeampi saada esille.

On suuri etu, jos havaintoaineisto on kerätty järvettömillä alueilla, koska tulovirtaus on tällöin suoraan käytettävissä ilman monimutkaisia varastoitumislaskelmia ja ilman järvi-haidunnan aiheuttamaa muutosta. Järven vaikutus voidaan kussakin käytännön erityisongelmassa ottaa laskelmilla huomioon, kun tulovirtaus on tiedossa.

Pienten järvettömien alueiden valumahavaintojen tarpeellisuuden tultua ilmeiseksi perustettiin 1950-luvun lopulla maataloushallituksen maa- ja vesitekniillisen tutkimustoimiston silloisen päällikön Matti Wäreeseen aloitteesta ja johdolla pienten alueiden hydrologinen havaintoverkko, johon v.1971 kuului 42 aluetta maan eri osissa. Tällä havaintoverkolla kerättyä aineistoa (Mustonen 1965a, Mustonen & Seuna 1969) voidaan sellaisenaan käyttää vertailumateriaalina, mutta aineisto sopii hyvin myös edellä mainittujen yleisten lainalaisuuksien selvittelyyn.

Tässä tutkimuksessa on analysoitu vuosien 1958-1969 havaintoja 32 alueelta. Tarkoitus on ollut saada selville ne yleiset alueen ilmaston ja maaston ominaisuudet, joiden avulla voitaisiin konstruoida eripituisia alivalumakausia vastaavat ja tietyllä todennäköisyydellä toistuvat alivalumat. Käytetyt ilmasto- ja maastaselittäjät on valittu siten, että käytännön tehtävissä selittäjien likiarvot voidaan saada peruskartoilta, tilastojulkaisuista ja muista yleisesti saatavana olevista lähteistä.

Vain 10 vuoden pituinen havaintojakso on luonnollisesti liian lyhyt toistuvuusanalyysia varten. Kuitenkin toistuvuusanalyysit on suoritettu, koska on aihetta pitää havaintojaksoa 1958-1969 melko "normaalina" ja toistuvuusanalyysin tuloksia mielekkäinä. Nyt saatuja tuloksia on mahdollista tarkistaa myöhemmin, kun on käytettävissä pitemmät jaksot.

1.4 AIKAISEMMAT ALIVALUMATUTKIMUKSET

Hydrologian toimiston pitkäaikaista alivaluma-aineistoa ovat analysoineet useat tutkijat.

Renqvist (1935) on käsitellyt vuoteen 1930 mennessä kerättyä aineistoa, johon on kuullut 55 hydrologian toimiston aluetta ja 27 aluetta Ruotsista. Hän on tutkinut pienimmän havaitun yhden vuorokauden alivaluman ja keskivaluman suhteen riippuvuutta järvisyydestä ja valuma-alueen alasta.

Wäreellä (1951, 1952, 1954) on ollut käytettävissään 80 alueelta huomattavasti pitempi havaintojakso, aina vuoteen 1950 saakka. Hänellä on ollut analyysissään hydrologian toimiston aineiston lisäksi myös maataloushallituksen aikaisemmilta pieniltä valuma-alueilta kerättyä aineistoa. Hän on selvittänyt erityisesti keskialivaluman riippuvuutta järvisyydestä ja alasta.

Niinivaara (1957, 1958 ja 1961) on analysoinut 35 alueen alivaluma-aineistoa vuoteen 1950 saakka. Hänkin on käyttänyt selittäjinä järvisyyttä ja valuma-alueen alaa. Niinivaara on käyttänyt toistuvuusanalyysia ja hän on käsitellyt yhden vuorokauden alivaluman ohella myös pitempiä kausia aina 60 vuorokauteen saakka.

Viimeksi tätä samaa aineistoa on analysoinut Kajosaari (1968). Hän on tutkinut talvi- ja kesäajan alivalumia kausina, jotka vaihtelevat viidestä vuorokaudesta neljään vuoteen. Aineistoa on 17 alueelta vuoteen 1965 saakka. Paitsi alivalumain toistuvuusanalyysia hän on suorittanut ns. valuman tasaustilavuuden määrityksiä alueilla.

Kaikki nämä tutkimukset koskevat pääasiassa suuria vesistöjä, jotka ovat yleensä runsasjärvisiä.

Järvettömien pienten alueiden alivalumia on aikaisemmin tarkasteltu alustavasti seitsemän vuoden havaintojen perusteella (Mustonen 1965b). Tällöin on kiinnitetty huomiota 1 ja 30 vuorokauden alivalumiin erikseen talvi- ja kesäkausilla. Toistuvuusanalyysia ei ole voitu suorittaa näin lyhyen jakson havainnoista, mutta sen sijaan on selvitelty alivalumien suuruuteen vaikuttavia ilmasto- ja aluetekijöitä.

Ulkomaisista tutkijoista on syytä mainita erityisesti eestiläistä aineistoa käsitelleet Welner ja Hommik (1936), Norvatov (1962), Velner ja Kask (1967), Velner ja Kaljumäe (1967) ja Hommik (1970), joka viimeksi mainittu on käsitellyt eestiläistä aineistoa yhdessä tässä tutkimuksessa käytettyjen suomalaisten pienten alueiden havaintojen kanssa.

2. HYDROLOGIAN TOIMISTON PIENTEN HAVAINTOALUEIDEN AINEISTO

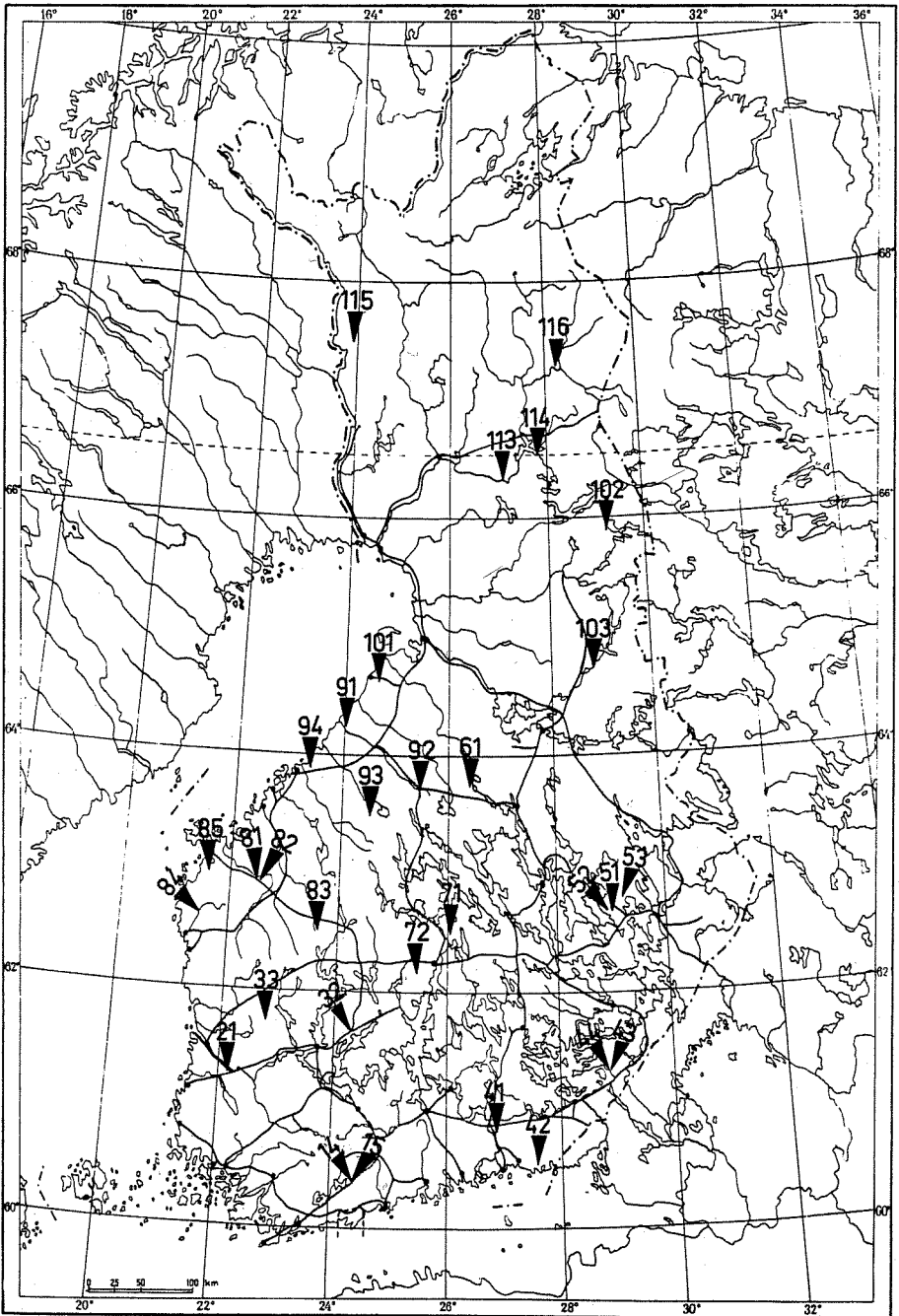
Tässä tutkimuksessa on käsitelty hydrologian toimiston pienten havaintoalueiden aineistoa. Alueita oli vuoden 1971 alussa yhteensä 42, mutta osa alueista on aivan äskettäin perustettuja, eräillä vanhemmilla alueilla ei ole suoritettu riittävästi maastotutkimuksia ja erään alueen havainnot ei voida pitää edustavina. Tässä yhteydessä on käsitelty 32 alueen havainnot (kuva 1). Näitä alueita on kuvattu aikaisemmissa julkaisuissa (Mustonen 1965a ja b). Alueiden ala vaihtelee välillä 0,7 - 122 km² ja ne ovat lähes järveä miä, ainoastaan alueilla 42, 51, 83, 93, 102, 103 ja 113 on pikku lampia n. 1 % alasta ja nämäkin lammet sijaitsevat yleensä siten, että ne eivät vaikuta sanottavasti alivalumiin. Vain alueella 102 on yksi pieni lampi pääuoman alajuoksulla lähellä mittauspaikkaa, jossa sillä saattaa olla vähäinen alivalumia tasoittava vaikutus. Aikaisemmin esitettyjä maastotutkimusten tuloksia (Mustonen 1965a) on jouduttu tarkistamaan alueella 32, missä valuma-alueen alaksi on saatu 3,0 km² ja järvisyydeksi 0 % (vrt. Mustonen & Seuna 1969 s. 4).

Alueiden maaston eräät ominaisuudet ja eräät ilmastolliset normaaliarvot (1931-1960) sekä käytettävissä olevien havaintovuosien luku ilmenevät taulukosta 1.

Taulukossa esitetyt alueominaisuuksia koskevat tiedot perustuvat vuosina 1959-1962 suoritettuihin mittauksiin, joiden suoritusta on selostettu aikaisemmassa julkaisussa (Mustonen 1965a). Ojitetun suon osuus alasta on selvitetty uudelleen v.1969 ja taulukossa käytetyt arvot ovat koko havaintojaksolle arvioituja keskilukuja. Alueiden puustoa koskevat tiedot kaipaivat tarkistusta, koska hakkuut ja kasvu ovat muuttaneet jaksón alussa mitattuja arvoja. Maaston kaltevuus tarkoittaa maanpinnan kaltevuutta prosentteina 20 metrin matkalla suurimman kaltevuuden suunnassa. Karkeiden maalajien osuus tarkoittaa sora-, hiekka-, soramoreeni- ja hiekkamoreenimaiden osuutta valuma-alueen alasta, lisätynä puolella hieta- ja hietamoreenimaiden osuudesta.

Lämpötilan normaaliarvot on saatu Kolkin (1970) julkaisusta ja vuosisadannan arvot hydrologian toimiston tilastoista (Hydrologinen vuosikirja 16, 1962) ja alueilla suoritetuista sadehavainnoista. Koska on haluttu yksinkertaiset lämpötilaa osoittavat indeksit, on valittu kylmimmän ja lämpimimmän kuukauden keskilämpötilat. Kesäajan sadanta olisi saattanut olla käyttökelpoinen selittäjä kesäalivalumiin analyysissä. Koska kuitenkin on käytetty pitkän kauden keskiarvoja, edustaa vuosivalunta melko hyvin myös kesäsadantaa. Sadehavainnot ei ole korjattu millään tavoin, vaikka tiedetään, että esitetyt korjaamattomat havaintoarvot ovat keskimäärin jopa 100 millimetriä liian pieniä, johtuen sademittauksissa syntyvistä virheistä. Sadantaa, kuten muitakin taulukossa esitettyjä suureita, on käytetty tässä tutkimuksessa pelkinä indeksilukuina.

Olisi ollut oikeampaa käyttää ilmastosuureista kauden 1958-1969 keskiarvoja, mutta lukujen indeksiluonteen vuoksi on tyydytty helposti saatavissa oleviin normaaliarvoihin, jotka eivät sanottavasti poikkea tutkitun jaksón keskiarvoista.



Kuva 1. Tässä tutkimuksessa käytettyjen hydrologian toimiston pienten valuma-alueiden sijainti.

Fig. 1. Location of the small drainage basins of the study.

Taulukko 1. Havaintoalueita koskevia alue- ja ilmastotietoja sekä havaintovuosien luku.

Table 1. Basin and climatic data on the research basins and the number of observation years.

Alue Basin	A km ²	S _s %	FP %	PP %	FP+PP _d %	VS k-m ³ /ha	CP %	T ₂ °C	T ₇ °C	P mm	Havainto- vuosien luku Number of observation years	
											talvi winter	kesä summer
14 Teeressuonoja	0,7	13,9	0	13	0	116	68	-7,7	16,8	620	7	7
15 Kylmänoja	4,0	8,2	27	11	27	72	52	-7,7	16,8	620	7	7
21 Löytäneenoja	5,6	1,7	77	1	77	24	30	-7,2	16,6	550	12	12
32 Siukolanpuro	3,0	7,5	5	18	5	76	50	-8,0	16,8	550	12	12
33 Katajaluoma	11,2	2,9	3	43	43	52	43	-7,7	16,6	580	6	7
41 Niittyjoki	29,7	4,9	35	2	35	68	44	-8,5	17,6	620	12	12
42 Ravijoki	56,9	6,4	17	25	42	50	55	-8,2	17,5	650	12	12
43 Latosuonoja	5,3	8,2	19	15	30	58	69	-9,0	17,0	590	12	12
44 Huhtisuonoja	5,3	5,0	0	45	45	58	41	-9,0	17,0	590	12	12
51 Kesselinpuro	21,7	4,2	4	50	19	62	36	-10,0	16,7	600	12	11
52 Kuokkalanaja	2,8	5,8	21	23	21	41	39	-10,0	16,7	600	12	12
53 Mustapuro	11,2	3,2	15	34	25	64	28	-10,0	16,7	600	12	12
61 Korpjoki	122	3,1	8	65	18	44	25	-9,8	16,4	540	10	11
71 Ruunapuro	5,4	6,4	22	10	22	82	53	-9,2	16,3	620	12	12
72 Heinäjoki	9,4	7,6	8	10	11	75	62	-8,8	16,5	600	12	12
81 Haapajyrä	6,1	3,0	58	15	58	14	16	-8,0	16,6	500	12	12
82 Kainastonluoma	79,2	3,8	27	20	27	53	39	-8,0	16,6	500	11	11
83 Kaidesuoma	45,5	3,3	13	26	29	46	50	-9,0	16,1	570	10	10
84 Norrskogsdiket	11,6	1,6	34	30	62	45	43	-7,0	16,2	500	9	9
85 Sulvanjoki	26,8	3,6	23	11	31	79	52	-7,0	16,2	500	8	8
91 Tuuraaja	23,5	2,0	16	48	41	26	31	-8,0	16,0	490	10	10
92 Tujuoja	20,6	2,3	12	58	37	39	33	-9,5	16,0	530	9	8
93 Pahkaaja	23,3	2,1	2	67	4	30	28	-9,5	16,0	530	11	11
94 Kuikkisenoja	8,1	3,9	31	22	32	34	37	-8,5	16,0	490	10	9
101 Huopakinoja	19,7	2,6	17	26	17	49	51	-9,0	16,0	500	8	11
102 Vääräjoki	19,3	5,0	0	34	0	34	37	-12,4	14,7	560	11	11
103 Myllypuro	9,9	7,4	2	27	17	43	61	-11,3	15,1	580	9	8
111 Kuusivaaranpuro	27,6	5,2	2	26	2	44	46	-13,3	14,7	530	12	12
113 Korintteenoja	6,1	10,2	2	5	2	29	68	-12,2	15,1	570	7	6
114 Vähä-Askanjoki	16,4	10,9	0	17	0	61	69	-13,3	14,7	570	11	11
115 Hourukoskenoja	9,6	12,6	0	3	0	32	87	-12,5	14,1	450	7	9
116 Myllyoja	28,5	7,4	1	12	1	48	70	-13,3	14,7	530	5	6
Keskisarvo Mean	21,1	5,5	16	25	24	52	47	-9,5	16,2	557	10	10

Käytetyt valumahavainnot on julkaistu vuorokausikeskiarvoina. Havaintojen suoritusta ja käsittelyä sekä tulosten tarkkuutta on selostettu aiemmin mainitussa julkaisussa (Mustonen 1965a). Jos puolivuotishavainnoista 1.11.-30.4. ja 1.5.-31.10. on jostain syystä puuttunut lyhyitä päiväjaksoja, on havainnot täydennetty viereisten alueiden havaintoihin tai sadehavaintoihin vertaamalla. Jos havainnoissa on ollut pitempiä aukkoja, on koko puolivuotisjakso jätetty pois aineistosta.

3. KESKIALIVALUMAMALLIEN KEHITTÄMINEN

3.1 ERI PITUISTEN KAUSIEN ALIVALUMIEN LASKEMINEN

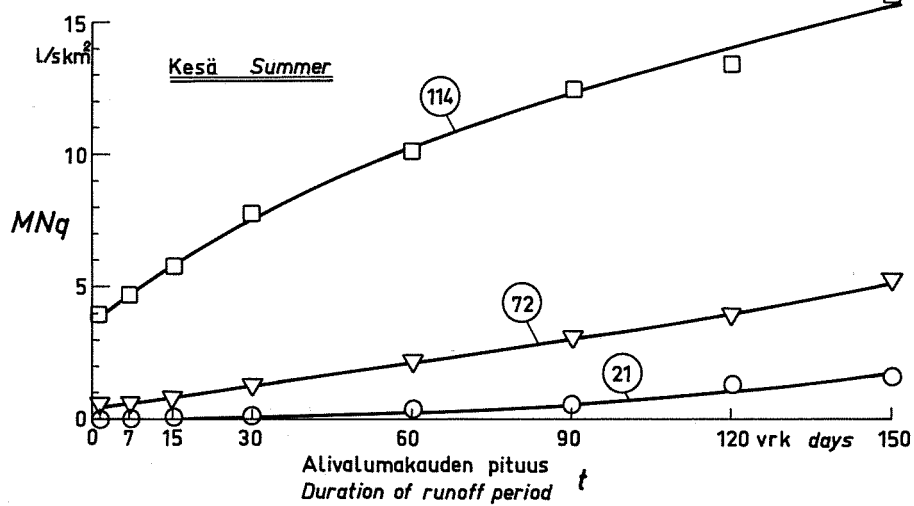
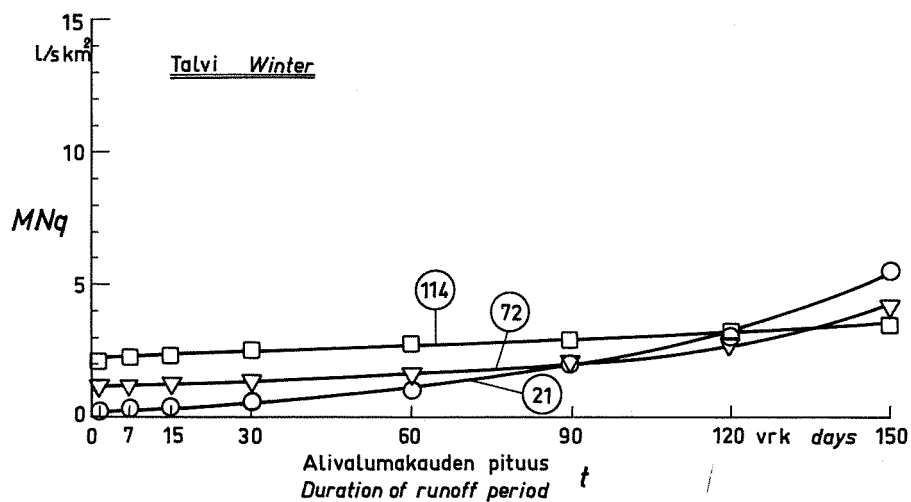
Aineiston käsittelyn ensimmäinen vaihe on ollut vuoden talvipuoliskon (1.11.-30.4.) ja kesäpuoliskon (1.5.-31.10.) alivalumien laskeminen 1, 7, 15, 30, 60, 90, 120 ja 150 vuorokauden pituisille kausille. Kuten edellä on esitetty, tarkoittaa esim. talvipuoliskon 90 vuorokauden alivaluma pienintä 90 perättäisen vuorokauden keskivalumaa marraskuun 1. päivän ja huhtikuun 30. päivän välisenä aikana.

Laskeminen on suoritettu tietokoneella. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Aineisto käsittää kaikkiaan 322 talvipuoliskoa ja 325 kesäpuoliskoa, joten havaintojakson pituus on keskimäärin 10 vuotta. Liitteessä on lisäksi esitetty havaintojakson keskialivaluma.

Taulukossa 2 on esitetty liitteen 1 laaja numeroaineisto alueellisina keskiarvoina yleiskuvan saamiseksi. Lounais- ja Länsi-Suomi käsittää alueet 21, 33, 61 ja 81-101 ja Pohjois-Suomi alueet 102-116. Etelä- ja Keski-Suomi käsittää kaikki muut alueet.

3.2 KESKIALIVALUMAN RIIPPUVUUS ALIVALUMAKAUDEN PITUUDESTA

Kuvassa 2 on esitetty esimerkin luonteisesti eräiden eri puolilla maata sijaitsevien alueiden MNq_t :n riippuvuus alivalumakauden pituudesta. Todetaan, että esimerkkitapauksissa havaintopisteet muodostavat käyrän, joka ilmeisesti on määritettävissä matemaattisessa muodossa toisen asteen yhtälönä. Tämän mukaisesti onkin suoritettu yhtälön määrittäminen regressioanalyysia käyttäen erikseen kunkin alueen talvi- ja kesäaineistolla muodossa $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$, jossa t on alivalumakauden pituus (vrk) ja MNq_t on t vuorokauden pituisen kauden keskialivaluma ($l/s \text{ km}^2$). Koska on pyritty mahdollisimman yksinkertaiseen analyttiseen muotoon, on kokeiltu edellä esitetyn mallin ohella myös yhtälönmuotoja $MNq_t = a + b \cdot t$ ja $MNq_t = a + c \cdot t^2$. Käyränsovituskoekielujen tulokset on esitetty taulukossa 3. Eri alueiden kertoimien vertailukelpoisuutta huonontaa se edellä ilmennyt seikka, että keskialivalumajakson pituus vaihtelee 5-12 vuoteen ollen keskimäärin 10 vuotta (taulukko 1). Tämä ei kuitenkaan ole vakava haitta näin likiarvoisessa menetelmässä.



Kuva 2. Keskiälvialuman MNq riippuvuus alivalumakauden pituudesta t talvella ja kesällä kolmella maan eri osissa sijaitsevalla havaintoalueella.

Fig. 2. Dependence of the mean minimum runoff (MNq) on the length of the low runoff period (t) in winter and in summer in three research basins in different parts of Finland.

Taulukko 2. Eri pituisten kausien talvi- ja kesäajan keskialivalumat maan eri osissa.
 Table 2. Mean minimum runoff in various parts of Finland during low runoff periods of different length in winter and in summer.

Alue Basin		Keskialivaluma (l/s km ²) alivalumakauden pituuden ollessa (vrk) Mean minimum runoff with duration in days							
		1	7	15	30	60	90	120	150
Lounais- ja Länsi-Suomi <i>South-western and western Finland</i>	Talvi <i>Winter</i>	0,40	0,50	0,55	0,70	1,00	1,45	2,20	3,70
	Kesä <i>Summer</i>	0,15	0,25	0,35	0,55	1,05	1,85	2,95	3,85
Etelä- ja Keski- Suomi <i>Southern and middle Finland</i>	Talvi <i>Winter</i>	1,40	1,55	1,65	1,85	2,15	2,55	3,25	4,60
	Kesä <i>Summer</i>	1,00	1,15	1,35	1,75	2,45	3,20	4,00	4,95
Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i>	Talvi <i>Winter</i>	1,60	1,65	1,75	1,90	2,05	2,25	2,53	3,00
	Kesä <i>Summer</i>	2,95	3,51	4,55	6,25	7,90	9,45	10,45	11,90

Vain 5-6 alueen havainnot ovat lyhyempiä kuin 8 vuotta.

Taulukkoa 3 tarkasteltaessa todetaan, että keskialivaluman riippuvuus kauden pituudesta voidaan talviaikana parhaiten esittää yhtälöllä, jossa on vakiotermin lisäksi t:n ensimmäinen ja toinen potenssi. Kauden pituuden ensimmäisen asteen termin avulla selitetään keskialivaluman varianssista keskimäärin 90 % ($R = 0,95$), toisen asteen termin avulla 97 % ja käyttämällä molempia termejä selitetään keskimäärin 98 % varianssilla ilmaistusta vaihtelusta.

Yhtälön termien merkitys ilmenee kuvan 2 käyristä. Vakiotermi a tarkoittaa käytetyn tarkkuuden rajoissa yhden vuorokauden keskialivalumaa, b tarkoittaa keskialivaluman ja t:n välisen lineaarisen riippuvuuden kuvaajan kaltevuuskulmaa ja c ilmaisee kyseisen riippuvuuden kuvaajan käyryyden. Kuten jo kuvan 2 esimerkeistä ilmenee, ja taulukon 3 kertoimet tarkemmin osoittavat, on yhden vuorokauden keskialivaluma (a) suurempi Pohjois-Suomessa kuin rannikkoalueilla. Vuorosuhteen kuvaajan käyryys (c) on Pohjois-Suomen alueilla huomattavasti pienempi kuin Etelä-Suomen alueilla. Varsinkin lounais- ja länsirannikon alueilla on kuvaaja voimakkaasti ylöspäin kaareva, mikä johtuu talviaikaisesta suoja- ja ainehoidon aiheuttamasta pintavalunnasta. Pohjois-Suomessa talvialivaluma aina 150 vuorokauden arvoon saakka riippuu lähinnä pohjavesivalunnasta, mikä seikka ilmenee kuvaajan vähäisenä käyryytensä.

Harkittaessa talviajan kuvaajan yhtälön yksinkertaisinta käyttökelpoista muotoa on päädytty käyttämään pelkkää vakiotermin a ja käyryystermin c sisältävää yhtälöä talviajan kes-

kialivalumalle. Lineaaritermin b tuoma lisäparannus on siinä määrin vähäinen menetelmä käyttöä ajatellen, ettei sitä ole otettu lopulliseen yhtälöön.

Kesäajan yhtälössä on sen sijaan aiheellista käyttää kaikkia kolmea termiä. Lineaarinen yhtälö selittää 96 % keskialivaluman varianssista, vain $a:n$ ja $c:n$ sisältävä yhtälö 92 %, mutta kaikki termit sisältävä yhtälö 99 %.

Samoin kuin talviaineistossa on myös kesäaineistossa $a:n$ arvo suurempi Pohjois-Suomen alueilla kuin rannikkoalueilla, ero on huomattavampi kesäaineistossa. Aivan erityinen piirre ilmenee kertoimen c suuruudessa, sillä c on negatiivinen Pohjois-Suomen alueilla ja kuvaaja on siis alaspäin kaareva (kuva 2, alue 114).

Yhteenvedona näistä käyrän kuvaajan analyttisen muodon hakemiseksi suoritetuista regressioanalyseista voidaan todeta, että lopputuloksena saadut yhtälöt varsin hyvin täyttävät tehtävänsä, onhan R^2 keskimäärin 0,97-0,99.

3.3 KESKIALIVALUMAYHTÄLÖN KERTOIMIEN RIIPPUVUUS ILMASTO- JA ALUETEKIJÖISTÄ

3.31 Talviaineisto

Seuraavana vaiheena on ollut taulukossa 2 esitettyjen kertoimien a , b ja c lähempi tarkastelu. Kuten edellä kertoimien esittelyn yhteydessä on ilmennyt, vaihtelevat kertoimien arvot maan eri osissa melko selväpiirteisesti. On näin ollen aihetta olettaa, että kertoimien vaihtelua voitaisiin selittää tiettyjen ilmasto- ja aluetekijöiden vaihtelulla.

Taulukossa 4 on esitetty talviajan keskialivaluman ja kauden pituuden välistä riippuvuutta kuvaavan yhtälön kertoimien ja eräiden ilmasto- ja aluetekijöiden välinen korrelaatiomatriisi.

Alasta on otettu transformaationa kuutiojuuri, jonka voidaan päätellä korreloivan valumaan vaikuttavien tekijöiden kanssa paremmin kuin erittäin suuresti vaihtelevan alan sellaisenaan. Alueen uomatiheyttä ja täten veden virtausmahdollisuuksia kuvaa kolme selittäjää, pellon osuus (%), ojitetun suon osuus ja näiden summa. Aluetekijöinä on lisäksi käytetty suon osuutta, puuston kiintokuutiomäärää valuma-alueen koko alaa kohti sekä karkeita maalajeja sisältävien alueiden osuutta koko valuma-alueen alasta.

Taulukosta 4 todetaan, että yhden vuorokauden alivaluma (a) korreloi voimakkaimmin kaltevuuden kanssa ($r = 0,70$), ja seuraavaksi tulevat karkeat maalajit ($r = 0,60$), puusto ($r = 0,52$), vuosisadanta ($r = 0,46$) sekä pelto ja ojitettu suo ($r = -0,43$). Käyryskerroin c korreloi parhaiten helmikuun keskilämpötilan kanssa ($r = 0,77$), pellon ja ojitetun suon osuuden kanssa ($r = 0,68$) sekä pellon osuuden kanssa ($r = 0,52$).

Taulukko 3. Parametrien a, b ja c arvot sekä korrelaatiokerroin R määritettäessä keski-alivaluman riippuvuus kauden pituudesta.

Alue <i>Basin</i>	$MNq_t = a + b \cdot t$			$MNq_t = a + c \cdot t^2$			$MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$			
	a	b	R	a	c	R	a	b	c	R
<i>Talviaineisto Winter data</i>										
14	3,06	0,0216	0,953	3,40	0,000150	0,995	3,41	-0,0005	0,000154	0,993
15	1,68	0,0238	0,901	2,03	0,000171	0,977	2,25	-0,0121	0,000249	0,983
21	-0,27	0,0320	0,950	0,23	0,000224	0,996	0,28	-0,0025	0,000240	0,995
32	0,47	0,0185	0,973	0,78	0,000126	0,990	0,68	0,0055	0,000091	0,992
33	0,51	0,0329	0,928	1,00	0,000234	0,989	1,18	-0,0096	0,000296	0,991
41	1,33	0,0203	0,967	1,67	0,000138	0,976	1,52	0,0081	0,000085	0,978
42	1,28	0,0380	0,975	1,91	0,000260	0,995	1,72	0,0101	0,000194	0,997
43	1,61	0,0178	0,974	1,91	0,000121	0,989	1,80	0,0057	0,000084	0,991
44	1,07	0,0168	0,950	1,34	0,000116	0,983	1,32	0,0015	0,000106	0,980
51	0,29	0,0105	0,935	0,46	0,000074	0,990	0,50	-0,0023	0,000089	0,990
52	0,83	0,0144	0,937	1,06	0,000101	0,984	1,08	-0,0013	0,000109	0,981
53	1,66	0,0107	0,925	1,82	0,000076	0,983	1,87	-0,0026	0,000093	0,982
61	0,24	0,0092	0,887	0,37	0,000067	0,973	0,49	-0,0060	0,000106	0,985
71	1,06	0,0156	0,956	1,31	0,000109	0,996	1,31	-0,0000	0,000109	0,995
72	0,85	0,0175	0,931	1,12	0,000124	0,988	1,19	-0,0042	0,000151	0,988
81	-0,14	0,0188	0,924	0,13	0,000134	0,990	0,26	-0,0068	0,000178	0,994
82	0,28	0,0168	0,946	0,53	0,000118	0,996	0,58	-0,0022	0,000132	0,996
83	0,26	0,0181	0,935	0,54	0,000127	0,987	0,60	-0,0031	0,000148	0,986
84	0,50	0,0308	0,980	1,02	0,000209	0,992	0,82	0,0109	0,000139	0,996
85	0,00	0,0274	0,972	0,46	0,000188	0,994	0,34	0,0064	0,000146	0,996
91	0,10	0,0136	0,900	0,29	0,000098	0,979	0,43	-0,0074	0,000146	0,987
92	0,08	0,0096	0,878	0,21	0,000070	0,969	0,35	-0,0070	0,000115	0,983
93	0,20	0,0125	0,929	0,39	0,000088	0,986	0,44	-0,0030	0,000108	0,985
94	-0,02	0,0187	0,894	0,24	0,000135	0,976	0,45	-0,0110	0,000207	0,984
101	0,31	0,0116	0,928	0,48	0,000083	0,988	0,54	-0,0032	0,000104	0,989
102	1,90	0,0087	0,994	2,06	0,000056	0,947	1,88	0,0095	-0,000005	0,993
103	0,88	0,0097	0,956	1,04	0,000067	0,993	1,03	0,0004	0,000064	0,992
111	1,01	0,0051	0,983	1,10	0,000035	0,985	1,05	0,0025	0,000018	0,993
113	0,78	0,0076	0,963	0,90	0,000053	0,995	0,89	0,0008	0,000048	0,994
114	2,17	0,0079	0,983	2,30	0,000053	0,978	2,22	0,0046	0,000023	0,989
115	1,46	0,0096	0,950	1,62	0,000066	0,971	1,57	0,0024	0,000050	0,967
116	2,91	0,0117	0,995	3,13	0,000075	0,945	2,89	0,0133	-0,000011	0,995
Keskiarvo <i>Mean</i>	0,89	0,0168	0,945	1,15	0,000117	0,984	1,15	-0,0001	0,000118	0,989

Table 3. Parameters a , b and c and correlation coefficient R when determining the dependence of the mean minimum runoff on the length of the low flow period.

Alue Basin	$MNq_t = a + b \cdot t$			$MNq_t = a + c \cdot t^2$			$MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$			
	a	b	R	a	c	R	a	b	c	R
<i>Kesäaineisto Summer data</i>										
14	2,70	0,0119	0,994	2,92	0,000079	0,977	2,75	0,0086	0,000023	0,997
15	1,41	0,0139	0,989	1,66	0,000093	0,983	1,51	0,0081	0,000040	0,996
21	-0,13	0,0103	0,961	0,04	0,000071	0,987	0,00	0,0018	0,000059	0,985
32	0,06	0,0149	0,984	0,32	0,000101	0,990	0,20	0,0063	0,000060	0,997
33	-0,30	0,0385	0,987	0,39	0,000255	0,971	-0,12	0,0272	0,000079	0,989
41	0,86	0,0185	0,993	1,19	0,000123	0,981	0,97	0,0121	0,000044	0,998
42	0,65	0,0318	0,984	1,20	0,000215	0,992	0,95	0,0132	0,000129	0,998
43	0,93	0,0320	0,999	1,52	0,000208	0,961	0,94	0,0311	0,000006	0,999
44	1,63	0,0345	0,999	2,28	0,000223	0,956	1,61	0,0359	-0,000010	0,999
51	0,45	0,0336	0,999	1,07	0,000219	0,965	0,48	0,0312	0,000017	0,999
52	0,33	0,0322	0,998	0,93	0,000209	0,959	0,33	0,0319	0,000002	0,997
53	1,40	0,0327	0,999	2,01	0,000214	0,971	1,49	0,0277	0,000035	0,999
61	0,19	0,0299	0,992	0,72	0,000199	0,983	0,37	0,0188	0,000077	0,998
71	0,65	0,0232	0,998	1,08	0,000151	0,962	0,67	0,0221	0,000008	0,998
72	0,33	0,0311	0,998	0,90	0,000204	0,971	0,40	0,0264	0,000033	0,999
81	-0,16	0,0187	0,965	0,15	0,000128	0,986	0,06	0,0045	0,000099	0,986
82	-0,09	0,0252	0,975	0,34	0,000171	0,986	0,16	0,0094	0,000110	0,989
83	0,12	0,0323	0,990	0,68	0,000216	0,986	0,34	0,0181	0,000099	0,998
84	-0,28	0,0272	0,974	0,17	0,000186	0,992	0,02	0,0078	0,000135	0,994
85	-0,31	0,0223	0,941	0,03	0,000157	0,996	0,11	-0,0044	0,000186	0,997
91	0,07	0,0185	0,993	0,40	0,000123	0,982	0,18	0,0118	0,000047	0,998
92	-0,11	0,0212	0,954	0,22	0,000148	0,996	0,23	-0,0004	0,000151	0,995
93	-0,06	0,0342	0,987	0,53	0,000231	0,991	0,24	0,0156	0,000129	0,999
94	-0,01	0,0203	0,981	0,33	0,000138	0,991	0,19	0,0077	0,000088	0,996
101	0,14	0,0201	0,991	0,50	0,000134	0,982	0,26	0,0125	0,000053	0,997
102	3,13	0,0609	0,980	4,39	0,000376	0,888	2,50	0,1007	-0,000277	0,997
103	1,70	0,0619	0,994	2,93	0,000391	0,924	1,34	0,0846	-0,000158	0,999
111	1,85	0,0481	0,992	2,80	0,000303	0,921	1,56	0,0664	-0,000127	0,997
113	3,37	0,0459	0,972	4,30	0,000286	0,890	2,98	0,0704	-0,000171	0,980
114	4,76	0,0740	0,978	6,29	0,000456	0,883	3,94	0,1254	-0,000357	0,997
115	4,60	0,0567	0,895	5,86	0,000335	0,762	3,47	0,1276	-0,000492	0,945
116	6,04	0,0642	0,986	7,32	0,000403	0,911	5,58	0,0927	-0,000198	0,993
Keskiarvo Mean	1,12	0,0325	0,982	1,73	0,000211	0,959	1,12	0,0335	-0,000003	0,994

Taulukko 4. Talviajan keskialivaluman ja kauden pituuden välistä riippuvuutta esittävän yhtälön $MNq_t = a + c \cdot t^2$ kertoimen a ja c sekä regressioanalyysissä käytettyjen selittäjien välinen korrelaatiomatriisi.

Table 4. Matrix of the correlation between the coefficients a and c , used in the equation $MNq_t = a + c \cdot t^2$ and the variables used in the regression analyses of winter data.

	S_s	$A^{1/3}$	FP	PP	PP_d	$FP+PP_d$	VS	CP	T_2	P	a
$A^{1/3}$	-0,41										
FP	-0,44	-0,08									
PP	-0,52	0,40	-0,35								
PP_d	-0,35	0,11	-0,17	0,54							
$FP+PP_d$	-0,61	0,00	0,78	0,03	0,48						
VS	0,44	-0,23	-0,27	-0,25	-0,07	-0,28					
CP	0,83	-0,24	-0,44	-0,56	-0,19	-0,52	0,37				
T_2	-0,41	-0,10	0,57	0,01	0,29	0,69	0,24	-0,39			
P	0,29	-0,20	-0,13	-0,10	0,11	-0,05	0,53	0,12	0,07		
a	0,70	-0,23	-0,37	-0,36	-0,15	-0,43	0,52	0,60	-0,34	0,46	
c	-0,21	-0,09	0,52	-0,22	0,34	0,68	0,17	-0,09	0,77	0,21	-0,03

On merkillepantavaa, että kertoimet a ja c eivät korreloi keskenään ($r = -0,03$). Tämä osoittaa, että yhden vuorokauden alivaluman pienuudesta riippumatta saattaa pitemmän kauden alivaluma olla suuri kuten Lounais-Suomessa pintavalunnan takia onkin.

Selittävien muuttujien keskinäisistä korrelaatiokertoimista ilmenee, että selittäjät korreloivat voimakkaasti keskenään. Niinpä esim. suuri kaltevuus merkitsee samalla karkeiden maalajien yleisyyttä ($r = 0,83$), pellon ja ojitetun suon pientä määrää ($r = -0,61$) jne. Peltojen runsaus merkitsee samalla lauhkeita talvia ($r = 0,57$). Tämä selittäjien keskinäinen korrelaatio vaikeuttaa regressioanalyysin tulkintaa, mutta ei suinkaan estä käyttämästä keskenään korreloivia selittäjiä regressioanalyysin avulla saadussa ennustemallissa (Mustonen 1967). Tällöin on luonnollisesti muistettava menettelyn matemaattiset rajoitukset. Erityisesti on pidettävä mielessä, että selittäjien korreloidessa keskenään ne eivät ole nimensä mukaisia puhtaita selittäjiä, vaan sisältävät joukon muitakin ominaisuuksia, jotka ovat osittain yhteisiä ja näin ollen selittäjät edustavat tiettyjä olosuhteita eräänlaisina "kollektiivisinä" selittäjinä.

Taulukossa 4 esiintyvillä selittäjillä on tehty valikoiva usean selittäjän regressioanalyysi a :n ja c :n ollessa selitettävänä muuttujina. Tämän lisäksi on analyysit suoritettu myös sopiviksi katsotuilla muillakin selittäjillä. Analyysissä on selittäjän mukaanoton rajana $F > 2,00$. Tulokset ilmenevät kaavoista (1) - (6).

$$a = 0,14 + 0,184 \cdot S_s \quad R = 0,686 \quad (1)$$

$$a = -2,47 + 0,162 \cdot S_s + 0,00489 \cdot P \quad R = 0,730 \quad (2)$$

$$c = (335 + 23,0 \cdot T_2) \cdot 10^{-6} \quad R = 0,765 \quad (3)$$

$$c = [262 + 17,4 \cdot T_2 + 0,79 \cdot (FP+PP_d)] \cdot 10^{-6} \quad R = 0,784 \quad (4)$$

$$c = [214 + 17,1 \cdot T_2 + 1,38(FP+PP_d) + 5,7 \cdot S_s] \cdot 10^{-6} \quad R = 0,820 \quad (5)$$

$$c = [92 + 17,2 T_2 + 1,35 \cdot (FP+PP_d) + 1,25 \cdot CP + 0,171 \cdot P] \cdot 10^{-6} \quad R = 0,853 \quad (6)$$

Kuten edellä on todettu, on maaston kaltevuus ollut paras a:n selittäjä, kaava (1). Valikoivassa regressioanalyysissä on vuosisadanta tullut toiseksi merkitseväksi selittäjäksi, kaava (2). Nämä kaksi selittäjää sisältävät siinä määrin alue- ja ilmastotekijöiden ominaisuuksia, että muut valinnaiset selittäjät eivät ole enää tulleet yhtälöön mukaan käytetyillä rajoituksilla.

Käyryskertoimen c paras selittäjä on ollut helmikuun lämpötila, kaava (3). Toiseksi on tullut karkeiden maalajien osuus, kolmanneksi pellon ja ojitetun suon osuus, neljänneksi vuosisadanta, kaava (6). Tämän neljä selittäjää sisältävän mallin yhteiskorrelaatiokertoimeksi on saatu $R = 0,853$. Näissä malleissa esiintyy kuitenkin selittäjänä karkeiden maalajien osuus, joka edustaa samantapaisia maaston ominaisuuksia kuin maanpinnan kaltevuus ($r = 0,83$), mutta josta ei ole mahdollista yleensä saada käytännön tehtävissä tietoja. Maanpinnan kaltevuus on sen sijaan helposti laskettavissa korkeuskäyrillä varustetuilta kartoilta. Tämän vuoksi on laskettu malli käyttämällä kaltevuusselittäjää. Kaltevuus ei ole kuitenkaan osoittautunut merkitseväksi selittäjäksi lämpötilan kanssa. Jos analyysi suoritetaan lämpötilalla sekä pellon ja ojitetun suon osuudella, saadaan merkitsevä yhtälö (4). Jos tämän jälkeen lisätään kaltevuus, saadaan kaava (5), jossa kaikki selittäjät täyttävät merkitsevyysvaatimuksen.

3.32 Kesäaineisto

Taulukossa 5 on esitetty korrelaatiomatriisi kesäajan aineistosta. Todetaan, että a korreloi selittäjien kanssa samaan tapaan kuin talviaineistossakin. Maanpinnan kaltevuuden ohella on erityisesti kesäkuun lämpötila yhteydessä a:n vaihteluihin, samoin ojitetun alan osuus. Samat selittäjät korreloivat myös b:n ja c:n kanssa.

Kertoimien b ja c riippuvuus alueen maantieteellisestä sijainnista ilmenee jo taulukosta 3. Pohjois-Suomen alueilla MNq:n riippuvuutta kauden pituudesta osoittava kuvaaja on alas-

Taulukko 5. Kesäajan keskialivaluman ja kauden pituuden välistä riippuvuutta esittävän yhtälön $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$ kertoimien a, b ja c sekä regressioanalyyseissä käytettyjen selittäjien välinen korrelaatiomatriisi.

Table 5. Matrix of the correlation between the coefficients a, b and c, used in the equation $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$ and the variables used in the regression analyses of summer data.

	S_s	$A^{1/3}$	FP	PP	PP_d	$FP+PP_d$	VS	CP	T_7	P	a	b
$A^{1/3}$	-0,41											
FP	-0,44	-0,08										
PP	-0,52	0,40	-0,35									
PP_d	-0,35	0,11	-0,17	0,54								
$FP+PP_d$	-0,61	0,00	0,78	0,03	0,48							
VS	0,44	-0,23	-0,27	-0,25	-0,07	-0,28						
CP	0,83	-0,24	-0,44	-0,56	-0,19	-0,52	0,37					
T_7	-0,28	-0,06	0,41	0,06	0,28	0,54	0,37	-0,39				
P	0,29	-0,20	-0,13	-0,10	0,11	-0,05	0,53	0,12	0,50			
a	0,69	-0,10	-0,47	-0,31	-0,26	-0,59	0,10	0,64	-0,60	0,07		
b	0,55	-0,02	-0,53	-0,17	-0,19	-0,59	-0,19	0,56	-0,81	-0,09	0,79	
c	-0,65	0,16	0,43	0,32	0,33	0,59	0,12	-0,61	0,76	0,07	-0,80	-0,96

päin kaartuvan käyrän muotoinen, siis b on suuri, mutta vastaavasti c on pieni, suorastaan negatiivinen. Taulukossa 5 tämä ilmenee siten, että esim. b:n ollessa tiiviissä negatiivisessa korrelaatiossa heinäkuun lämpötilan kanssa on c vastaavasti tiiviissä positiivisessa korrelaatiossa saman selittäjän kanssa. Tämä sama seikka ilmenee myös b:n ja c:n läheisestä keskinäisestä negatiivisesta korrelaatiosta ($r = -0,96$).

Kertoimet b ja c ilmaisevat molemmat lähes samaa asiaa ja tätä menetelmää kehitettäessä olisi saatu selkeämpi malli jättämällä toinen selittäjä pois, kuten talviajan analyyseissä on menetelty. Tällöin olisi saatu lineaarinen yhtälö $MNq_t = a + b \cdot t$, joka selittää paremmin keskialivaluman vaihteluita kuin pelkän käyrystermin sisältävä yhtälö. Kuvasta 2 ja taulukosta 3 kuitenkin ilmenee selvästi, että Pohjois-Suomessa myös käyrystermi on oleellinen. Niinpä kaikki termit sisältävä malli selittää keskimäärin 99 % keskialivaluman varianssista. Ilman käyrystermiä päästään vain 96 %:n selittävyyteen, kuten edellä on osoitettu.

Kerroin a korreloi voimakkaasti b:n ja c:n kanssa. Tämä osoittaa, että jos yhden vuorokauden keskialivaluma on pieni, on samalla myös pitemmän kauden keskialivaluma yleensä pieni. Näinhän kesäaikana onkin, päinvastoin kuin talviaikana, kuten kuvasta 2 havainnollisesti ilmenee.

Valikoivalla regressioanalyyseillä on a:n ensimmäiseksi selittäjäksi saatu kaltevuus ja toiseksi heinäkuun keskilämpötila, kaava (7). Vuosisadanta parantaa vielä mallia jossain mää-

rin, kaava (8).

Lineaarisen kertoimen b ensimmäiset selittäjät ovat samat, kuten kaavoista (9) ja (10) ilmenee. Mallia parantaa vielä merkitsevästi puuston määrä, mutta tätä mallia ei ole otettu mukaan tarkasteluihin.

Käyryyskertoimen c selittäjät ovat samat ja tulevat malliin samassa järjestyksessä, kaavat (11) ja (12).

$$a = 10,90 - 0,687 \cdot T_7 + 0,241 \cdot S_s \quad R = 0,797 \quad (7)$$

$$a = 11,28 - 0,915 \cdot T_7 + 0,195 \cdot S_s + 0,00634 \cdot P \quad R = 0,809 \quad (8)$$

$$b = (491,6 - 27,75 \cdot T_7 + 3,98 \cdot S_s) \cdot 10^{-3} \quad R = 0,867 \quad (9)$$

$$b = (507,2 - 37,88 \cdot T_7 + 2,33 \cdot S_s + 0,2241 \cdot P) \cdot 10^{-3} \quad R = 0,894 \quad (10)$$

$$c = (-1688 + 112,5 \cdot T_7 - 23,2 \cdot S_s) \cdot 10^{-6} \quad R = 0,880 \quad (11)$$

$$c = (-1704 + 132,8 \cdot T_7 - 19,3 \cdot S_s - 0,603 \cdot P) \cdot 10^{-6} \quad R = 0,889 \quad (12)$$

3.4 KESKIALIVALUMAMALLIN LOPULLINEN MUOTO

Edellä on kehitetty keskialivaluman riippuvuutta kauden pituudesta esittävä malli, joka talviajalle on saanut muodon $MNq_t = a + c \cdot t^2$ ja kesäajalle muodon $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$. Kertoimille a , b ja c on kehitetty laskentayhtälöt (1-12), joissa esiintyy tekijöinä maanpinnan kaltevuus, pellon ja ojitetun suon yhteinen osuus alasta, karkeiden maalajien osuus, helmikuun tai heinäkuun keskilämpötila ja vuosisadanta. Sijoittamalla yhtälöistä (1)-(12) parhaiten tapaukseen soveltuvat edellä mainittuihin yhtälöihin $a:n$, $b:n$ ja $c:n$ tilalle, saadaan 1-150 vuorokauden pituisten alivalumakausien keskialivalumat lasketuiksi.

Varsinaista menetelmän tarkkuuden testausta ei ole voitu suorittaa, kun ei ole ollut käytettävissä riippumatonta testiaineistoa. Menetelmää on kuitenkin kokeiltu sitä kehitettäessä käytetyn aineiston avulla. Tämä testaus ei osoita menetelmän soveltuvuutta riippumattomaan aineistoon, mutta kuitenkin saadaan käsitys siitä, kuinka hyvin se soveltuu käytettyyn aineistoon, mikä sinänsä on melko edustava. Talvialivalumia laskettaessa on käytetty kaavoja (1) ja (3) sekä hieman tarkempia ja enemmän selittäjiä sisältäviä kaavoja (2) ja (5). Kesäajan laskelmissa on käytetty ensin kaavoja (7), (9) ja (11) ja tarkempia kaavoja (8), (10) ja (12). Tulokset ilmenevät taulukosta 6.

Tulokset osoittavat, että helmi- tai heinäkuun keskilämpötilan ja maaston kaltevuuden si-

Taulukko 6. MNq_t :n määrittämisen tarkkuus talvi- ja kesäaikana t:n vaihdellessa 1, 7, 15, 30, 60, 90, 120 ja 150 vrk.

Table 6. Accuracy of the determination of MNq_t in winter and in summer when $t = 1, 7, 15, 30, 60, 90, 120$ and 150 days.

Mallit Models	Selittäjät Variables	Keskialivaluman ($l/s\ km^2$) Mean minimum runoff		R	s_o ($l/s\ km^2$)
		vaihtelurajat range	keskiarvo mean		
<u>Talvi Winter</u>					
(1) ja (3)	T_2 ja S_s	0,15-7,72	1,87	0,822	0,77
(2) ja (5)	T_2, S_s, P ja $FP+PP_d$			0,857	0,70
<u>Kesä Summer</u>					
(7), (9) ja (11)	T_7 ja S_s	0,01-15,28	3,06	0,895	1,38
(8), (10) ja (12)	T_7, S_s ja P			0,920	1,22

sältävät mallit määrittävät suhteellisen hyvin eri pituisten kausien keskialivaluman. Mallin yhteiskorrelaatiokertoimen neliö R^2 on talviaineistossa 0,68 ja kesäaineistossa 0,80. Mallien jäännöshajonta, talvella $0,77\ l/s\ km^2$ ja kesällä $1,38\ l/s\ km^2$, kuitenkin osoittaa, että malleilla saadut keskialivalumat saattavat melkoisesti poiketa todellisesta havaittavasta arvosta. Verrattaessa jäännöshajontaa taulukossa 6 esitettyihin keskialivaluman vaihtelurajoihin voidaan silti päätellä malleilla olevan käytännöllistäkin arvoa.

4. ALIVALUMAN TOISTUVUUS

4.1 TOISTUVUUSUORIEN MÄÄRITYS

Edellä on päädytty menetelmään, jonka avulla voidaan laskea keskialivaluma MNq kausille 1-150 vrk. Alivaluman keskiarvon ohella on tärkeää tietää alivaluman todennäköisyysjakautuma. Edellä on todettu, että käytettävissä oleva aineisto on liian lyhyeltä ajalta, jotta voitaisiin tehdä luotettavia toistuvuusanalyysija. Toistuvuustarkastelun suuren merkityksen vuoksi on kuitenkin suoritettu analyysi käytettävissä olevalla aineistolla ja tarkasteltu erityisesti keskimäärin kerran 20 vuodessa sattuvan alivaluman suhdetta keskialivalumaan.

Kohdassa 3.1 on selostettu kuinka liitteessä 1 esitetyt eri pituisten kausien alivalumat on laskettu.

Kaikkien alueiden talvi- ja kesäajan 1, 30 ja 150 vuorokauden aineistolla on tehty toistuvuusanalyysi sijoittamalla havaitut alivalumat ns. Gumbelin toistuvuuspaperille suuruus-

järjestyksessä. Kunkin tapauksen toistumisaika (T_r) vuosina on laskettu kaavalla $T_r = \frac{n+1}{m}$, jossa n = havaintojakson vuosien luku ja m tapauksen järjestysluku. Havaintopisteiden kautta on silmävaraisesti piirretty suorat. Liitteessä 2 on esitetty nämä analyysit kaikilta niiltä 20 alueelta, joilta on vähintään 10 vuoden aineisto käytettävissä. Näiltä toistuvuus-suorilta on luettu 20 vuoden toistumisaikaa vastaava N_q . Taulukkoon 7 on laskettu keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuvan alivaluman ja keskivaluman prosentteina ilmaistu suhde, jota on merkitty symbolilla $k = \frac{N_q \cdot 1/20}{MN_q} \cdot 100$.

Keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuva alivaluma saadaan siis taulukon 7 osoittamina prosenttilukuina keskialivalumasta.

Analysoitaviksi on valittu vain 1, 30 ja 150 vrk pituiset alivalumakaudet. Jos halutaan määrittää muiden alivalumakausien arvot, voidaan käyttää esim. interpoloituja k :n arvoja.

4.2 TOISTUVUUSSUHTEEN k RIIPPUVUUS ILMASTO- ja ALUETEKIJÖISTÄ

4.21 Talviaineisto

On aihetta olettaa, että taulukossa 7 esitetyt suhdeluvut k ovat riippuvuussuhteessa samoihin ilmasto- ja aluetekijöihin kuin keskialivalumat. Tämä ilmeneekin taulukosta 8, joka esittää talviajan 20 vuoden alivaluman ja keskialivaluman välisten suhdelukujen k_1 , k_{30} ja k_{150} sekä ilmasto- ja aluetekijöiden välisen korrelaatiomatriisin. Todetaan, että kaltevuus, puuston määrä ja vuosisadanta korreloivat k -suhteen kanssa positiivisesti, sen sijaan pellon osuus ja helmikuun lämpötila negatiivisesti. Tämä merkitsee kirjaimellisesti tulkittuna sitä, että alueella, jolla maanpinta on kalteva ja jolla on runsaasti puustoa, vuosisadanta suuri, vähän peltoa ja kylmät talvet talvialivaluman pitkän ajan vaihtelut ovat suhteellisen pienet, ts. harvoin toistuvat alivalumat ovat melko suuria ja alivalumalot siis tässä suhteessa edulliset. Useat negatiiviset korrelaatiot paranevat alivalumakauden pidentyessä, sen sijaan monet positiiviset huonontuvat.

Toistuvuussuhteen k riippuvuus ilmasto- ja aluetekijöistä on määritetty regressioanalyysillä. Analyysin tulokset ilmenevät kaavoista (13), (14) ja (15), jotka sisältävät kaikki valikoivassa regressioanalyysissä malliin tulleet tekijät.

$$k_1 = -133,4 - 7,84 \cdot T_2 + 0,35 \cdot FP + 0,55 \cdot VS + 0,085 \cdot P \quad R = 0,734 \quad (13)$$

$$k_{30} = -100,2 - 8,92 \cdot T_2 + 0,33 \cdot FP + 0,67 \cdot VS \quad R = 0,762 \quad (14)$$

$$k_{150} = -48,8 - 6,21 \cdot T_2 + 0,31 \cdot VS \quad R = 0,800 \quad (15)$$

Taulukko 7. Keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuvan alivaluman ja keskialivaluman suhde k (%) talvella ja kesällä 1, 30 ja 150 vuorokauden pituisilla alivalumakausilla.
 Table 7. The ratio (k) between N_q 1/20 and MN_q in winter and in summer for low runoff periods covering 1, 30 and 150 days.

Alue Basin	Suhde k (%) alivalumajakson pituuden (vrk) ollessa Ratio k (%) for low runoff periods covering days					
	talvella in winter			kesällä in summer		
	1	30	150	1	30	150
14	48	60	39	52	51	43
15	42	49	29	34	37	44
21	0	0	7	0	0	3
32	8	7	19	0	2	13
33	4	5	18	0	0	7
41	45	34	25	64	51	21
42	9	10	22	13	15	13
43	20	21	32	13	13	20
44	20	20	29	13	12	14
51	5	7	21	4	5	16
52	25	27	27	0	4	23
53	51	51	41	27	28	34
61	29	27	30	0	1	11
71	59	52	39	5	15	38
72	34	31	30	10	12	24
81	0	0	0	0	0	3
82	2	3	8	0	0	4
83	16	16	18	0	0	8
84	16	14	11	0	0	4
85	3	3	4	0	0	13
91	10	8	20	0	0	13
92	23	24	16	7	6	9
93	0	4	16	0	0	11
94	0	6	14	0	0	19
101	0	2	24	0	0	15
102	59	62	59	29	23	35
103	19	24	32	14	14	37
111	31	34	35	29	23	39
113	9	12	16	13	22	44
114	46	54	46	33	22	50
115	23	35	41	17	30	41
116	53	62	66	29	43	56
Keskiarvo Mean	22	24	26	13	13	23

Taulukko 8. Talviajan alivalumien toistuvuussuhteiden k_1 , k_{30} ja k_{150} sekä regressio-analyysissä käytettyjen selittäjien välinen korrelaatiomatriisi.
 Table 8. Matrix of the correlation between the recurrence ratios k_1 , k_{30} and k_{150} of the minimum runoff in wintertime and the variables used in the regression analyses.

	S_s	$A^{1/3}$	FP	PP	PP_d	$FP+PP_d$	VS	CP	T_2	P	k_1	k_{30}
$A^{1/3}$	-0,41											
FP	-0,44	-0,08										
PP	-0,52	0,40	-0,35									
PP_d	-0,35	0,11	-0,17	0,54								
$FP+PP_d$	-0,61	0,00	0,78	0,03	0,48							
VS	0,44	-0,23	-0,27	-0,25	-0,07	-0,28						
CP	0,83	-0,24	-0,44	-0,56	-0,19	-0,52	0,37					
T_2	-0,41	-0,10	0,57	0,01	0,29	0,69	0,24	-0,39				
P	0,29	-0,20	-0,13	-0,10	0,11	-0,05	0,53	0,12	0,07			
k_1	0,43	-0,10	-0,30	-0,19	-0,25	-0,43	0,44	0,29	-0,44	0,44		
k_{30}	0,55	-0,15	-0,38	-0,20	-0,29	-0,52	0,42	0,39	-0,52	0,37	0,97	
k_{150}	0,51	-0,05	-0,57	-0,08	-0,20	-0,63	0,25	0,46	-0,69	0,27	0,83	0,88

Todetaan merkitsevien selittäjien luvun pienenevän alivalumakauden pidentyessä, mutta selittävyys silti parantuvan.

k_1 :n mallissa on ensimmäinen selittäjä P ($R = 0,409$), sitten on tullut T_2 ($R = 0,609$), tämän jälkeen puusto ($R = 0,705$) ja viimeisenä pelto ($R = 0,734$).

k_2 :n ensimmäinen selittäjä on kaltevuus ($R = 0,523$), seuraavaksi tärkein T_2 ($R = 0,601$), tämän jälkeen puusto ($R = 0,732$), missä vaiheessa kaltevuus on pudonnut pois ($F < 2,00$) ja viimeisenä on malliin tullut pellon osuus ($R = 0,762$).

k_{150} :n ensimmäinen selittäjä on T_2 ($R = 0,681$) ja tämän jälkeen malliin on tullut vain puusto ($R = 0,800$).

4.22 Kesäaineisto

Kesäajan toistuvuussuhteen korrelaatiomatriisi on esitetty taulukossa 9. Korrelaatiot ovat samantapaisia kuin talviaineistossa. Kaltevuudella on selvempi korrelaatio k :n kanssa kesäaineistossa kuin talviaineistossa. Heinäkuun lämpötilalla on selvä korrelaatio k :n kanssa vasta 150 vuorokauden aineistossa.

Korrelaatioiden perusteella arvostellen siis alivaluman pitkän ajan pysyvyys on sitä pa-

rempi mitä kaltevampaa alue on, mitä enemmän alueella on puustoa, mitä enemmän alueella sataa, mitä vähemmän alueella on peltoa, ja mitä alhaisempi on heinäkuun keskilämpötila.

Taulukko 9. Kesäajan alivalumien toistuvuussuhteiden k_1 , k_{30} ja k_{150} sekä regressioanalyysissä käytettyjen selittäjien välinen korrelaatiomatriisi.

Table 9. Matrix of the correlation between the recurrence ratios k_1 , k_{30} and k_{150} of the minimum runoff in summertime and the variables used in the regression analyses.

	S_s	$A^{1/3}$	FP	PP	PP_d	$FP+PP_d$	VS	CP	T_7	P	k_1	k_{30}
$A^{1/3}$	-0,41											
FP	-0,44	-0,08										
PP	-0,52	0,40	-0,35									
PP_d	-0,35	0,11	-0,17	0,54								
$FP+PP_d$	-0,61	0,00	0,78	0,03	0,48							
VS	0,44	-0,23	-0,27	-0,25	-0,07	-0,28						
CP	0,83	-0,24	-0,44	-0,56	-0,19	-0,52	0,37					
T_7	-0,28	-0,06	0,41	0,06	0,28	0,54	0,37	-0,39				
P	0,29	-0,20	-0,13	-0,10	0,11	-0,05	0,53	0,12	0,50			
k_1	0,54	-0,13	-0,21	-0,34	-0,27	-0,36	0,44	0,37	-0,06	0,43		
k_{30}	0,66	-0,19	-0,26	-0,43	-0,31	-0,43	0,43	0,51	-0,14	0,41	0,94	
k_{150}	0,75	-0,27	-0,48	-0,38	-0,43	-0,70	0,28	0,64	-0,56	0,25	0,65	0,77

Regressioanalyysin tulokset ilmenevät kaavoista (16), (17) ja (18).

$$k_1 = -56,5 + 2,35 \cdot S_s + 0,101 \cdot P \quad R = 0,576 \quad (16)$$

$$k_{30} = -44,1 + 2,88 \cdot S_s + 0,075 \cdot P \quad R = 0,669 \quad (17)$$

$$k_{150} = 122,1 - 11,75 \cdot T_7 + 2,09 \cdot S_s + 0,142 \cdot P \quad R = 0,881 \quad (18)$$

Todetaan kesäaineistossakin mallien merkitsevyyden paranevan alivalumakauden pidentyessä.

k_1 :n paras selittäjä on kaltevuus ($R = 0,518$), tämän jälkeen on malliin tullut vain P ($R = 0,576$).

k_{30} :n paras selittäjä on samoin kaltevuus ($R = 0,643$) ja toiseksi selittäjäksi on samoin tullut P ($R = 0,669$).

k_{150} :nkin ensimmäinen selittäjä on ollut kaltevuus ($R = 0,736$) toiseksi on tullut T_7 ($R = 0,815$), tämän jälkeen P ($R = 0,881$). Analyysissa ovat vielä osoittautuneet merkittäviksi selittäjiksi ojitetun suon osuus ($R = 0,893$) ja kesäajan sadanta ($R = 0,904$), mutta näitä malleja ei ole otettu mukaan tässä tarkastelussa.

Alivaluman toistumissuhteen analyyseista voidaan yleisesti todeta, että k_{150} :n analyysi on tuottanut mallit, joita voitaneen käyttää käytännön tehtävissä, onhan selittävyys ollut talvimallissa 64 % ja kesämallissa 78 %. Sen sijaan 1 vrk:n ja 30 vrk:n mallien selittävyys on heikko.

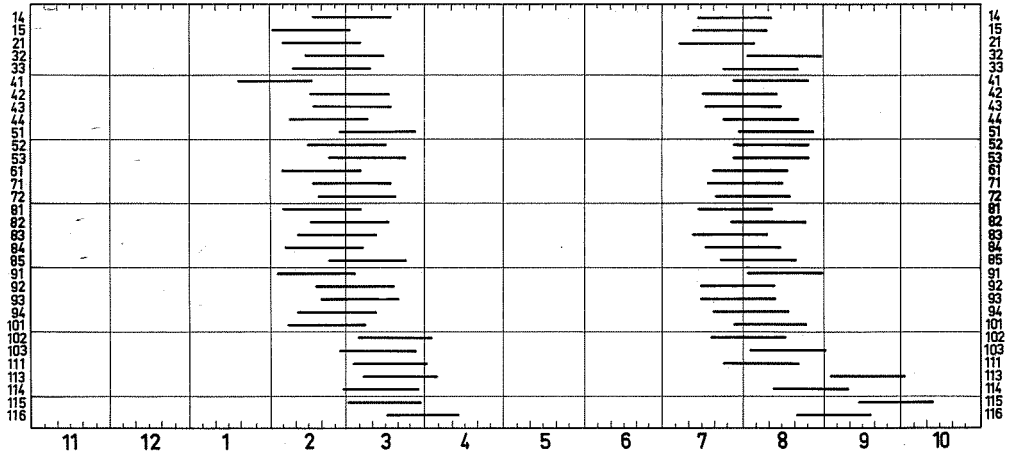
5. ALIVALUMAN SATTUMISAIKA

Yleiskuvan saamiseksi alivaluman keskimääräisestä sattumisajasta on tutkittu 30 vrk:n alivaluman sattumisaikaa. Tämä kausi on valittu siksi, että lyhyiden kausien kuten 1-7 vrk:n kausien sattumisaika ei monilla alueilla ole yksikäsitteinen, vaan sama alivaluma saattaa kestää jopa useita viikkoja tai se saattaa sattua useita eri kertoja, jolloin on mahdotonta nimetä tarkkaa alivaluman sattumisaikaa. Toisaalta pitkät kaudet eivät sovellu sattumisajankohdan tarkasteluun, koska esim. 150 vrk:n sattumisajankohdalla on itse asiassa vain muutamien päivien liikkumisvara vuosipuoliskon sisällä.

Kuva 3 esittää 30 vrk:n keskimääräistä sattumisajankohtaa talvi- ja kesäaikana eri alueilla. Koko maan keskimääräinen sattumisaika on ollut talvella 17.2.-18.3. ja kesällä 23.7.-21.8. Kuten kuvasta 3 havaitaan, on talviajan alivaluma sattunut rannikkoalueilla noin viikkoa aikaisemmin ja Lapissa noin kahta viikkoa myöhemmin kuin maan keskiarvo osoittaa. Kesällä erot maan eri osien välillä ovat olleet samantapaiset kuin talvella, Lapissa tosin kesäalivalumat ovat sattuneet jonkin verran myöhemmin. Yksityisinä vuosina vaihtelut ovat olleet suuret, 30 vrk:n alivaluma on saattanut sattua viikkoja, jopa pari kuukautta aikaisemmin tai myöhemmin.

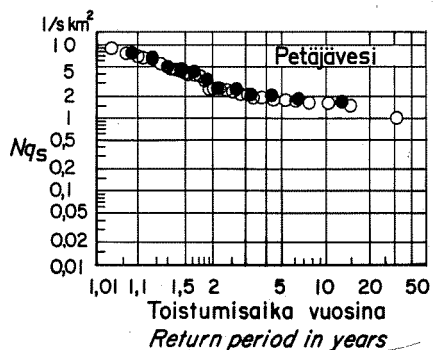
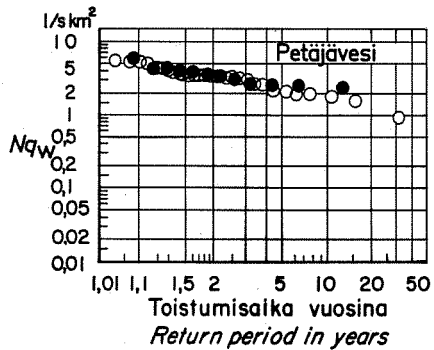
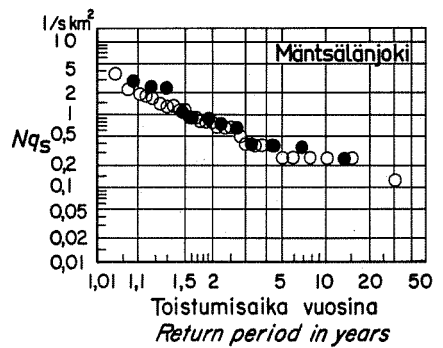
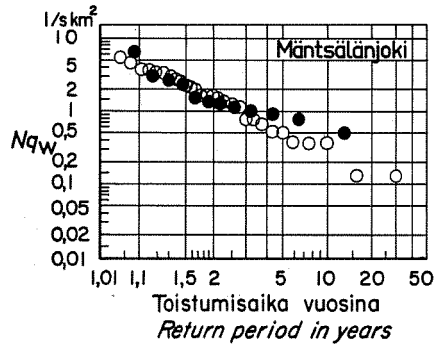
6. TUTKITUN HAVAINTOJAKSON 1958-1969 EDUSTAVUUS

Tässä tutkimuksessa on käytetty suhteellisen lyhyitä havaintojaksoja, 5-12 vuotta, keskimäärin 10 vuotta. Havaintojakson lyhyiden vuoksi on syytä tarkistaa jakson edustavuus, ts. poikkeavatko jakson 1958-1969 eri pituisten kausien alivalumat esim. "normaalijakson" 1931-1960 alivalumista huomattavasti. Tässä tarkastelussa on käytetty Etelä-Suomessa sijaitsevaa Mäntsälänjoen vesistöaluetta ja Keski-Suomessa sijaitsevaa Petäjäveden vesistöaluetta. Edellisen vesistöalueen ala on 780 km^2 ja järvisyys 2,5 %, jälkimmäisen vastaavat arvot ovat 665 km^2 ja 5,4 %. Jaksojen keskiarvotarkastelu on esitetty taulukossa



Kuva 3. 30 vuorokauden talvi- ja kesäalivaluman keskimääräinen sattumisaika havainto-alueilla.

Fig. 3. Average dates of the 30-day minimum runoff of the winter and the summer periods in the research basins.



Kuva 4. 30 vuorokauden talvi- ja kesäalivaluman (N_{q_w} ja N_{q_s}) toistuvuus Mäntsälänjoen ja Petäjälveden vesistöalueilla vuosina 1931-1960 (avonaiset ympyrät) ja vuosina 1958-1969 (mustat ympyrät).

Fig. 4. Recurrence of the 30-day winter and summer minimum runoff (N_{q_w} and N_{q_s} , respectively) at Mäntsälänjoki and Petäjälvesi basins in the periods 1931-60 (open circles) and 1958-69 (filled circles).

10. Taulukosta todetaan, että tämän tutkimuksen vuosijakson 1958-1969 alivalumat ovat olleet normaalijakson arvoja suurempia 1-60 vuorokauden kausilla, mutta yleensä pienempiä tätä pitemmillä kausilla. Erot ovat kuitenkin olleet pieniä.

Taulukko 10. Talviajan ja kesäajan 1-150 vuorokauden alivalumat Mäntsälänjoen ja Petäjaveden vesistöalueilla vuosijaksoina 1931-1960 ja 1958-1969.

Table 10. Mean minimum runoff during 1-150 day periods in winter and in summer at Mäntsäläjoki and Petäjävesi river basins. Measurements were made in the periods 1931-60 and 1958-69.

Kauden pituus (vrk)	Keskialivaluma (l/s km ²)				Mean minimum runoff			
	Mäntsälänjoki, Ridanfors				Petäjävesi, luusua			
	talvella in winter		kesällä in summer		talvella in winter		kesällä in summer	
Duration in days	1932-60	1958-69	1932-60	1958-69	1931-60	1958-69	1931-60	1958-69
1	0,90	1,03	0,26	0,38	3,16	3,46	2,86	3,01
7	1,28	1,41	0,51	0,64	3,16	3,46	3,01	3,16
15	1,41	1,67	0,64	0,90	3,16	3,46	3,16	3,31
30	1,79	1,92	0,90	1,15	3,31	3,61	3,46	3,76
60	2,31	2,44	1,41	1,54	3,76	4,06	4,36	4,51
90	3,21	3,21	2,18	2,18	4,21	4,51	5,41	5,11
120	4,74	4,23	3,97	2,95	4,96	5,11	6,32	6,02
150	6,54	6,03	4,87	3,85	5,86	6,17	7,52	7,07

Paitsi keskiarvojen edustavuutta, on tutkittu myös alivalumien jakautumien edustavuutta. Kuvassa 4 on esitetty Mäntsälänjoen ja Petäjaveden vesistöalueiden tutkimuskauden ja normaalikauden 30 vuorokauden alivalumien toistumistarkastelu Gumbelin todennäköisyyspaperilla.

Todetaan molempien jaksoiden jakautumien olevan samantapaisia.

Jaksoa 1958-1969 voidaan siis pitää edustavana eli pitkän jakson olosuhteita vastaavana sekä alivaluman keskiarvon että jakautuman puolesta.

7. TULOSTEN TARKASTELUA

Suoritettujen analyysien perusteella on mahdollista tarkastella eri tekijöiden vaikutusta alivalumailmiöihin. Kuten edellä on todettu, on tällöin pidettävä mielessä regressioanalyysin rajoitukset.

Ilmastotekijöistä ovat helmikuun ja heinäkuun keskilämpötilat T_2 ja T_7 tulleet tärkeinä selittäjinä lähes kaikkiin kehitettyihin malleihin. Lämpötila onkin monien alivalumaan vaikuttavien hydrologisten tekijöiden ja maantieteellisen sijainnin ilmaisija. Kuten selittäjien välisiä korrelaatioita esittävistä taulukoista ilmenee, korreloivat sekä T_2 että T_7 monien maastotekijöiden, kuten kaltevuuden ja pellon osuuden kanssa. Tämän lisäksi on lämpötilalla todellisia itsenäisiä vaikutuksia esim. talven pituuteen, suojasäiden ja siis samalla talvivaluman sattumiseen (tekijä c) sekä kesäaikana haihduntaan, kasvipeitteen rehevyyteen jne. (a, b ja c).

Toistuvuussuhteen k suuruuteen lämpötilalla on vaikutusta. Kylmä talvi tasoittaa todennäköisyysjakautumaa ja siis suurentaa k:n talviarvoa, lämmin kesä taas lisää pitkän jakson alivalumavaihteluita ja siis pienentää k:n kesäarvoa.

Lämpötila on siis hyvin käyttökelpoinen alivalumailmiön maantieteellinen selittäjä, jolla on selviä suoranaisia vaikutuksia, mutta joka myös osoittaa monien muiden tekijöiden vaikutuksia välillisesti.

Vuosisadanta P on tullut selittäjäksi moneen malliin, joskaan sen merkitys ei ole niin suuri kuin lämpötilan. Sadanta on helppo tulkita suoranaiseksi alivalumaa lisääväksi tekijäksi. Samalla se lisää myös alivaluman pysyvyyttä, jota on tässä tutkimuksessa esitetty kertoimella k.

Aluetekijöistä on ylivoimaisesti tärkein ollut maaston keskikaltevuus S_g . Se on mukana lähes kaikissa malleissa. Sen vaikutus on voimakkaasti alivalumaa lisäävä ja alivaluman pysyvyyttä lisäävä. Kaltevuudella voidaan katsoa olevan pohjaveden liikettä aiheuttavaa suoranaista vaikutusta, mutta tämän selittäjän todellinen luonne ilmenee tarkasteltaessa sen ja muiden selittäjien välisiä korrelaatioita. Niinpä maanpinnan kaltevuus on voimakkaassa positiivisessa korrelaatiossa karkeiden maalajien esiintymisen ja puuston määrän kanssa ja negatiivisessa korrelaatiossa pellon ja suon runsauden ja lämpötilaselittäjien kanssa. Kaltevuustekijä on tulkittava hyvin monen alueellisen alivalumaan vaikuttavan tekijän edustajaksi. Jos maaston keskikaltevuus on suuri, on alueella samalla myös paljon karkeitaa vettä varastoitavia maalajeja, runsaasti puustoa, vähän peltoa, vähän suota, lämpötila alhainen jne. ja samalla alivalumat ovat suuria.

Pellon osuus alasta FP esiintyy selittäjänä vain talviajan alivaluman kertoimen c ja talviajan toistuvuussuhteen k kaavoissa. Näissä tapauksissa pellon runsaus lisää alivalumaa ja suurentaa sen toistuvuussuhdetta. Koska pellon osuus korreloi voimakkaasti monien muiden selittäjien kanssa, ei se ole regressioanalyysissä tullut muissa malleissa selittäjänä mukaan lämpötilan ja kaltevuuden jälkeen. Korrelaatiomatriisien perusteella asiaa tarkastellen pienentää pellon runsaus kertoimia a ja b, suurentaa kerrointa c ja pienentää toistuvuussuhdetta k. Nämä korrelaatiot johtuvat suurelta osalta siitä, että pellon osuus on eteläisen sijainnin ilmaisija.

Suon ja ojitetun suon osuuden vaikutukset alivalumakertoimiin ovat samantapaisia korre-

laatiomatriisien perusteella. Kysymykseen siitä, vaikuttaako metsäojitus alivalumia lisäävästi, ei saada suoranaista vastausta tämän tutkimuksen aineiston perusteella. Tosin esim. talviajan c-kertoimella on negatiivinen korrelaatio suon osuuden kanssa, mutta positiivinen ojitetun suon osuuden kanssa. Koska kuitenkin PP_d :n korrelaatiot muiden alue- ja ilmastotekijöiden kanssa poikkeavat PP :n vastaavista korrelaatioista johtuen ojitustoitinnan epätasaisesta jakautumisesta maan eri osien kesken, ei korrelaatiokertoimien perusteella voida tehdä johtopäätöksiä ojituksen vaikutuksista alivalumiin.

Ojitetun suon osuus lisättynä pellon osuuteen tukee pellon osuuden korrelaatioita, joten sen vaikutus on samantapainen. Tästäkään ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä, koska myös suon osuus korreloi pellon osuuden kanssa jopa paremmin kuin ojitetun suon osuus.

Puuston määrä VS koko valuma-alueen alaa kohti laskettuna on talviajan k-kertoimen suuruutta lisäävä selittäjä. Tämänkin selittäjän vaikutukset on tulkittavissa parhaiten korrelaatiomatriisin avulla. Rungas puuston määrä merkitsee samalla suurta maaston kaltevuutta, pientä pellon ja suon määrää, karkeiden maalajien yleisyyttä, suurta vuosisadantaa ja on näin ollen läheistä sukua maaston keskikaltevuudelle alivalumaa lisäävien tekijöiden yhteenvaikutuksen osoittajana. Niinpä talviajan k-kertoimien analyysissä puuston tultua malliin on kaltevuus jäänyt pois.

Karkeiden maalajien osuus CP korreloi voimakkaasti maanpinnan kaltevuuden kanssa ($r = 0,83$), pellon osuuden kanssa ($r = -0,44$), suon osuuden kanssa ($r = -0,56$) ja puuston määrän kanssa ($r = 0,37$). Karkeiden maalajien osuus on paljolti suoranaisten alivalumiin vaikuttava tekijä, eikä välillinen indeksi, kuten esim. maaston kaltevuus. Tässä suhteessa se olisi mielekäs selittäjä malleissa. Kuten edellä on todettu, on käytännön alivaluma-arviointeja suoritettaessa vaikeata saada tietoja sora- ja hiekkamaiden suhteellisesta osuudesta valuma-alueella, koska maamme maaperäkartoitus ei ole edistynyt kyllin pitkälle. Niinpä tämän tekijän käyttökelpoisuus on kyseenalainen, ja se on korvattu maaston kaltevuudella niissäkin malleissa, joissa se on osoittautunut kaltevuutta paremmaksi selittäjäksi. Kuten korrelaatiomatriisista todetaan, korvaavat nämä kaksi tekijää toisensa melko hyvin.

Valuma-alueen ala (A) korreloi verraten heikosti kaikkien alivalumakertoimien kanssa. Korrelaatiot eivät ole harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta matemaattisesti merkitseviä, joten korrelaatioiden negatiivisuuteenkaan ei ole syytä kiinnittää huomiota. Korrelaatioiden negatiivisuus johtuu siitä, että käytetyssä aineistossa sattuu olemaan runsaasti suuria havaintoalueita niissä osissa maata, missä alivaluma on pieni, lähinnä läntisellä rannikkoalueella. Suurilla alueilla tehtyjen tutkimusten perusteella on todettu alivalumiin kasvavan valuma-alueen alan kasvaessa. Tämä onkin luonnollista veden virtausaikojen kasvaessa ja virtausten tasoittuessa alueen kasvaessa. Samoin alue- ja ilmastotekijöiden äärevyys tasoittuu alan kasvaessa.

Tässä tutkimuksessa käytetyt alueet ovat käytännöllisesti katsoen järveltömiä. Järvisyy-

den huomioon ottaminen voidaan suorittaa esim. käyttämällä hyväksi hydrologian toimiston suurten alueiden analysoinnissa saatuja tuloksia järvien vaikutuksista. Järvien vaikutus voidaan ottaa huomioon myös laskennallisesti.

Järvet vaikuttavat lähinnä kahdella tavalla, tasoittamalla virtaamaa ja lisäämällä kuivina vuosina haihduntaa.

8. ALIVALUMAN MÄÄRITTÄMINEN KEHITETTYLLÄ MENETELMÄLLÄ

Tässä tutkimuksessa kehitettyjä malleja voidaan edellä esitetyin varauksin käyttää käytännön tehtävissä alivaluman arvioinnissa.

Keskialivaluman määrittäminen 1-150 vuorokauden pituisille alivalumakausille suoritetaan talviaikana kaavalla $MNq_t = a + c \cdot t^2$ ja kesäaikana kaavalla $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$.

Kaavoissa esiintyvät vakiot a, b ja c lasketaan kaavoilla (1) - (12). Kussakin tapauksessa käytetään parhaiten soveltuvaa kaavaa. On luonnollisesti määrityksen tarkkuuden kannalta edullista käyttää mahdollisimman hyvin selittävää mallia a, b ja c -vakioiden määrityksessä. Toisaalta paremmin selittävät mallit sisältävät useampia selittäjiä kuin heikommät mallit. Ilmasto- ja alueselittäjien arvojen määrittäminen vaatii sitä enemmän työtä mitä useampia selittäjiä käytetään. Tästä syystä on usein tyydyttävä yksinkertaisiin malleihin (1), (3), (7), (9) ja (11), joiden käyttö edellyttää ainoastaan helmikuun tai heinäkuun keskilämpötilan ja maaston keskikaltevuuden tuntemista. Hieman tarkempia kaavoja (2), (5), (8), (10) ja (12) käytettäessä on tunnettava keskimääräinen vuosisadanta sekä pellon ja ojitetun suon osuus alasta.

Keskimäärin kerran 20 vuodessa sattuva alivaluma voidaan määrittää MNq:sta prosenttiluvulla k, jonka suuruus 1, 30 ja 150 vuorokauden alivirtaamille saadaan kaavoilla (13) - (18). Edellä mainittujen selittäjien lisäksi on tunnettava puuston määrä koko valuma-alueen alaa kohti laskettuna.

Kaavojen (1) - (18) käyttämiseksi tarvittavien ilmastotekijöiden likiarvot saadaan kuvista 5, 6 ja 7.

Tärkein aluetekijä, kaltevuus, määritetään mittaamalla korkeuskäyrillä varustetulta kartalta korkeuskäyrien pituus ja laskemalla maaston kaltevuus kaavalla (19)

$$S_m = \frac{\Delta h \cdot \Sigma L}{A} \cdot 100 \quad (19)$$

- S_m = maaston kaltevuus kartalta mitattuna (%)
 Δh = korkeuskäyrien väli
 ΣL = korkeuskäyrien yhteispituus
 A = valuma-alueen ala

Koska tässä tutkimuksessa on käytetty maaston keskikaltevuutena 20 metrin matkalla suurimman kaltevuuden suunnassa mitattua kaltevuutta S_s , on suoritettu kuvassa 8 esitetty regressioanalyysi 19 vesihallituksen pienen alueen aineistolla. Kuvasta 8 ilmenee, että $S_s \sim S_m + 1$. Kuvan 8 analyysissä on käytetty kaikkia alueita, joilla on ollut olemassa käyrillä varustetut 1:20 000 kartat. Regressioanalyysissä on käytetty 10 metrin välein piirrettyjen käyrien yhteispituutta. Käytettäessä S_s :n määrittämisessä kuvan 8 vuorosuhdetta, on S_m :n arvo määritettävä 1:20 000 kartalta 10 tai 5 metrin välein piirrettyjä korkeuskäyriä käyttäen. Jos maaston keskikaltevuutta ei mitata kartalta, voidaan käyttää kuvassa 9 esitettyä maaston keskimääräistä kaltevuutta. Kuvan 9 käyrät on saatu maaston suhteellisia korkeuseroja esittävästä kartasta (Suomen kartasto 1960) käyttämällä suhteellisen kaltevuuden ja kaltevuuden S_s välistä vuorosuhdetta (Mustonen 1968) vesihallituksen pienillä havaintoalueilla.

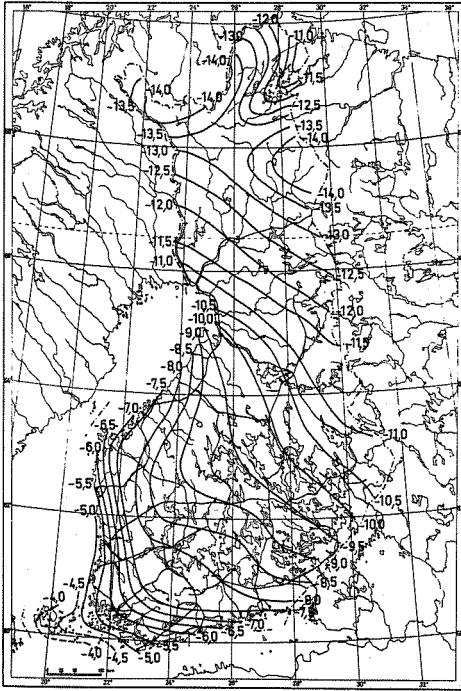
Puuston määrän arvioinnissa voidaan käyttää apuna kuvassa 10 esitettyjä koko maa-alan hehtaaria kohti laskettuja puuston kuutiomääriä piirimetsälautakunnittain. Luvut on saatu valtakunnan metsien V arvioinnin (1963-1969) tulosten perusteella (Metsätieteellinen vuosikirja 1969).

Pellon osuus alasta saadaan mittaamalla kartalta. Kuvassa 11 on esitetty pellon osuus alasta suurissa puitteissa. Kuvan 11 antamia arvoja on paikallistuntemuksen perusteella korjattava kussakin yksityistapauksessa.

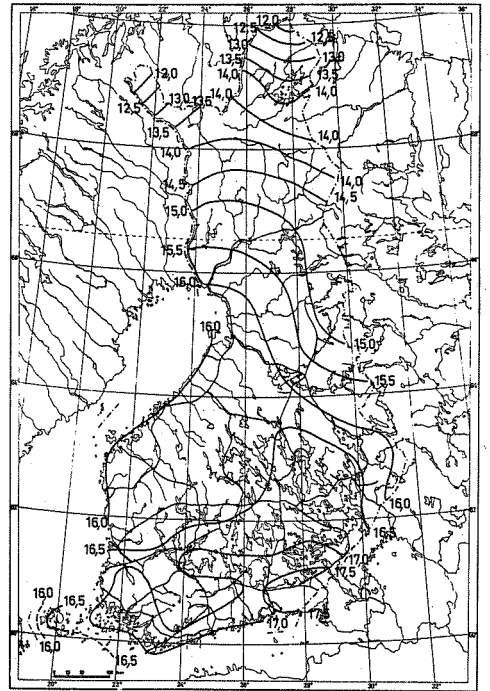
Ojitetun suon osuus voidaan arvioida kartalta soiden kokonaisalan perusteella. Vuoden 1970 loppuun mennessä oli maan eteläpuoliskon soista ojitettuna yli puolet, Pohjanmaalla ja Kainuussa yli kolmasosa ja Lapissa kymmenesosa.

Määritettäessä alivalumia tässä esitetyllä menetelmällä on pidettävä mielessä, että mallien pohjana olevat vuorosuhteet perustuvat 32 pienen alueen aineistoon. Tässä analyysissä ei ole pyrittykään itsenäisten alivalumiin vaikuttavien tekijöiden etsimiseen, vaan on tyydytty mitattavissa oleviin ja helposti käytettäviin ilmasto- ja alueteikijöihin, jotka korreloivat keskenään ja yhdessä muodostavat selittäjäkokonaisuuden.

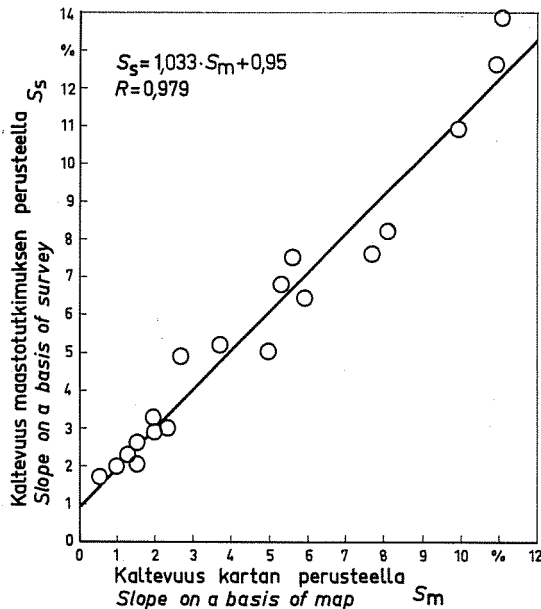
Kehitetty menetelmä ei anna käyttökelpoisia tuloksia hyvin pienillä ja poikkeuksellisilla alueilla. Mallit ovat suhteellisen hyvin voimassa vain alueilla, joilla ilmasto- ja alueteikijät saavat samantapaisia arvoja kuin pohjana olleilla pienillä havaintoalueilla.



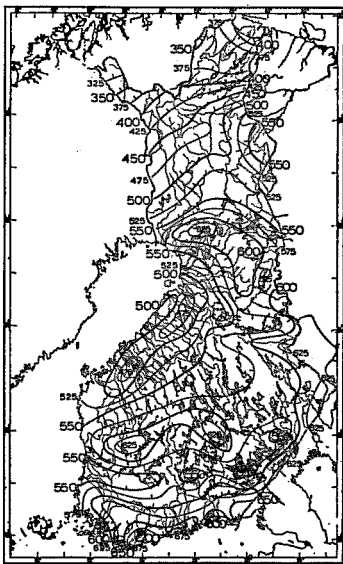
Kuva 5. Helmikuun keskilämpötila (°C) v. 1931-1960 Kolkin (1969) mukaan.
 Fig. 5. Mean February temperature (°C) in the period 1931-60 according to Kolkki (1969).



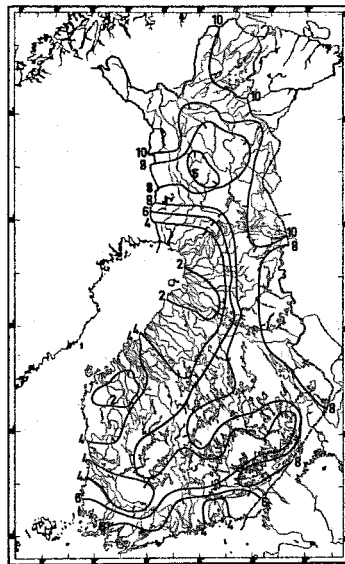
Kuva 6. Heinäkuun keskilämpötila (°C) v. 1931-1960 Kolkin (1969) mukaan.
 Fig. 6. Mean July temperature (°C) in the period 1931-60 according to Kolkki (1969).



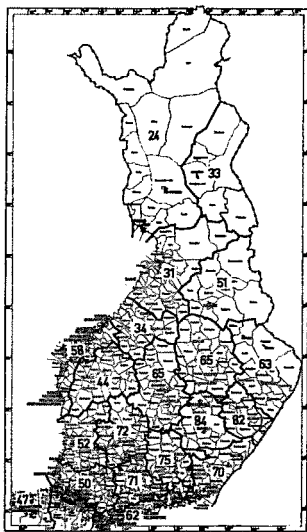
Kuva 8. Otannalla suoritetun maastotutkimuksen perusteella määritetyn maaston keskikaltevuuden S_s ja kartalta mitatun maaston keskikaltevuuden S_m vuorosuhde hydrologian toimiston 19 havaintoalueella.
 Fig. 8. Correlation between the mean land slope as based on field investigations (S_s) and as measured from the map (S_m) in 19 research basins of the Hydrological Office.



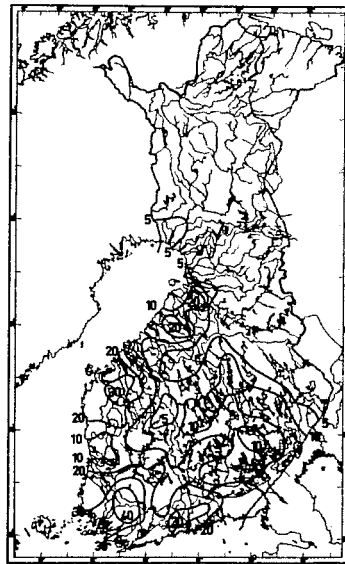
Kuva 7. Vuosisadanta (mm) v.1931-1960
(Hydrologinen vuosikirja 16, 1962)
Fig. 7. Annual precipitation (mm) in
the period 1931-60 (Hydrologia
Yearbook 16, 1962).



Kuva 9. Maaston keskilaltevuus S_g (%).
Fig. 9. The mean land slope S_g (%).



Kuva 10. Puuston määrä ($k\text{-m}^3/\text{ha}$ kuorineen)
koko maa-alaa kohti laskettuna
(Metsätilastollinen vuosikirja 1969).
Fig. 10. Volume of the growing stock
(m^3/ha incl. bark) as de-
termined for the whole land area
(Yearbook of Forestry Statis-
tics 1969).



Kuva 11. Pellon osuus maa-alasta (%).
Fig. 11. The percentage cultivated
land in the total land area.

Tässä tutkimuksessa ei ole tarkasteltu pitempiä kuin 150 vuorokauden alivalumakausia. Syksyn ylivalumat saattavat jäädä syntymättä ja tällaisissa tapauksissa kesän alivalumakausi jatkuu seuraavaan kevääseen saakka, jolloin saattaa syntyä merkittävä lähes vuoden mittainen alivalumakausi. Liitteenä olevasta taulukosta voidaan tällaisia tapauksia tarkastella laskemalla samalla vuosiluvulla merkityn kesän ja talven 150 vuorokauden alivalumi-
en keskiarvo, mikä riittävällä tarkkuudella antaa tulokseksi 300 vuorokauden alivaluman.

Tässä tutkimuksessa ei ole myöskään analysoitu sitä varastotilavuutta, mikä tarvitaan kauden alivaluman pitämiseksi keskiarvon suuruisena. Tämä valuman tasaustilavuus millimetreinä on likimäärin nelinkertaisesti kauden keskivaluma ($l/s \text{ km}^2$) sekä talvella että kesällä 150 vuorokauden alivalumalle. Pohjois-Suomessa arvo on kuitenkin vain kaksinkertaisen keskivaluman suuruinen. Vaihtelut ovat luonnollisesti melkoisia johtuen alueellisista ja ilmastollisista tekijöistä.

Summary

Variations in the minimum runoff from small basins

The term minimum runoff refers to the smallest runoff measured for a certain duration of time during one or several years. The minimum runoff is expressed in terms of liters per second and square kilometer ($l/s \text{ km}^2$), and it is determined as the mean for one or more 24-hour durations. In the present study minimum runoff periods of 1, 7, 15, 30, 60, 90, 120 and 150 days were used. Under the climatic conditions prevailing in Finland, the year can be divided into two parts, each of which is characterized by its own type of minimum runoff; these types are clearly distinguishable both for the part of their origin and for their effects. For this reason the present study deals with the winter minimum runoff (Nov. 1 - April 30) and summer minimum runoff (May 1 - Oct. 31) separately.

Data on minimum runoff are needed in hydraulic engineering in planning works connected with water supply, waste water disposal, irrigation, etc. In Finland, a great number of studies have been carried out on data collected from large areas; in the case of several river basins, data are available from the year 1911 on. These areas have a size of even as much as 60 000 km^2 , and they are usually rich in lakes. In drainage basins having a large size and high lake percentage, however, investigations into the factors forming minimum runoff are involved with a certain degree of difficulty.

From 1958 on, the Hydrological Office has carried out measurements also on small basins without lakes. The results of these measurements have been published previously by Mustonen (1965a and 1965b) and by Mustonen and Seuna (1969). Fig 1 shows the geographical location of these basins, and Table 1 presents some general information on them as well as certain data, obtained by measurements carried out in them. The symbols used in the table are explained in the legend.

The aim of the present study was to assess the effect of certain climatic and basin characteristics on minimum runoff on the basis of observations made during the period 1958-1969 in the areas presented in Table 1 and Fig. 1. The aim of the analyses performed was to make it possible to construct models for the determination of the minimum runoff during low runoff periods of varying length as well as of their return periods. The climatic and regional factors used were of a kind which made them readily available from national survey base maps, statistical papers and other easily accessible sources.

Appendix 1 shows the minimum runoff from the research basins during the winter and the summer periods.

In order to demonstrate graphically the magnitude of the minimum runoff in various regions in the winter and summer periods, the data presented in Appendix 1 were recompiled as presented in Table 2, as the means for three separate regions.

Fig. 2 gives an example of the dependence of the mean minimum runoff, MNq_t , on the length of the low runoff period, t . The cluster of points obtained takes the shape of a curve, which obviously can be determined by a mathematical expression of the form $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$. As a final model of the greatest simplicity possible was striven for, the models were also determined in the form $MNq_t = a + b \cdot t$ and $MNq_t = a + c \cdot t^2$. Curve fitting was done using regression analysis. The results obtained from the analyses are presented in Table 3. It can be seen from the table that the model $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$ describes best the dependence of the mean minimum runoff on the length of the low runoff period. For the sake of simplicity, however, the linear term was disregarded in the model for the winter period which, consequently, took the shape $MNq_t = a + c \cdot t^2$. On an average this model explains 97 % of the variance of MNq_t , whereas the explanatory power of the model including a full set of terms is 98 %. The model for the summer period includes all terms because leaving out one of them showed to decrease the explanatory power of the model to a considerable extent. The model including the parameters a , b and c explains 99 %, that including the parameters a and b , 96 % and that including the parameters a and c , only 92 % of the variance.

The meaning of the terms of the equation is shown by the curves in Fig. 2. The constant a

refers, at the degree of precision employed, to the mean minimum runoff during one 24-hour period, b is the angle of slope of the linear correlation between the mean minimum runoff and the length of the low runoff period and c indicates the curvature of the correlation in question. As it can be seen from the example in Fig. 2 and from the coefficients in Table 3, the mean minimum runoff during one 24-hour period (a) is greater in northern Finland than in the southern Finland and especially in the coastal areas of the country. The curvature of this correlation (c) is considerably smaller for North-Finland than for the southern parts of the country, the value of c being even negative in the case of the material collected in summertime.

In the next phase of the study an attempt was made to find out to what extent the climatic and basin factors presented in Table 1 explain the afore-mentioned parameters a , b and c . Tables 4 and 5 show the matrices of correlation of the winter and summer data respectively. The tables show that there is a close correlation between the variables in question. Consequently, the intercorrelation between the variables makes interpretation of the results of regression analysis somewhat difficult, by no means, however, preventing us from using intercorrelating variables in predicting models which have been obtained by means of regression analysis (Mustonen 1967). Of course, the limitations of regression analysis must be born in mind. Particularly important it is to remember that the variables in question are no pure variables in the sense of their name, but that they form, when used together, a unit capable of explaining the situation represented by the data collected.

The results of the regression analyses carried out on the data from the winter period are shown in Equations (1) - (6) and those from the summer period, in Equations (7) - (12).

The results show that the parameters a , b and c of the model describing the MNq_t are best explained by the mean land slope (S_g) and the mean temperatures of the months of February (T_2) and July (T_7). When more variables are included in the models, annual precipitation (P) as well as the proportion of cultivated fields and drained peatlands together ($FP + PP_d$) take the position of statistically significant factors ($F > 2,00$), too. All the factors mentioned are relatively easy to determine in practical works. On the other hand, the factor CP (percentage coarse soils in the area of the drainage basin), which is used in Equation (6), cannot be determined due to lack of a national soil map. For this reason, Equation (5) was used in the present study. In this model the factor CP has been replaced by the factor S_g , which showed a close correlation with the former ($r = 0,83$) and can be easily determined from the map.

The suitability for practical use of the models should be tested using independent data. Nevertheless, such data are not available. Table 6 shows the degree of precision at which the MNq_t can be determined using the models developed and the data of the present study. The multiple correlation coefficient takes a rather high value ($R = 0,822 - 0,895$) when only the slope of the ground and the temperature are used as variables.

The models developed are intended for determination of the mean minimum runoff, MNq , for low runoff durations ranging from 1 to 150 days. In addition to the mean, however, it is also important to know the recurrence interval of the minimum runoff. Table 1 shows that an observation period of approximately ten years is too short for frequency analyses, but as the probability of runoff is a problem of essential importance, the frequency analyses presented in Appendix 2 were carried out by plotting the observations from the 1, 30 and 150 day low runoff periods on Gumbel's probability paper and drawing a straight line through the cluster of points obtained by eye. From these straight lines the $Nq 1/20$ was determined, i. e., the minimum runoff which is exceeded on an average once in twenty years. Then the ratio $\frac{Nq 1/20}{MNq}$, which is presented in terms of percentages in Table 7, was determined.

The dependence of the coefficient k on the climatic and basin factors was studied by means of stepwise regression analysis. Tables 8 and 9 show the correlation matrices of the variables. The results of the analyses are shown in Equations (13) - (18). The land slope and the temperature showed to be important variables in these analyses, too. In addition to these factors, the percentage cultivated land in the drainage basin (FP), the volume of the growing stock (VS) and the annual precipitation (P) showed to be statistically significant ($F > 2,00$). As indicated by the correlation coefficients, the explanatory power is good only in the case of the minimum runoff value for the 150 day period ($R = 0,800 - 0,881$).

The dates when minimum runoff is reached was studied by drawing, in Fig. 3, the average times of the 30-day minimum runoff in winter and in summer. The figure shows that the minimum runoff is reached on an average in the period February-March in the winter and in July-August in the summer. In northern Finland this takes place slightly later than in the coastal areas of the country.

The data used in the present study was collected in the period 1958-1969. The representativity of this period was checked by means of data from two larger areas with a longer period of observations: the Mäntsälänjoki river basin in southern Finland (area 780 km², lake percentage 2,5 %) and the Petäjälampi river basin in Central Finland (area 665 km², lake percentage 5,4 %). On the basis of the data presented in Table 10, the minimum runoff values of the period 1958-1969 can be compared with those of the "normal" period 1931-1960. Fig. 4 presents the frequency analyses carried out on the 30-day minimum runoffs of these periods. Both Table 10 and Fig. 4 allow the conclusion that the period 1958-1969 has been rather normal; consequently, the results of the present study may at least to some extent be generalized with regard to time.

On the basis of the analyses carried out it is possible to study the influence of various factors on minimum runoff. As was stated in the foregoing, however, the limitations of the possibilities offered by regression analysis should be kept in mind.

Among the climatic factors, the mean temperature of the months of February and July (T_2 and T_7 , respectively) showed to be important variables in almost all the models developed. As a matter of fact, temperature is an indicator of several kinds of hydrological factors which have an important influence on minimum runoff. As can be seen from the tables on the correlation between various variables, both T_2 and T_7 correlate with various terrain factors such as, for example, the slope of the ground and the percentage cultivated fields in the drainage basin. In addition, temperature directly influences, for instance the length of the winter period and the occurrence of thaw, and consequently, the time of winter runoff (factor c), and in summertime, evaporation and the degree of lushness of the vegetation, etc. (a, b and c).

The temperature also influences the recurrence ratio (k). A cold winter levels out the probability distribution, thus increasing the value of k, whereas, in warm summers, the variation in minimum runoff of long low runoff periods is increased, and consequently, the value of k decreased.

Conclusively, it can be established that the temperature is a geographical variable which is well suited for use in determinations of the minimum runoff; partly it influences the runoff directly, but it also acts as an indicator of the effect of other factors.

Although its importance does not reach the magnitude of that of temperature, the annual precipitation (P), too, is one of the variables used in several models. Precipitation can be interpreted as a factor directly increasing minimum runoff. Moreover, it increases the recurrence ratio of the minimum runoff, which in the present study has been indicated by the coefficient k.

Among the basin factors, the clearly most important one was the mean land slope (S_g). This factor has been included in almost all models. It strongly increases minimum runoff and its duration. The land slope may have independent influence on minimum runoff, but its true character is brought about when examining its correlation with other variables. So, for instance, S_g shows a close positive correlation with the percentage coarse soils in the drainage basin and the volume of the growing stock, and a negative correlation with the percentage cultivated fields and peatlands as well as with temperature. The slope factor must be considered as being a representative of a great many basin factors which influence minimum runoff. When the mean land slope takes a high value, there are also coarse soils, which store water, a well-stocked tree stand, few cultivated fields, few peatlands, low temperatures, etc., and thus, high minimum runoffs.

The percentage cultivated field in the drainage basin appears as a variable only in the models including the coefficient c and the recurrence ratio, k, for minimum runoff in wintertime. In these cases, high percentages of cultivated fields increase minimum runoff and its recurrence ratio. As the percentage cultivated fields correlates closely with many other variables, it did not appear as a significant variable in the regression analyses together with the temperature and land slope. The correlation matrices show that a high percent-

age cultivated fields makes the coefficients a and b small, increasing the value of c , and decreasing the recurrence ratio, k .

The influence of the proportion of peatlands and drained peatlands in the drainage basin is of similar kind according to the matrices of correlation. The problem, whether forest draining increases minimum runoff cannot be answered directly on the basis of the data of the present study. The coefficient c shows a negative correlation with the percentage peatland in wintertime, it is true, but the corresponding correlation with the percentage drained peatland is positive. As, however, the correlation between PP_d and other basin and climatic factors differ from the corresponding correlations with PP because of uneven distribution of draining activities, no conclusions can be made on the influence of draining on minimum runoff.

The correlation obtained using a variable which contains both the percentage drained peatland and the percentage cultivated land supports that obtained with the latter alone. This means that the influence of the former must be of a similar kind. From this, however, no far-reaching conclusions should be drawn because the percentage peatland correlates more closely with the percentage cultivated land than does the percentage drained peatland.

The volume of the growing stock (VS) in the drainage basin is a variable which increases the coefficient k in wintertime. The influence of this variable, too, is best explained by a correlation matrix. Heavy stocking means a high degree of land slope, a low percentage cultivated land and peatland, abundant occurrence of coarse soils and high annual precipitation. Consequently, as an indicator of the joint effect of factors increasing minimum runoff, it is closely related to the mean land slope. For this reason, when the volume of the growing stock was used in the models, the land slope was disregarded in analyses of the coefficient k in wintertime.

The percentage coarse soils in the drainage basin (CS) correlates closely with the land slope ($r = 0,83$), the percentage cultivated land ($r = -0,44$), the percentage peatland ($r = -0,56$) and the volume of the growing stock ($r = -0,37$). The percentage coarse soils in the drainage basin is a factor which, to a large extent, directly influences the minimum runoff, and not an index of indirect importance such as, for example, the land slope. For this reason it would be feasible to use the percentage coarse soils as a variable in the models. As was already mentioned, however, it is difficult to obtain information on the relative occurrence of gravel and sand soils in Finland because soil maps suited to this purpose are not yet available. So, the suitability of this factor for use is questionable, and it has, in some analyses, been substituted by the land slope. As can be seen from the matrix of correlation, these factors are rather much alike.

The correlation between the drainage area (A) and all the minimum runoff coefficients dealt with here is rather weak. With a few exceptions the correlations obtained are not statistically significant, and for this reason, there is no need to pay any attention to the fact that they are negative. The negative character of the correlations is due to the fact that the material of the study includes abundant basins of a considerable size in those parts of the country where minimum runoffs are low; this is true especially for the western coastal areas. According to the results obtained from studies carried out on large drainage basins, minimum runoff increases with increasing size of the drainage basins. This is not difficult to understand because the flow is extended over longer periods and levelled out with increasing size of the drainage basin.

The research basins used in the present connection were practically free from lakes. The lake percentage can be taken into consideration, for example, using the results obtained from studies performed on the influence of lakes on large drainage basins. The influence of lakes can also be determined by calculation.

The influence of lakes is mainly of two different kinds; they level out the flow rates and they increase evaporation during dry spells.

By way of the reserve presented in the foregoing, the methods developed in the present study can be used in estimations of the minimum runoff for practical needs.

The mean minimum runoff for low runoff periods covering 1-150 days is determined, in wintertime, using the equation $MNq_t = a + c \cdot t^2$ and, in summertime, using the equation $MNq_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$.

The constants a, b and c are determined using formulae (1) - (12). On each separate occasion the formula best suited to the purpose should be used. From the viewpoint of the accuracy of determination, it is of course important to use models in determination of the constants a, b and c of the highest possible explanatory power. On the other hand, the models which in this respect are superior include a larger number of variables than those which have a lower explanatory power. Determination of the climatic and basin variables requires the more work, the greater the number of variables that are used. For this reason, we must often content ourselves with simple models - (1), (3), (7), (9) and (11) - the use of which require knowledge only of the February or July mean temperature and the mean land slope. The use of slightly more accurate formulae - (2), (5), (8), (10) and (12) - requires data on the average annual precipitation as well as on the percentage cultivated land and drained peatland in the drainage basin.

The runoff of a magnitude occurring once in 20 years can be determined by multiplying MNq by the percentage k, the value of which can be determined for 1, 30 and 150 day periods from equations (13) - (18). In addition to the variables mentioned, the volume of the growing stock in the entire drainage basin must be known.

Approximate values of the climatic factors required for the use of equations (1) - (18) can be obtained from Figs. 5, 6 and 7.

The most important one among the basin factors, the land slope, is determined by measuring, from a map provided with contour lines, the length of the contour lines, and calculating the land slope using the formula

$$S_m = \frac{\Delta h \cdot \Sigma L}{A} \cdot 100 \quad (19)$$

in which S_m = the land slope as determined from the map
 Δh = vertical distance between contour lines
 ΣL = total length of contour lines
 A = drainage area

As, in the present study, the average slope used was determined for a distance of 20 m in the direction of the highest degree of sloping, the regression analysis carried out on data from 19 small drainage basins of the National Board of Waters took the shape as shown in Fig. 8. According to the figure, $S_s \sim S_m + 1$. For the analysis presented in Fig. 8 all the basins were used for which there were 1:20 000 scale maps with contours available. In the regression analysis carried out, the total length of the contours with an equidistance of ten meters was used. When the relationship shown by Fig. 8 is used for determination of S_s , the value of S_m must be determined from a 1:20 000 scale map using the contours having an equidistance either of five or ten meters. If the mean slope of the ground is not determined from the map, the average values presented in Fig. 9 can be used. The curves presented in this figure were obtained from a map (Suomen kartasto 1960) presenting the relative differences in altitude of the terrain by the use of the relationship between the relative land slope and S_s (Mustonen 1968) in the small research basins of the National Board of Waters.

In estimations of the growing stock, the volumes per hectare presented in Fig. 10 for various District Forestry Board areas may be used for support. The figures are based on the results from the Fifth National Forest Inventory, carried out during the period 1963-1969 (Yearbook of Forest Statistics 1969).

The percentage cultivated land in the drainage basin can be determined from the map. Fig. 11 shows mean values, valid for large basins. These have to be corrected on the basis of knowledge of local conditions on each separate occasion.

The percentage drained peatland in the drainage basin can be estimated from the map on the basis of the total peatland area. By the end of 1970, more than one half of the peatlands of southern Finland had been drained, the corresponding area being more than one third in Ostrobothnia and Kainuu, and one tenth in Lapland.

In determinations of the minimum runoff according to the method presented in this paper, it ought to be kept in mind that the interrelationships forming the foundation of the models are based on data collected from 32 small basins. In the present analysis, no attempt was made to find independent factors of importance for minimum runoff formation, but

climatic and basin factors which are readily measurable and easy to use, and which correlate with each other, forming a compound factor with explanatory power, were used.

The method which was developed cannot give good results in the case of very small and exceptional basins. The models are relatively well adaptable only for basins in which the climatic and terrain factors take values of a similar kind as in the small research basins which form the basis of the models.

KÄYTETYT MERKINNÄT

LIST OF SYMBOLS

A	=	Valuma-alueen ala (km ²)	Drainage area (km ²)
a, b, c	=	Parametrejä yhtälössä MNq = a + b · t + c · t ²	Parameters in equation MNq = a + b · t + c · t ²
CP	=	Karkeiden maalajien osuus valuma- alueen alasta (%)	Percentage of coarse soils in drainage basin
FP	=	Pellon osuus valuma-alueen alasta (%)	Percentage of cultivated land in drainage basin
Δh	=	Korkeuskäyrien väli	Height difference between contour lines
k	=	$\frac{Nq}{MNq} \cdot 100 =$ Alivirtaaman toistuvuus (%)	Recurrence ratio of minimum runoff (%)
ΣL	=	Korkeuskäyrien yhteispituus	Total length of contour lines
MNq	=	Keskialivaluma (1/s km ²)	Mean minimum runoff (1/s km ²)
Nq	=	Alivaluma (1/s km ²)	Minimum runoff (1/s km ²)
P	=	Vuosisadanta (mm)	Annual precipitation (mm)
PP	=	Suon osuus valuma-alueen alasta (%)	Percentage of peat land in drainage basin
PP _d	=	Ojitetun suon osuus valuma-alueen alasta (%)	Percentage of drained peat land in drainage basin
R	=	Yhteiskorrelaatiokerroin	Multiple correlation coefficient
r	=	Korrelaatiokerroin	Correlation coefficient
S _m	=	Maaston keskikaltevuus kartalta mitattuna (%)	Mean land slope on a basis of map (%)
S _s	=	Maaston keskikaltevuus maastossa mitattuna (%)	Mean land slope on a basis of survey (%)
T ₂	=	Helmikuun keskilämpötila (°C)	Mean February temperature (°C)
T ₇	=	Heinäkuun keskilämpötila (°C)	Mean July temperature (°C)
t	=	Alivalumakauden pituus (vrk)	Duration of low runoff period in days
VS	=	Puuston kuutiomäärä koko valuma- alueen alaa kohti laskettuna (k-m ³ /ha)	Volume of growing stock in total drainage area (solid m ³ /ha)

KIRJALLISUUTTA

- Hommik, K. 1970. Minimaalne äravool. Maaparandus, Teaduslike Tööde Kogumik XIX. Tallinn.
- Hydrologinen vuosikirja 16, 1962. Helsinki.
- Kajosaari, E. 1968. Kuivakausista Suomen vesistöissä erityisesti vedenhankintaa ja vesiensuojelua silmälläpitäen. Hydrologisen toimiston tiedonantoja XXVIII. Helsinki.
- Kolkki, O. 1970. Katsaus Suomen ilmastoon. Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja n:o 18. Helsinki.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1969. 1970. Folia Forestalia 96. Helsinki.
- Mustonen, S.E. 1965a. Maataloushallituksen hydrologiset tutkimukset vuosina 1957-1964. Hydrologic investigations by the Board of Agriculture during the years 1954 to 1964. Maa- ja vesiteknillisiä tutkimuksia 11. Helsinki.
- Mustonen, S.E. 1965b. Meteorologisten ja aluetekijöiden vaikutuksesta valuntaan. Maa- ja vesiteknillisiä tutkimuksia 12. Helsinki.
- Mustonen, S.E. 1967. Effects of climatologic and basin characteristics on annual runoff. Water Resources Research, Vol. 3. No. 1.
- Mustonen, S.E. 1968. Ylivalumista pienillä järveillä valuma-alueilla. Rakennustekniikka, 5/1968.
- Mustonen, S.E., Seuna, P. 1969. Maataloushallituksen hydrologiset tutkimukset vuosina 1965-1968. Hydrologic investigations by the Board of Agriculture during the years 1965 to 1968. Helsinki.
- Niinivaara, K. 1957. Alivalumien vaihtelusta. Teknillinen Aikakauslehti 4/1957.
- Niinivaara, K. 1958. Alivalumien todennäköisestä vaihtelusta Suomessa. Maa- ja vesirakentaja 3. Helsinki.
- Niinivaara, K. 1961. Alivirtaamakausten todennäköisestä vaihtelusta Suomessa. Vesitalous 2/1961.
- Norvatov, A.M. 1962. Conditions of formation of summer low-water flow of the Baltic area rivers and long-range forecasts of their streamflow. Trans. Stat. Hydr. Inst. 96, Translated from Russian, Sovjet Hydrology 5/1962.
- Renqvist, H. 1935. Minimavrinningen. Tekniska Föreningens i Finland Förhandlingar 10/1935.
- Sirén, A. 1960. Occurrence of low discharge periods in rivers in Finland. Int. Ass. Sc. Hydr. Publication no. 51, Gentbrugge.
- Suomen kartasto. 1960. Helsinki.
- Velner, H. & Kaljumäe, J. 1967. Vesitaloudellisia probleemeja Eestin NT:ssa. Vesitalous 2/1967.
- Velner, H. & Kask, A. 1968. Valuman tunnusomaisten arvojen määrittäminen vesitaloudellisissa laskelmissa kuvaajan vaakaleikkausmenetelmää käyttäen. Vesitalous 3/1968.

- Welner, A. & Hommik, K. 1936. Beitrag zur Erforschung des Abflusses von Flussgebieten Estlands. Bericht der V hydrologischen Konferenz der baltischen Staaten, Helsinki.
- Wäre, M. 1951. Om lågvattenavrinningen i Finlands vattendrag. Föredrag vid NIM i Helsingfors, juni 1951.
- Wäre, M. 1952. Käyttöveden riittävydestä. Teknillinen Aikakauslehti 5/1952.
- Wäre, M. 1954. Om vattendrag och deras förorening. Tekniska Föreningen i Finland Förhandlingar 7/1954.

Liite 1. Havaintoalueiden 1-150 vuorokauden alivalumat vuosina 1958-1969 talvi- ja kesäpuoliskolla. Talvialivaluman vuosiluku tarkoittaa alkutalven vuosilukua.

Appendix 1. Minimum runoff from research basins in winter and in summer in years 1958-1969 during low runoff periods covering 1-150 days. The year indicates in winter the forepart of the winter.

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma N_q (l/s km ²)						Minimum runoff N_q (l/s km ²)						MN q	
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968		1969
<u>Alue 14, talvi Basin 14, winter</u>														
1						4,47	2,88	1,84	2,88	4,22	2,69	3,75		3,25
7						4,62	3,03	1,97	2,88	4,22	2,69	3,75		3,31
15						4,68	3,14	2,07	2,99	4,32	2,69	3,78		3,38
30						4,70	3,47	2,16	3,02	4,51	2,76	3,82		3,49
60						4,82	3,56	2,20	3,18	6,06	2,89	3,90		3,80
90						5,02	3,83	2,29	3,44	7,07	3,19	4,30		4,16
120						5,77	4,15	2,46	3,58	8,90	4,71	5,03		4,94
150						9,02	5,03	2,69	3,90	9,63	7,37	6,72		6,34
<u>Alue 14, kesä Basin 14, summer</u>														
1							3,08	1,84	2,15	3,09	3,09	3,23	2,50	2,71
7							3,19	1,97	2,34	3,09	3,26	3,36	2,50	2,82
15							3,25	2,07	2,51	3,14	3,32	3,50	2,51	2,90
30							3,39	2,16	3,01	3,32	3,44	3,94	2,61	3,12
60							3,65	2,20	3,16	3,48	3,68	4,26	2,79	3,32
90							3,88	2,29	4,05	3,56	4,05	5,31	2,97	3,73
120							4,04	2,46	4,25	3,64	4,24	6,66	3,22	4,07
150							5,10	2,69	4,13	4,17	5,17	7,06	3,89	4,60
<u>Alue 15, talvi Basin 15, winter</u>														
1						1,83	1,49	1,31	1,54	3,16	2,14	2,64		2,02
7						1,83	1,72	1,77	1,58	3,16	2,14	2,75		2,14
15						1,83	1,85	1,80	1,78	3,21	2,14	2,78		2,20
30						2,06	1,96	2,05	2,16	3,35	2,14	2,80		2,36
60						2,27	2,12	2,67	2,36	3,99	2,32	2,86		2,66
90						2,37	2,26	3,38	2,56	4,63	2,56	3,06		2,97
120						3,39	2,73	4,97	2,59	7,68	3,93	3,40		4,10
150						6,74	4,33	7,06	2,93	10,09	7,91	4,85		6,27
<u>Alue 15, kesä Basin 15, summer</u>														
1							0,77	1,01	0,97	2,14	1,83	2,14	1,01	1,41
7							0,88	1,17	1,14	2,14	2,05	2,34	1,51	1,60
15							0,95	1,28	1,16	2,24	2,18	2,42	1,54	1,68
30							1,10	1,54	1,31	2,48	2,27	2,78	1,64	1,87
60							1,30	1,64	1,85	2,76	2,48	3,17	1,73	2,13
90							1,53	1,65	2,60	2,92	2,90	4,00	1,90	2,50
120							2,32	1,69	3,71	3,06	3,26	5,20	2,15	3,06
150							3,27	2,28	3,95	3,57	3,89	5,50	3,11	3,65

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma Nq (l/s km ²)						Minimum runoff Nq (l/s km ²)							MNq
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
<u>Alue 21, talvi Basin 21, winter</u>														
1	0,00	0,04	0,00	0,26	0,67	0,00	0,06	0,25	0,00	0,30	0,00	0,17		0,15
7	0,00	0,08	0,00	1,28	0,71	0,00	0,08	0,28	0,00	0,31	0,00	0,17		0,24
15	0,01	0,09	0,00	2,51	0,75	0,00	0,10	0,38	0,00	0,35	0,00	0,18		0,36
30	0,01	0,12	0,00	3,98	0,89	0,00	0,18	0,67	0,00	0,41	0,00	0,22		0,54
60	0,07	0,30	0,05	6,19	3,24	0,00	0,26	2,08	0,03	0,52	0,03	0,31		1,09
90	0,15	0,38	0,12	10,60	7,84	0,01	0,42	3,02	0,07	0,80	0,11	0,45		2,00
120	3,78	0,64	0,18	11,68	7,45	0,33	0,65	6,44	0,10	4,71	1,01	0,74		3,14
150	3,58	6,87	0,20	14,04	8,00	3,00	2,17	7,38	0,31	10,04	6,27	3,75		5,47
<u>Alue 21, kesä Basin 21, summer</u>														
1		0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
7		0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
15		0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
30		0,00	0,00	0,00	0,98	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
60		0,01	0,00	0,01	2,64	0,09	0,26	0,02	0,13	0,09	0,64	0,10	0,00	0,33
90		0,03	0,00	0,08	3,04	0,20	0,42	0,05	0,14	0,13	2,05	0,24	0,00	0,53
120		0,05	0,00	0,38	7,32	0,61	1,65	0,20	0,27	0,13	3,81	0,52	0,00	1,24
150		0,19	0,02	0,42	6,71	0,98	2,71	0,64	0,50	0,21	4,66	1,22	0,11	1,53
<u>Alue 32, talvi Basin 32, winter</u>														
1	0,41	0,25	0,74	0,44	1,20	0,37	0,00	1,05	0,20	0,46	0,03	0,67		0,48
7	0,50	0,25	0,79	3,41	1,35	0,42	0,01	1,30	0,20	0,53	0,05	0,77		0,80
15	0,55	0,25	0,87	3,70	1,41	0,47	0,01	1,70	0,20	0,59	0,05	0,83		0,89
30	0,65	0,28	0,91	3,89	1,57	0,56	0,01	1,90	0,21	0,74	0,07	0,97		0,98
60	0,94	0,34	1,22	4,55	2,66	0,67	0,07	2,48	0,38	1,71	0,11	1,30		1,37
90	1,37	0,44	1,54	5,79	3,54	0,70	0,23	3,30	0,64	2,63	0,53	1,72		1,87
120	3,30	0,76	1,44	6,44	3,39	1,04	0,76	4,24	0,78	4,10	1,68	2,03		2,50
150	4,10	1,35	2,13	7,17	3,72	2,48	1,90	5,10	0,98	6,37	4,24	4,11		3,64
<u>Alue 32, kesä Basin 32, summer</u>														
1		0,04	0,00	0,20	0,49	0,98	0,05	0,01	0,10	0,05	0,02	0,05	0,00	0,17
7		0,05	0,01	0,23	0,63	1,31	0,06	0,03	0,11	0,13	0,04	0,06	0,02	0,22
15		0,05	0,01	0,29	0,96	1,77	0,11	0,07	0,18	0,21	0,07	0,09	0,04	0,32
30		0,05	0,03	0,36	1,97	2,66	0,18	0,12	0,44	0,26	0,10	0,17	0,16	0,54
60		0,12	0,07	0,77	3,18	3,03	0,30	0,17	0,53	0,49	0,36	0,27	0,48	0,81
90		0,39	0,28	1,39	4,14	3,13	0,54	0,37	0,52	0,83	1,16	0,38	0,70	1,15
120		0,44	0,26	1,50	6,56	3,87	1,51	0,65	1,16	1,59	2,06	1,20	1,46	1,86
150		0,81	0,45	1,58	6,11	5,31	2,63	1,21	1,46	2,74	3,47	2,09	2,14	2,50
<u>Alue 33, talvi Basin 33, winter</u>														
1				1,23			0,14	2,06		1,25	0,25	0,84		0,96
7				1,51			0,22	2,15		1,40	0,32	0,84		1,07
15				1,85			0,25	2,28		1,47	0,32	0,85		1,17
30				2,78			0,33	2,99		1,52	0,35	0,92		1,48
60				3,30			0,43	3,72		1,89	0,39	1,02		1,79
90				5,51			0,57	5,42		2,63	0,44	1,24		2,64
120				6,83			0,83	6,51		6,37	1,48	1,61		3,94
150				8,87			1,81	9,88		9,44	5,42	4,38		6,63
<u>Alue 33, kesä Basin 33, summer</u>														
1					0,25		0,00	0,00	0,07		0,24	0,01	0,00	0,08
7					0,62		0,00	0,00	0,17		0,36	0,06	0,00	0,17
15					0,76		0,00	0,00	0,33		0,59	0,28	0,00	0,28
30					1,60		0,02	0,11	0,39		0,89	0,41	0,00	0,49
60					4,59		0,34	0,15	0,78		3,73	0,77	0,03	1,48
90					9,10		0,87	0,46	1,41		8,97	1,04	0,13	3,14
120					12,61		3,34	1,02	1,97		11,97	1,46	0,68	4,72
150					10,70		5,60	1,64	3,27		13,22	2,46	1,13	5,43

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma Nq (l/s km ²)						Minimum runoff Nq (l/s km ²)						MNq	
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968		1969
<u>Alue 41, talvi Basin 41, winter</u>														
1	1,76	1,95	0,60	1,30	1,18	1,10	0,86	1,24	1,14	1,35	1,10	1,22		1,23
7	1,76	2,93	0,64	2,59	1,53	1,56	0,86	1,35	1,27	1,98	1,18	1,26		1,58
15	1,79	4,42	0,73	3,40	1,70	1,87	0,86	1,37	1,33	2,02	1,22	1,31		1,84
30	1,88	4,90	0,85	4,82	1,87	1,89	0,86	1,61	1,41	2,05	1,23	1,33		2,06
60	2,03	5,20	0,94	5,58	2,99	1,97	0,91	2,13	1,60	2,39	1,34	1,34		2,37
90	2,16	5,40	0,99	8,39	4,25	2,00	1,07	2,45	1,82	2,67	1,42	1,44		2,84
120	2,51	5,65	1,09	8,92	4,60	2,32	1,32	3,62	1,89	5,38	2,33	1,69		3,44
150	2,83	7,84	1,54	10,43	4,35	5,64	2,97	5,22	2,38	6,67	5,48	2,59		4,83
<u>Alue 41, kesä Basin 41, summer</u>														
1	0,75	0,75	0,86	0,86	1,49		0,79	0,73	1,17	1,10	1,22	0,98	0,92	0,97
7	0,87	0,76	1,03	0,86	1,65		0,92	0,78	1,38	1,20	1,31	1,05	0,96	1,06
15	0,88	0,78	1,15	0,93	1,86		0,95	0,83	1,65	1,35	1,34	1,12	0,98	1,15
30	1,13	0,84	1,46	1,12	2,21		1,09	0,90	2,08	1,77	1,37	1,30	1,05	1,36
60	1,27	0,90	1,76	1,24	3,35		1,29	0,95	4,49	2,74	1,43	1,92	1,57	1,91
90	1,31	0,92	2,44	1,52	4,46		1,42	0,99	6,56	4,35	1,73	1,92	1,73	2,45
120	1,35	1,05	3,11	1,95	6,28		1,48	1,13	7,99	4,55	1,87	2,46	1,99	2,93
150	1,55	1,19	3,20	1,87	12,33		2,07	1,40	7,62	5,89	2,31	3,17	3,49	3,84
<u>Alue 42, talvi Basin 42, winter</u>														
1	2,24	1,67	0,40	4,78	2,54	1,04	0,23	1,76	1,09	2,37	1,22	0,62		1,66
7	2,32	2,57	0,40	5,29	2,58	1,12	0,32	1,76	1,09	2,44	1,22	0,62		1,81
15	2,38	3,44	0,41	6,93	2,76	1,14	0,34	1,92	1,09	2,49	1,24	0,66		2,07
30	2,73	3,62	0,45	8,20	3,23	1,26	0,37	2,58	1,12	2,58	1,30	0,73		2,35
60	2,88	4,06	0,53	9,74	5,18	1,64	0,66	3,68	1,40	3,99	1,40	0,95		3,01
90	3,92	4,27	0,61	14,32	8,23	2,07	0,96	4,91	2,17	5,54	1,80	1,39		4,18
120	4,80	5,05	0,81	15,29	8,11	3,94	1,63	6,73	3,66	10,31	4,04	2,13		5,54
150	5,47	6,15	1,15	16,78	7,62	9,08	4,42	10,48	5,10	12,19	9,93	4,23		7,72
<u>Alue 42, kesä Basin 42, summer</u>														
1	0,25	0,21	0,92	0,45	2,24		0,33	0,45	1,99	1,76	0,81	0,96	0,74	0,93
7	0,30	0,39	0,97	0,49	2,39		0,40	0,52	2,30	1,84	0,89	1,04	0,76	1,02
15	0,40	0,42	1,39	0,68	2,89		0,47	0,67	2,49	2,14	1,05	1,21	0,82	1,22
30	0,54	0,45	1,42	0,88	4,12		0,60	0,97	3,30	2,45	1,21	1,24	1,15	1,53
60	0,61	0,63	1,71	1,14	5,59		0,78	1,07	4,07	4,55	1,33	1,56	1,72	2,06
90	1,52	0,66	4,24	1,41	7,75		0,84	1,15	7,16	9,24	1,68	2,27	2,01	3,33
120	1,96	0,95	6,39	1,34	12,50		1,03	1,50	8,74	10,11	1,93	2,44	2,77	4,30
150	2,77	1,33	7,82	1,46	18,23		2,97	2,62	10,35	12,03	2,83	3,44	4,44	5,86
<u>Alue 43, talvi Basin 43, winter</u>														
1	1,76	2,21	0,57	3,15	2,19	2,08	0,86	2,40	2,40	0,74	0,53	1,22		1,68
7	1,76	2,79	0,98	3,44	2,44	2,08	1,00	2,40	2,40	0,92	0,53	1,22		1,83
15	1,89	2,95	1,04	3,73	2,50	2,08	1,12	2,56	2,40	1,41	0,53	1,22		1,95
30	2,23	3,04	1,24	4,80	2,78	2,08	1,17	2,90	2,40	1,94	0,53	1,23		2,20
60	2,64	3,45	1,43	5,71	3,58	2,20	1,19	3,28	2,40	2,57	0,58	1,35		2,53
90	3,08	3,42	1,54	7,01	3,96	2,35	1,40	3,58	2,73	3,05	0,87	1,71		2,89
120	4,53	3,78	1,50	7,57	3,98	3,25	1,58	4,45	3,08	4,41	2,07	2,40		3,55
150	4,72	4,78	1,91	7,83	5,22	5,67	2,46	5,78	3,52	5,58	4,48	3,98		4,66
<u>Alue 43, kesä Basin 43, summer</u>														
1	1,48	0,74	1,67	1,22	1,87		0,21	0,30	0,97	1,76	0,35	0,44	0,35	0,95
7	1,48	0,84	1,81	1,55	2,31		0,27	0,38	1,07	1,79	0,51	0,78	0,35	1,10
15	1,53	1,04	2,22	1,79	3,61		0,44	0,46	1,51	2,13	0,65	0,96	0,41	1,40
30	1,68	1,19	3,58	1,95	5,57		0,51	0,70	2,46	4,03	0,84	1,13	0,62	2,02
60	2,46	2,05	4,10	2,72	7,19		0,53	1,10	3,16	6,43	1,39	1,71	1,09	2,83
90	4,05	2,47	6,22	3,99	8,52		0,78	1,14	3,77	7,93	1,36	2,45	1,80	3,71
120	4,22	2,89	7,05	8,38	10,83		0,98	1,53	4,54	9,03	1,70	3,28	2,62	4,75
150	5,06	3,24	7,01	7,60	16,20		1,85	2,50	5,89	9,66	2,30	4,31	3,67	5,77

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma N_q ($l/s \text{ km}^2$)						Minimum runoff N_q ($l/s \text{ km}^2$)							MN q
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
<u>Alue 44, talvi Basin 44, winter</u>														
1	0,51	1,82	1,03	2,08	1,80	1,18	0,73	0,24	1,45	0,96	0,52	1,02		1,11
7	0,51	2,06	1,20	3,14	1,99	1,18	0,73	1,05	1,45	1,15	0,52	1,02		1,33
15	0,51	2,11	1,27	3,68	2,17	1,25	0,73	1,22	1,59	1,40	0,55	1,02		1,46
30	0,55	2,58	1,29	4,08	2,53	1,36	0,74	1,53	1,65	1,63	0,64	1,02		1,63
60	0,99	2,64	1,36	4,78	3,03	1,56	0,88	1,78	1,70	2,06	0,79	1,11		1,89
90	1,09	2,84	1,43	6,23	3,24	1,92	1,03	2,23	1,99	2,46	0,97	1,25		2,22
120	1,48	3,46	1,58	6,95	3,63	2,60	1,30	3,13	2,15	3,60	1,79	1,67		2,78
150	1,42	5,10	2,03	7,41	5,21	5,07	2,06	6,25	2,37	4,66	4,46	2,99		4,09
<u>Alue 44, kesä Basin 44, summer</u>														
1		2,32	1,71	2,78	2,32	3,63	0,73	0,44	1,31	1,71	0,73	0,73	0,55	1,58
7		2,59	1,97	3,11	2,71	4,37	0,83	0,56	1,41	2,02	0,73	1,06	0,71	1,84
15		2,63	2,57	3,45	3,41	5,79	0,87	0,59	1,75	2,19	0,95	1,33	0,82	2,20
30		2,92	2,89	4,62	4,23	7,22	0,91	0,78	2,62	3,17	1,06	1,52	1,05	2,75
60		3,76	4,55	5,71	5,23	8,68	1,04	0,96	3,01	7,34	1,42	1,79	1,65	3,76
90		5,09	4,96	8,76	6,45	9,83	1,28	0,96	3,28	8,56	1,36	2,76	2,31	4,63
120		5,30	5,40	9,54	12,63	12,78	1,44	1,41	4,10	9,36	1,64	3,36	3,14	5,84
150		6,27	5,46	9,71	11,46	17,95	2,25	2,41	5,07	9,76	2,15	4,38	4,49	6,78
<u>Alue 51, talvi Basin 51, winter</u>														
1	0,65	1,12	0,07	1,70	0,37	0,12	0,17	0,08	0,12	0,53	0,17	0,17		0,44
7	0,70	1,17	0,08	1,81	0,37	0,16	0,21	0,08	0,13	0,59	0,17	0,17		0,47
15	0,76	1,25	0,08	1,87	0,43	0,19	0,24	0,10	0,16	0,62	0,17	0,17		0,50
30	0,81	1,44	0,09	1,91	0,57	0,20	0,29	0,23	0,22	0,72	0,17	0,17		0,57
60	1,08	1,46	0,11	2,28	1,11	0,34	0,43	0,47	0,27	1,16	0,17	0,19		0,76
90	1,15	1,58	0,14	2,94	1,38	0,55	0,60	0,85	0,36	1,62	0,28	0,31		0,98
120	1,51	1,78	0,14	3,57	1,63	1,10	0,85	1,36	0,54	2,42	0,87	0,80		1,38
150	1,75	2,41	0,40	3,73	2,79	2,91	1,56	1,82	0,75	4,47	2,49	1,83		2,24
<u>Alue 51, kesä Basin 51, summer</u>														
1		0,37	0,02	0,62	0,67	0,98		0,15	0,73	1,72	0,19	0,30	0,02	0,52
7		0,40	0,03	0,69	0,74	1,47		0,18	0,97	2,19	0,25	0,36	0,06	0,67
15		0,53	0,07	0,76	0,93	2,97		0,19	1,41	2,35	0,34	0,47	0,10	0,92
30		0,63	0,19	0,89	1,52	3,89		0,20	2,36	5,38	0,63	0,65	0,28	1,51
60		1,27	0,53	1,28	2,41	4,54		0,26	5,47	7,06	1,71	0,99	1,29	2,44
90		2,32	0,79	3,09	5,03	6,31		0,48	6,36	8,32	1,72	1,70	1,65	3,43
120		3,55	0,87	5,29	4,45	7,91		0,88	6,76	9,30	2,95	3,67	2,55	4,38
150		5,20	1,23	5,40	4,31	10,38		2,14	7,16	10,82	4,28	6,52	4,00	5,59
<u>Alue 52, talvi Basin 52, winter</u>														
1	0,60	0,97	0,50	1,84	1,24	0,72	0,72	0,97	0,72	1,53	0,31	1,53		0,97
7	0,60	1,11	0,65	1,84	1,24	0,72	0,72	0,97	0,72	1,53	0,31	1,53		1,00
15	1,82	1,24	0,70	2,15	1,24	0,83	0,75	0,97	0,72	1,58	0,35	1,53		1,16
30	2,03	1,32	0,73	2,57	1,40	1,02	0,97	1,22	0,72	1,72	0,52	1,53		1,31
60	2,15	1,37	0,85	2,94	1,82	1,16	1,07	1,63	0,80	2,12	0,67	1,53		1,51
90	2,26	1,51	0,81	3,66	2,13	1,41	1,22	1,94	0,93	2,62	0,92	1,73		1,76
120	2,89	2,00	1,00	4,64	2,49	1,94	1,39	2,47	1,00	3,49	1,83	2,37		2,29
150	3,30	2,99	1,27	5,40	3,89	3,93	2,20	3,10	1,41	5,68	5,05	3,76		3,50
<u>Alue 52, kesä Basin 52, summer</u>														
1	0,65	0,00	0,72	0,72	0,85	0,00	0,06	0,50	0,97	0,16	0,16	0,06		0,40
7	0,72	0,01	0,73	0,91	1,17	0,03	0,09	0,68	1,11	0,26	0,21	0,06		0,50
15	0,87	0,03	0,77	1,24	2,09	0,14	0,13	0,90	1,56	0,44	0,30	0,07		0,71
30	1,01	0,10	0,99	1,92	3,44	0,67	0,16	1,16	5,78	1,06	0,50	0,30		1,42
60	1,31	0,55	1,34	2,15	4,25	0,91	0,28	2,88	8,11	3,92	0,88	1,28		2,32
90	1,88	1,10	3,29	4,13	6,19	1,16	0,48	3,75	10,04	4,11	1,16	1,66		3,25
120	2,92	1,28	4,98	4,11	7,27	1,42	0,90	4,49	10,32	4,78	2,88	2,44		3,98
150	4,46	1,55	5,59	4,01	10,57	2,61	2,23	5,02	11,35	5,95	5,95	3,95		5,27

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma N_q ($l/s \text{ km}^2$)						Minimum runoff N_q ($l/s \text{ km}^2$)							MN $_q$
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
	<u>Alue 53, talvi</u>						<u>Basin 53, winter</u>							
1	1,83	2,10	1,34	2,50	2,00	1,01	1,18	2,00	2,00	2,00	1,41	1,70		1,76
7	1,98	2,15	1,40	2,70	2,06	1,06	1,26	2,12	2,11	2,00	1,41	1,70		1,83
15	1,99	2,16	1,46	2,86	2,11	1,17	1,38	2,37	2,23	2,08	1,41	1,70		1,91
30	2,00	2,16	1,50	2,94	2,24	1,22	1,49	2,45	2,33	2,20	1,43	1,70		1,97
60	2,14	2,21	1,54	3,17	2,88	1,36	1,55	2,68	2,33	2,29	1,49	1,81		2,12
90	2,33	2,32	1,56	3,62	3,34	1,54	1,73	2,93	2,40	2,66	1,60	2,05		2,34
120	2,64	2,73	1,62	4,09	3,60	1,97	1,92	3,45	2,39	3,61	1,93	2,65		2,72
150	2,91	3,32	1,76	5,04	5,22	4,02	2,63	4,18	2,52	5,40	3,29	3,80		3,67
	<u>Alue 53, kesä</u>						<u>Basin 53, summer</u>							
1	1,46	0,91	1,41	2,33	2,85		0,77	0,49	1,75	2,00	1,27	1,41	0,72	1,45
7	1,55	1,02	1,57	2,59	3,15		1,19	1,06	1,91	2,32	1,38	1,54	0,76	1,67
15	1,69	1,15	1,64	3,26	4,32		1,54	1,11	1,99	2,64	1,48	1,62	0,84	1,94
30	1,81	1,35	1,69	3,90	5,64		2,36	1,17	2,21	4,03	1,86	1,90	1,06	2,42
60	2,05	1,86	2,08	5,13	8,47		2,74	1,38	3,38	4,90	2,65	3,25	1,54	3,29
90	3,01	2,00	3,99	8,50	9,32		2,90	1,67	4,31	6,76	2,72	3,80	1,89	4,24
120	3,93	2,52	5,12	9,88	11,14		3,20	2,19	4,98	7,81	3,79	5,52	2,75	5,24
150	5,30	2,60	5,20	8,92	13,92		4,22	3,62	6,04	9,02	5,43	8,42	4,91	6,47
	<u>Alue 61, talvi</u>						<u>Basin 61, winter</u>							
1	0,44	0,00	0,91	0,75	0,25	0,29	0,44		0,39	0,25	0,34			0,41
7	0,45	0,00	1,04	0,76	0,26	0,31	0,44		0,40	0,25	0,34			0,42
15	0,47	0,00	1,04	0,79	0,30	0,35	0,44		0,44	0,25	0,34			0,44
30	0,48	0,01	1,06	0,87	0,37	0,48	0,44		0,47	0,25	0,35			0,48
60	0,50	0,13	1,22	1,35	0,43	0,52	0,62		0,55	0,25	0,36			0,59
90	0,55	0,15	1,54	1,63	0,50	0,64	0,99		0,80	0,27	0,40			0,75
120	0,73	0,17	2,12	1,87	0,74	0,87	1,81		1,74	0,84	0,65			1,15
150	1,32	0,56	2,31	3,42	1,67	1,39	2,60		3,16	2,54	1,56			2,05
	<u>Alue 61, kesä</u>						<u>Basin 61, summer</u>							
1	0,08	0,08	1,15	1,90		0,03	0,08	0,16	0,50	0,02	0,15	0,00		0,38
7	0,08	0,17	1,65	2,83		0,04	0,11	0,25	0,92	0,03	0,19	0,00		0,57
15	0,11	0,21	1,76	3,13		0,11	0,16	0,44	1,34	0,04	0,22	0,00		0,68
30	0,34	0,31	2,41	3,49		0,20	0,35	0,87	2,45	0,07	0,31	0,01		0,98
60	0,52	0,41	5,91	4,64		0,31	0,54	1,63	2,79	0,41	0,41	0,18		1,61
90	1,08	0,54	10,37	6,16		0,48	1,14	4,42	3,12	1,93	0,56	0,76		2,78
120	2,39	0,62	10,34	8,26		2,03	2,84	5,13	4,01	3,34	1,06	2,32		3,85
150	2,89	0,81	10,52	9,56		2,81	3,74	7,15	6,01	4,72	1,54	3,65		4,85
	<u>Alue 71, talvi</u>						<u>Basin 71, winter</u>							
1	1,50	0,96	0,96	1,56	1,68	1,14	0,80	1,50	0,96	1,14	1,14	1,31		1,22
7	1,50	1,00	0,96	2,47	1,68	1,14	0,80	1,50	0,96	1,14	1,14	1,31		1,30
15	1,50	1,09	1,40	2,73	1,68	1,23	0,80	1,59	0,97	1,14	1,16	1,31		1,38
30	1,50	1,40	1,68	2,79	1,71	1,43	0,84	1,90	1,07	1,20	1,24	1,39		1,51
60	1,75	1,66	1,68	3,22	2,09	1,51	0,96	2,27	1,31	1,60	1,27	1,52		1,74
90	3,04	1,78	1,68	3,79	2,58	1,60	1,15	2,84	1,52	2,28	1,45	1,71		2,12
120	4,96	2,04	1,68	5,23	2,90	1,89	1,43	3,51	1,70	3,69	2,35	2,27		2,80
150	5,18	3,00	2,28	5,72	3,77	3,15	2,45	4,82	1,93	5,33	4,78	3,45		3,82
	<u>Alue 71, kesä</u>						<u>Basin 71, summer</u>							
1	0,80	0,24	1,11	1,29	1,11	0,04	0,17	0,80	0,51	0,39	0,80	0,13		0,62
7	0,80	0,46	1,33	1,64	1,56	0,14	0,22	0,98	0,68	0,52	0,89	0,21		0,79
15	0,88	0,68	1,77	2,09	2,04	0,24	0,26	1,62	1,07	0,80	1,07	0,25		1,06
30	1,01	1,01	1,93	3,29	2,95	0,49	0,65	2,06	1,18	0,97	1,47	0,36		1,45
60	1,41	1,82	2,59	4,73	3,71	0,71	1,17	2,73	1,71	1,73	1,55	0,52		2,03
90	1,82	2,45	3,51	5,35	3,92	1,02	1,39	4,00	2,33	3,24	1,74	0,65		2,62
120	2,32	3,06	4,42	6,44	5,41	2,88	2,03	4,21	3,29	3,84	2,18	1,15		3,39
150	3,09	3,31	4,32	6,31	6,98	3,88	3,05	4,87	4,57	5,09	3,11	1,56		4,18

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma Nq (l/s km ²)						Minimum runoff Nq (l/s km ²)							MNq
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
	<u>Alue 72, talvi</u>						<u>Basin 72, winter</u>							
1	1,06	1,06	0,49	1,29	1,44	0,77	0,49	1,63	0,77	1,54	0,77	0,93		1,02
7	1,18	1,20	0,49	2,59	1,58	0,77	0,58	1,63	0,77	1,63	0,77	0,93		1,18
15	1,22	1,28	0,49	3,02	1,61	0,78	0,61	1,69	0,77	1,66	0,77	0,96		1,24
30	1,30	1,28	0,53	3,13	1,75	0,92	0,66	2,08	0,77	1,82	0,77	1,03		1,34
60	1,50	1,38	0,63	3,56	2,16	1,21	0,68	2,46	0,92	2,27	0,86	1,10		1,56
90	2,02	1,39	0,75	4,35	2,71	1,41	0,92	3,26	1,16	3,24	1,09	1,35		1,97
120	3,39	1,74	0,82	4,94	3,01	1,91	1,37	4,20	1,42	4,46	2,31	2,10		2,64
150	4,05	2,85	1,68	5,68	3,88	3,75	2,72	6,37	1,75	7,14	4,99	4,34		4,10
	<u>Alue 72, kesä</u>						<u>Basin 72, summer</u>							
1		0,37	0,18	0,63	0,96	1,04	0,17	0,26	0,37	0,65	0,10	0,17	0,09	0,42
7		0,37	0,22	0,67	1,32	1,57	0,22	0,26	0,46	1,03	0,12	0,24	0,17	0,55
15		0,37	0,27	0,83	2,06	2,27	0,25	0,32	0,99	1,43	0,17	0,33	0,20	0,79
30		0,47	0,67	0,94	4,17	3,19	0,45	0,69	1,48	2,20	0,24	0,66	0,41	1,30
60		0,98	1,30	1,65	6,40	4,69	0,71	0,77	1,89	3,30	0,69	1,24	1,67	2,11
90		1,45	1,46	2,09	12,42	4,75	0,98	1,10	3,36	3,46	2,23	1,81	1,67	3,07
120		1,69	1,59	2,45	13,30	6,74	2,96	2,07	3,91	4,73	3,03	2,42	2,31	3,93
150		2,48	1,94	2,62	13,12	8,99	5,26	3,41	4,69	6,78	4,79	3,40	4,38	5,16
	<u>Alue 81, talvi</u>						<u>Basin 81, winter</u>							
1	0,15	0,15	0,00	0,46	0,15	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00		0,14
7	0,15	0,18	0,00	1,06	0,26	0,00	0,00	0,96	0,00	0,01	0,00	0,00		0,22
15	0,15	0,19	0,00	1,26	0,26	0,00	0,00	1,11	0,00	0,06	0,00	0,00		0,25
30	0,15	0,21	0,02	1,43	0,30	0,00	0,00	1,52	0,00	0,13	0,00	0,00		0,31
60	0,18	0,28	0,04	2,29	0,89	0,01	0,01	2,95	0,02	0,24	0,00	0,00		0,58
90	0,37	0,38	0,08	4,35	1,56	0,03	0,10	5,04	0,03	0,42	0,16	0,03		1,05
120	2,44	1,54	0,24	6,17	1,37	0,28	0,39	5,93	0,03	2,63	0,80	0,12		1,83
150	3,09	5,17	1,03	8,09	2,17	1,19	1,79	6,93	0,06	5,14	4,60	1,09		3,36
	<u>Alue 81, kesä</u>						<u>Basin 81, summer</u>							
1		0,03	0,00	0,06	0,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,08
7		0,06	0,00	0,18	0,91	0,06	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,13
15		0,10	0,00	0,45	1,06	0,10	0,00	0,00	0,03	0,37	0,00	0,00	0,00	0,18
30		0,17	0,01	0,48	1,36	0,16	0,00	0,17	0,09	0,57	0,07	0,04	0,00	0,26
60		0,32	0,05	0,95	3,63	0,33	0,02	0,19	0,15	0,75	0,53	0,09	0,00	0,58
90		0,32	0,16	1,26	5,45	0,83	0,18	0,26	0,20	0,73	4,12	0,20	0,04	1,15
120		0,50	0,30	3,75	6,31	1,12	1,51	0,56	0,69	1,08	12,06	0,31	0,12	2,36
150		0,99	0,32	3,76	5,90	1,29	3,80	0,90	0,81	2,26	12,81	0,51	0,29	2,80
	<u>Alue 82, talvi</u>						<u>Basin 82, winter</u>							
1		0,34	0,08	1,32	0,86	0,20	0,06	1,19	0,04	0,84	0,41	0,11		0,50
7		0,35	0,08	1,90	0,94	0,21	0,09	1,24	0,04	0,86	0,41	0,11		0,57
15		0,39	0,10	1,94	0,98	0,23	0,11	1,33	0,04	0,88	0,41	0,11		0,59
30		0,54	0,11	2,12	1,09	0,25	0,20	1,77	0,05	0,95	0,42	0,12		0,69
60		0,54	0,24	3,08	1,62	0,34	0,27	2,93	0,08	1,25	0,46	0,21		1,00
90		0,65	0,40	4,29	1,97	0,53	0,45	4,25	0,15	1,74	0,72	0,34		1,41
120		1,47	0,48	5,76	1,89	0,82	0,83	5,09	0,24	4,00	1,68	0,57		2,08
150		3,26	1,12	6,53	2,87	1,41	2,23	5,87	0,44	6,28	4,92	1,33		3,30
	<u>Alue 82, kesä</u>						<u>Basin 82, summer</u>							
1		0,01	0,18	1,21	0,25	0,00	0,06	0,18	0,15	0,14	0,08	0,01		0,21
7		0,01	0,30	1,25	0,30	0,04	0,08	0,19	0,20	0,20	0,11	0,01		0,24
15		0,02	0,57	1,66	0,48	0,08	0,12	0,29	0,55	0,23	0,13	0,01		0,38
30		0,04	0,79	2,17	0,80	0,09	0,15	0,44	0,77	0,34	0,20	0,02		0,53
60		0,08	1,10	4,36	1,48	0,21	0,20	0,74	1,32	1,13	0,22	0,06		0,99
90		0,14	1,57	7,33	1,88	0,49	0,36	0,75	2,35	5,24	0,26	0,15		1,87
120		0,14	3,55	7,74	2,05	2,40	0,67	1,31	3,66	13,43	0,46	0,24		3,24
150		0,26	3,70	7,62	2,23	5,05	1,35	1,42	5,07	14,20	0,94	0,61		3,86

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma N_q ($l/s km^2$)						Minimum runoff N_q ($l/s km^2$)						MN q	
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968		1969
	<u>Alue 83, talvi</u>						<u>Basin 83, winter</u>							
1			0,18	1,59	0,35	0,29	0,41	0,51	0,02	0,35	0,48	0,35		0,45
7			0,45	1,64	0,51	0,30	0,41	1,35	0,02	0,35	0,48	0,35		0,59
15			0,52	1,69	0,62	0,33	0,49	1,57	0,02	0,37	0,48	0,35		0,64
30			0,58	1,86	0,89	0,39	0,52	1,98	0,03	0,46	0,49	0,37		0,76
60			0,63	2,39	1,85	0,55	0,55	2,72	0,04	1,08	0,56	0,46		1,08
90			0,64	3,53	2,00	0,65	0,80	3,62	0,05	2,02	0,65	0,58		1,45
120			0,70	4,34	1,94	1,03	1,02	4,61	0,15	4,50	1,49	1,03		2,08
150			1,73	5,81	3,01	2,41	2,05	6,50	0,49	6,73	4,50	2,91		3,61
	<u>Alue 83, kesä</u>						<u>Basin 83, summer</u>							
1			0,18	1,78	0,91	0,00	0,00	0,42	0,18	0,06	0,00	0,00		0,35
7			0,43	1,97	1,45	0,00	0,00	0,77	0,33	0,08	0,00	0,00		0,50
15			0,67	2,34	2,25	0,00	0,02	1,07	0,46	0,13	0,00	0,00		0,69
30			1,01	3,28	2,76	0,02	0,13	1,45	0,61	0,39	0,07	0,00		0,97
60			1,46	5,90	3,42	0,15	0,20	1,85	0,93	1,56	0,14	0,05		1,57
90			1,67	10,13	4,55	0,44	0,39	3,45	1,81	6,49	0,26	0,18		2,94
120			2,10	10,26	5,99	1,86	1,08	4,27	3,38	9,48	0,41	0,93		3,98
150			2,38	10,62	7,75	4,97	2,47	5,58	6,26	9,61	1,05	1,60		5,23
	<u>Alue 84, talvi</u>						<u>Basin 84, winter</u>							
1			0,76	1,10	0,41	0,12	1,16	0,81	0,99	0,96	0,53			0,76
7			1,54	1,17	0,51	0,14	1,48	0,81	1,30	0,96	0,53			0,94
15			1,61	1,31	0,60	0,26	1,52	0,81	1,30	0,96	0,53			0,99
30			2,58	2,19	0,67	0,35	2,07	0,87	1,30	1,02	0,53			1,29
60			5,64	3,77	0,73	0,40	3,58	0,92	1,58	1,08	0,58			2,03
90			7,59	7,74	0,79	0,51	5,70	0,93	2,13	1,21	0,65			3,03
120			9,29	6,93	1,54	0,88	6,10	0,94	5,89	2,29	0,75			3,85
150			10,79	8,56	3,25	1,76	8,11	1,21	9,87	5,77	1,96			5,70
	<u>Alue 84, kesä</u>						<u>Basin 84, summer</u>							
1			0,41	0,13	0,00	0,00	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00			0,07
7			0,57	0,25	0,00	0,01	0,12	0,05	0,02	0,00	0,00			0,11
15			0,99	0,31	0,02	0,03	0,37	0,07	0,04	0,01	0,00			0,20
30			1,78	0,64	0,05	0,21	0,62	0,13	0,06	0,05	0,01			0,39
60			3,00	1,15	0,09	0,29	0,85	0,23	0,77	0,05	0,05			0,72
90			7,26	2,16	0,21	0,81	1,99	0,32	4,18	0,09	0,10			1,90
120			9,30	3,39	1,12	1,63	2,64	1,42	7,96	0,19	0,39			3,12
150			8,19	3,43	3,96	3,33	4,85	2,76	9,12	0,31	0,64			4,07
	<u>Alue 85, talvi</u>						<u>Basin 85, winter</u>							
1			0,94	0,03	0,05	0,82	0,13	0,32	0,40	0,13				0,35
7			1,03	0,03	0,09	0,85	0,13	0,32	0,40	0,13				0,37
15			1,12	0,06	0,11	1,54	0,14	0,36	0,40	0,13				0,48
30			1,56	0,09	0,14	2,16	0,20	0,43	0,40	0,16				0,64
60			3,59	0,14	0,18	3,52	0,30	1,13	0,48	0,34				1,21
90			7,43	0,31	0,29	6,81	0,41	1,74	0,75	0,65				2,30
120			6,54	0,88	0,71	7,40	0,64	4,96	1,55	1,04				2,97
150			8,23	2,24	1,87	7,69	0,91	8,27	5,52	2,65				4,67
	<u>Alue 85, kesä</u>						<u>Basin 85, summer</u>							
1			0,25	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00				0,04
7			0,36	0,00	0,00	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00				0,06
15			0,65	0,00	0,00	0,08	0,09	0,01	0,00	0,00				0,10
30			1,43	0,00	0,01	0,15	0,16	0,03	0,03	0,02				0,23
60			3,44	0,05	0,06	0,23	0,29	0,89	0,12	0,04				0,64
90			3,48	0,18	0,23	0,51	0,27	3,65	0,14	0,18				1,08
120			3,66	1,67	0,81	1,22	1,21	8,26	0,19	0,47				2,19
150			4,06	5,70	1,57	2,39	2,91	11,71	0,44	0,82				3,70

Kauden pituus (vrk)	Alivaluma N_q (l/s km ²)						Minimum runoff N_q (l/s km ²)						MN q	
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968		1969
<i>Duration in days</i>														
	<u>Alue 91, talvi</u>			<u>Basin 91, winter</u>										
1	0,08	0,17	0,13	0,60	0,77	0,68	0,17			0,30	0,12	0,07		0,31
7	0,09	0,25	0,16	0,72	0,95	0,68	0,21			0,30	0,12	0,07		0,36
15	0,11	0,30	0,18	0,75	1,05	0,68	0,22			0,33	0,12	0,07		0,38
30	0,13	0,37	0,23	0,86	1,70	0,68	0,23			0,36	0,12	0,09		0,48
60	0,16	0,41	0,29	1,16	2,43	0,69	0,36			0,37	0,15	0,13		0,62
90	0,30	0,45	0,38	1,60	2,70	0,84	1,01			0,51	0,23	0,22		0,82
120	0,41	1,05	0,51	3,45	2,88	1,18	2,13			2,25	0,78	0,49		1,51
150	0,56	2,96	1,52	3,89	4,85	2,06	2,91			4,11	2,83	1,25		2,69
	<u>Alue 91, kesä</u>			<u>Basin 91, summer</u>										
1		0,24	0,02	0,00	0,51	0,50	0,07	0,43			0,05	0,01	0,00	0,18
7		0,33	0,04	0,17	0,92	0,66	0,10	0,51			0,09	0,02	0,00	0,28
15		0,34	0,07	0,41	1,09	0,80	0,15	0,58			0,12	0,03	0,00	0,36
30		0,46	0,12	1,16	1,52	1,13	0,34	0,84			0,17	0,05	0,01	0,58
60		0,61	0,22	1,21	3,18	1,54	2,21	1,14			0,62	0,08	0,04	1,09
90		0,94	0,77	2,09	3,01	2,57	2,14	1,84			1,48	0,11	0,22	1,52
120		1,28	1,46	3,16	3,95	3,83	3,89	3,06			2,29	0,19	0,54	2,37
150		1,76	1,74	3,30	4,33	3,94	4,13	5,61			3,42	0,52	0,90	2,97
	<u>Alue 92, talvi</u>			<u>Basin 92, winter</u>										
1	0,28	0,21	0,10				0,22	0,62	0,29	0,22	0,16	0,22		0,26
7	0,30	0,24	0,13				0,22	0,63	0,29	0,22	0,16	0,22		0,27
15	0,32	0,25	0,17				0,26	0,73	0,29	0,22	0,19	0,22		0,29
30	0,34	0,26	0,19				0,27	0,97	0,29	0,26	0,21	0,23		0,34
60	0,39	0,27	0,22				0,29	1,42	0,34	0,38	0,27	0,30		0,43
90	0,41	0,29	0,24				0,40	2,00	0,45	0,65	0,55	0,38		0,60
120	0,52	0,40	0,25				0,71	3,41	0,57	1,58	1,18	0,59		1,02
150	0,76	0,70	0,85				1,41	4,70	0,68	4,18	2,98	1,32		1,95
	<u>Alue 92, kesä</u>			<u>Basin 92, summer</u>										
1		0,14	0,08				0,09	0,32	0,27	0,16	0,03	0,03		0,14
7		0,15	0,08				0,20	0,35	0,53	0,17	0,05	0,05		0,20
15		0,16	0,09				0,30	0,52	0,83	0,23	0,08	0,06		0,28
30		0,17	0,13				1,03	0,99	1,57	0,29	0,10	0,07		0,54
60		0,26	0,16				1,17	1,18	2,14	0,59	0,28	0,12		0,74
90		0,40	0,68				2,46	3,35	2,45	1,28	0,30	0,28		1,40
120		0,56	1,35				3,53	4,17	5,02	1,47	0,47	1,03		2,20
150		1,21	1,77				4,11	8,18	8,09	3,22	1,02	1,60		3,65
	<u>Alue 93, talvi</u>			<u>Basin 93, winter</u>										
1	0,19	0,01	1,21	1,04	0,07	0,13	0,79	0,13	0,04	0,34	0,13			0,37
7	0,22	0,02	1,21	1,06	0,11	0,18	0,85	0,13	0,04	0,34	0,13			0,39
15	0,30	0,04	1,24	1,10	0,19	0,34	1,05	0,13	0,05	0,39	0,13			0,45
30	0,32	0,05	1,55	1,34	0,27	0,34	1,34	0,14	0,08	0,42	0,14			0,54
60	0,39	0,10	1,96	2,20	0,39	0,43	1,94	0,23	0,17	0,50	0,17			0,77
90	0,39	0,10	2,48	2,25	0,57	0,58	2,64	0,32	0,33	0,80	0,38			0,99
120	0,68	0,15	2,74	2,30	1,12	0,90	3,69	0,39	1,37	1,81	0,80			1,45
150	1,91	1,08	3,41	3,38	1,90	1,63	4,57	0,47	3,36	3,95	2,18			2,53
	<u>Alue 93, kesä</u>			<u>Basin 93, summer</u>										
1		0,00	0,34	1,21	1,09	0,00	0,00	0,08	0,43	0,01	0,03	0,00		0,29
7		0,00	0,43	1,31	1,53	0,00	0,00	0,13	0,44	0,05	0,03	0,00		0,36
15		0,00	0,91	1,60	2,04	0,00	0,02	0,38	0,66	0,13	0,03	0,00		0,52
30		0,00	1,71	2,42	2,54	0,02	0,08	0,64	0,87	0,22	0,05	0,00		0,78
60		0,06	2,86	5,60	3,88	0,11	0,16	0,78	2,71	0,63	0,10	0,00		1,53
90		0,74	5,37	7,97	5,03	0,21	0,44	4,87	3,18	2,10	0,16	0,09		2,74
120		1,99	7,84	8,55	8,15	0,65	1,31	6,54	4,66	3,79	0,32	1,15		4,09
150		2,79	7,23	8,12	8,97	1,12	2,12	7,90	6,93	5,31	1,09	8,03		5,42

Kauden pituus (vrk)	Alivaluma Nq (l/s km ²)							Minimum runoff Nq (l/s km ²)						
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	MNq
<i>Duration in days</i>	<u>Alue 94, talvi</u>							<u>Basin 94, winter</u>						
1			0,00	1,06	0,09	0,05	0,19	0,88	0,11	0,11	0,19	0,19		0,29
7			0,00	1,36	0,20	0,05	0,19	0,88	0,11	0,11	0,19	0,19		0,33
15			0,34	1,39	0,34	0,08	0,22	0,98	0,15	0,15	0,20	0,19		0,40
30			0,34	1,48	0,57	0,11	0,29	1,11	0,17	0,21	0,24	0,23		0,48
60			0,41	1,89	1,41	0,38	0,46	1,38	0,20	0,33	0,27	0,33		0,71
90			0,50	3,04	1,66	1,24	0,92	1,86	0,27	0,72	0,37	0,53		1,11
120			0,53	5,11	1,70	1,92	1,50	2,49	0,34	2,85	1,25	0,76		1,85
150			1,54	5,71	3,04	8,69	2,22	3,63	0,65	4,76	4,10	1,91		3,63
	<u>Alue 94, kesä</u>							<u>Basin 94, summer</u>						
1				0,75		0,42	0,05	0,05	0,29	0,05	0,01	0,00	0,00	0,18
7				0,95		0,59	0,05	0,10	0,46	0,07	0,05	0,00	0,00	0,25
15				1,11		0,75	0,09	0,19	0,82	0,13	0,10	0,01	0,00	0,36
30				1,40		1,15	0,21	0,54	1,10	0,17	0,24	0,03	0,03	0,54
60				2,15		1,75	0,32	0,84	1,38	0,22	1,08	0,05	0,10	0,88
90				2,58		2,37	0,45	1,20	2,63	0,47	3,37	0,12	0,45	1,52
120				3,72		3,04	2,13	2,36	2,95	1,40	5,96	0,34	1,10	2,56
150				3,83		3,28	3,57	3,35	3,36	2,97	6,33	0,87	1,59	3,24
	<u>Alue 101, talvi</u>							<u>Basin 101, winter</u>						
1	0,30	0,06	0,04	0,86	0,99	0,00		0,88				0,51		0,46
7	0,39	0,12	0,04	0,86	1,03	0,00		1,09				0,51		0,51
15	0,45	0,22	0,04	0,86	1,24	0,00		1,19				0,51		0,56
30	0,48	0,31	0,05	0,86	1,50	0,00		1,29				0,51		0,63
60	0,52	0,36	0,11	0,86	2,19	0,00		1,69				0,57		0,79
90	0,59	0,38	0,26	1,08	2,35	0,13		2,93				0,76		1,06
120	0,63	1,09	0,49	2,05	2,39	0,62		3,60				1,09		1,50
150	1,12	2,41	1,64	2,60	4,33	1,33		4,37				2,11		2,49
	<u>Alue 101, kesä</u>							<u>Basin 101, summer</u>						
1		0,18	0,04	0,05	0,99	0,93	0,07	0,04	0,40		0,00	0,01	0,01	0,25
7		0,18	0,04	0,10	1,14	1,36	0,09	0,05	0,45		0,03	0,01	0,01	0,31
15		0,19	0,04	0,14	1,92	1,62	0,13	0,08	0,73		0,04	0,01	0,01	0,45
30		0,23	0,04	0,29	2,12	2,47	0,29	0,27	2,65		0,15	0,02	0,02	0,78
60		0,33	0,08	0,53	4,47	3,48	0,74	0,43	3,71		0,74	0,03	0,09	1,33
90		0,38	0,75	0,61	4,99	4,05	1,70	0,72	4,16		1,51	0,18	0,21	1,75
120		0,64	1,46	0,77	5,82	4,59	2,98	2,21	5,38		1,70	0,50	0,56	2,42
150		1,84	1,66	2,14	7,03	4,63	3,50	4,28	6,59		3,60	1,16	1,12	3,41
	<u>Alue 102, talvi</u>							<u>Basin 102, winter</u>						
1		1,88	1,67	1,51	2,51	2,73	1,87	1,87	1,36	1,48	1,48	2,08		1,86
7		1,88	1,67	1,69	2,51	2,73	1,87	2,05	1,61	1,48	1,48	2,08		1,91
15		1,88	1,78	1,79	2,63	2,73	2,15	2,38	2,02	1,56	1,48	2,08		2,04
30		1,92	1,82	2,01	2,68	2,73	2,88	3,00	2,28	1,97	1,59	2,08		2,27
60		2,21	1,99	2,23	2,82	2,73	3,02	3,03	2,42	2,24	1,85	2,08		2,42
90		2,40	2,33	3,11	2,96	2,88	3,11	3,26	2,71	2,39	2,00	2,15		2,66
120		2,50	2,44	3,81	3,05	3,36	3,44	3,35	3,21	2,55	2,13	2,28		2,92
150		2,86	2,75	4,02	3,48	4,23	3,81	3,33	3,22	2,93	2,38	2,46		3,22
	<u>Alue 102, kesä</u>							<u>Basin 102, summer</u>						
1		0,81	1,67	2,76	6,28	0,00	3,20	2,99	2,73	2,66	2,76	1,87		2,52
7		0,90	1,82	3,57	7,29	2,86	3,44	3,25	4,05	2,89	2,91	1,98		3,18
15		1,07	2,10	4,63	7,81	3,31	3,72	4,64	5,85	3,10	2,96	2,09		3,75
30		1,82	2,33	7,46	8,43	4,44	6,53	10,67	11,16	3,69	4,03	2,27		5,71
60		2,23	2,73	8,69	15,09	5,09	7,16	13,11	14,12	5,76	5,15	3,27		7,49
90		3,18	3,04	12,86	15,46	8,05	9,63	16,94	14,99	6,91	6,47	4,83		9,31
120		5,08	3,20	11,80	16,98	10,77	12,41	16,98	15,90	7,22	6,69	7,02		10,37
150		5,30	5,61	12,45	16,14	11,77	13,26	18,30	15,87	9,54	9,90	8,56		11,52

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Alivaluma N_q (l/s km ²)						Minimum runoff N_q (l/s km ²)							MN q
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
	Alue 103, talvi			Basin 103, winter										
1			0,38	1,42	1,29	0,79	1,13	1,32		0,96	0,04	1,32		0,96
7			0,42	1,45	1,59	0,79	1,29	1,32		1,03	0,04	1,32		1,03
15			0,45	1,49	1,71	0,81	1,39	1,33		1,11	0,04	1,32		1,07
30			0,47	1,62	1,91	0,95	1,52	1,43		1,24	0,04	1,32		1,17
60			0,60	1,73	2,39	1,14	1,75	1,54		1,39	0,04	1,37		1,33
90			0,63	1,80	2,74	1,28	2,34	1,86		1,67	0,05	1,58		1,55
120			0,70	1,92	3,16	1,76	3,09	2,28		2,06	0,25	1,93		1,91
150			0,97	2,27	4,10	2,78	3,65	2,74		3,43	0,99	2,45		2,60
	Alue 103, kesä			Basin 103, summer										
1				2,10		5,43	0,00	0,93	1,43		0,71	0,63	0,01	1,41
7				2,41		7,00	0,85	1,47	1,77		0,82	0,89	0,03	1,91
15				2,78		9,83	0,89	2,16	3,28		1,05	1,23	0,05	2,66
30				3,27		11,15	1,50	3,31	6,93		1,51	2,35	0,13	3,77
60				4,89		15,57	2,79	4,74	8,18		3,73	4,64	0,94	5,69
90				8,83		18,50	4,54	5,67	12,06		5,60	5,23	1,55	7,75
120				9,52		21,84	6,36	7,37	13,01		6,92	5,94	3,34	9,29
150				9,98		20,45	7,30	8,87	15,96		8,63	7,58	4,75	10,44
	Alue 111, talvi			Basin 111, winter										
1	1,92	1,12	0,62	0,94	1,52	0,50	1,38	1,20	0,69	1,05	0,50	0,94		1,03
7	1,92	1,12	0,71	0,94	1,80	0,51	1,38	1,20	0,69	1,05	0,50	0,94		1,06
15	1,92	1,13	0,83	0,94	2,10	0,56	1,38	1,26	0,69	1,05	0,50	0,98		1,11
30	2,07	1,20	0,90	0,99	2,14	0,68	1,38	1,36	0,69	1,05	0,50	0,99		1,16
60	2,17	1,32	0,96	1,02	2,50	1,27	1,38	1,46	0,72	1,07	0,56	1,02		1,29
90	2,28	1,49	1,04	1,03	2,93	1,46	1,48	1,60	0,77	1,27	0,63	1,08		1,42
120	2,34	1,72	1,16	1,08	3,16	1,57	1,73	1,74	0,83	1,44	0,73	1,20		1,56
150	2,54	2,40	1,30	1,20	3,54	1,89	2,06	1,99	1,00	2,29	0,89	1,33		1,87
	Alue 111, kesä			Basin 111, summer										
1		2,32	0,73	0,76	1,20	2,10	1,52	1,20	2,40	2,93	2,68	1,52	0,80	1,68
7		2,36	0,85	0,90	1,32	2,42	1,55	1,33	2,87	3,55	3,43	1,69	1,01	1,94
15		2,74	0,96	0,98	2,73	2,78	1,76	1,64	3,32	4,66	3,50	2,18	1,07	2,36
30		3,60	1,29	1,33	3,70	3,48	2,41	3,50	6,54	9,22	4,37	2,24	1,24	3,58
60		4,34	1,76	2,32	5,68	4,31	5,11	7,00	9,44	11,82	7,03	2,97	2,03	5,32
90		4,93	2,51	2,66	7,13	5,13	6,90	9,52	10,65	12,79	7,82	3,67	2,91	6,39
120		7,61	4,14	3,76	7,35	5,49	7,28	14,16	10,88	13,38	7,67	3,92	3,95	7,47
150		11,06	4,13	4,89	8,83	6,96	8,54	13,74	11,06	14,11	8,47	6,75	6,96	8,79
	Alue 113, talvi			Basin 113, winter										
1				0,88	1,94			0,88	0,43	0,88	0,88	0,16		0,86
7				1,02	1,94			0,88	0,43	0,88	0,88	0,16		0,88
15				1,11	1,94			1,02	0,43	0,88	0,88	0,16		0,92
30				1,26	2,07			1,10	0,43	0,99	0,88	0,16		0,98
60				1,49	2,49			1,23	0,47	1,23	0,98	0,16		1,15
90				1,57	3,01			1,49	0,61	1,34	1,05	0,20		1,32
120				1,71	3,56			1,94	0,82	1,68	1,15	0,35		1,60
150				1,93	4,45			2,37	1,19	2,56	1,71	0,60		2,12
	Alue 113, kesä			Basin 113, summer										
1				2,35	3,83			4,36	0,63	3,30	1,35			2,64
7				3,95	4,39			4,85	1,47	3,50	1,53			3,28
15				7,48	5,03			5,74	1,54	3,85	1,61			4,21
30				7,95	6,16			8,85	3,12	4,80	2,04			5,49
60				10,23	7,70			10,40	4,20	6,06	2,71			6,88
90				12,15	7,58			11,87	5,33	6,18	2,96			7,68
120				12,40	8,70			12,14	7,34	7,11	3,28			8,50
150				13,46	10,29			13,46	9,25	8,78	5,67			10,15

Kauden pituus (vrk) Duration in days	Aliivaluma Nq (l/s km ²)						Minimum runoff Nq (l/s km ²)							MNq
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
<u>Alue 114, talvi Basin 114, winter</u>														
1	1,55	1,17	2,10	2,68	1,98	2,44	3,46	1,98	2,44	1,55	2,44			2,16
7	1,58	1,17	2,68	2,68	2,05	2,55	3,68	1,98	2,44	1,55	2,44			2,25
15	1,79	1,21	2,68	2,68	2,06	2,62	4,16	1,98	2,44	1,55	2,44			2,33
30	2,28	1,23	2,78	2,69	2,16	2,68	4,36	1,98	2,45	1,55	2,44			2,42
60	2,87	1,40	3,04	3,30	2,35	2,83	4,42	2,02	2,61	1,55	2,45			2,62
90	2,90	1,59	3,11	3,41	2,53	3,20	4,73	2,23	2,78	1,64	2,63			2,80
120	2,93	1,58	3,28	3,73	2,86	3,60	4,83	2,44	3,12	1,76	2,99			3,01
150	3,16	1,81	3,48	4,72	3,62	4,10	4,93	2,85	4,23	2,20	3,32			3,49
<u>Alue 114, kesä Basin 114, summer</u>														
1		1,98	2,68	3,93	5,21	3,98	2,64	6,49	4,22	6,55	4,41	1,76		3,99
7		1,98	3,74	4,75	5,83	4,76	3,09	7,14	5,40	7,46	4,86	1,76		4,62
15		2,56	3,90	8,93	7,46	5,19	3,81	8,82	7,31	8,21	5,12	1,87		5,74
30		2,86	5,10	11,36	8,46	6,27	6,46	14,15	12,65	10,25	5,61	2,25		7,77
60		3,67	8,89	13,18	9,41	9,59	9,94	16,87	13,53	14,71	8,07	3,99		10,17
90		5,32	10,12	16,74	10,97	12,33	14,07	22,16	15,79	14,99	9,02	5,19		12,43
120		6,68	11,31	16,50	11,50	13,35	17,53	22,52	15,96	15,38	9,48	6,84		13,37
150		7,07	12,48	17,36	13,52	13,97	17,94	22,37	17,38	16,66	15,31	10,52		14,96
<u>Alue 115, talvi Basin 115, winter</u>														
1			1,71	0,53	1,43	1,92		0,25	2,02	2,02				1,41
7			1,71	0,72	1,47	3,06		0,25	2,02	2,02				1,61
15			1,77	0,90	1,60	3,16		0,25	2,02	2,11				1,69
30			2,16	1,13	1,71	3,29		0,25	2,02	2,23				1,83
60			2,43	1,42	1,91	3,35		0,28	2,03	2,29				1,96
90			2,70	1,67	2,35	3,38		0,38	2,14	2,32				2,13
120			2,96	1,77	2,79	3,58		0,79	2,62	2,41				2,42
150			4,03	2,49	3,41	4,06		1,62	4,15	2,52				3,18
<u>Alue 115, kesä Basin 115, summer</u>														
1			0,93	3,75	4,09	1,71	5,73	3,06	0,72	2,35	2,35			2,74
7			1,21	4,80	5,59	3,19	7,13	3,11	0,90	2,43	2,65			3,45
15			3,40	7,41	5,91	9,72	11,39	6,13	7,07	2,83	2,67			6,28
30			10,21	8,02	6,54	10,35	11,50	6,54	15,71	3,83	2,91			8,40
60			12,24	9,48	7,08	11,60	12,30	6,60	17,48	4,19	3,06			9,34
90			13,72	9,71	7,57	11,99	13,28	6,90	20,66	4,57	4,08			10,28
120			14,43	10,36	8,38	12,20	13,96	8,33	19,89	5,24	5,12			10,88
150			14,99	11,83	8,94	12,31	15,73	10,46	20,13	8,34	6,98			12,19
<u>Alue 116, talvi Basin 116, winter</u>														
1			3,77	2,84	3,03	2,67				1,87				2,84
7			3,77	2,93	3,03	2,72				2,30				2,95
15			3,80	3,09	3,04	2,83				3,05				3,16
30			3,93	3,32	3,20	3,03				3,39				3,37
60			4,28	3,74	3,44	3,32				3,44				3,64
90			4,65	4,15	3,68	3,72				3,54				3,95
120			4,95	4,44	4,12	4,24				3,63				4,28
150			5,43	4,76	4,48	4,84				3,83				4,67
<u>Alue 116, kesä Basin 116, summer</u>														
1			2,67	6,02	6,43	4,46	9,51					3,77		5,48
7			2,67	7,31	6,68	5,68	10,91					3,88		6,19
15			3,30	7,55	7,57	6,28	11,30					4,13		6,69
30			8,55	8,22	10,81	7,99	13,30					4,56		8,91
60			9,76	9,92	11,38	10,67	15,00					5,42		10,36
90			11,64	11,57	13,73	13,69	16,99					6,00		12,27
120			12,20	12,75	14,52	16,82	17,13					7,26		13,45
150			14,18	14,22	15,29	16,89	20,24					10,84		15,28

Liite 2. Alivalumien toistuvuusanalyysi Gumbelin paperilla. Neliöt tarkoittavat 1 vrk:n, kolmiot 30 vrk:n ja ympyrät 150 vrk:n alivalumia.

Appendix 2. Frequency analyses of minimum runoffs on Gumbel's probability paper. Squares show 1 day, triangles 30 days and circles 150 days minimum runoff.

