

METSIKKÖSADANNAN MÄÄRÄ JA VAIHTELU ERÄÄSSÄ LUONNONTILAISESSA KUUSIKOSSA

SEPPÖ KELLOMÄKI ja PIRKKO POHJAPELTO

SUMMARY:

THE DISTRIBUTION OF THROUGHFALL IN A VIRGIN SPRUCE STAND

Saapunut toimitukselle 1976-04-21

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää metsikkösadannan määrää ja jakautumista eräässä luonnontilaisessa kuusikossa. Erityisesti on pyritty ennustamaan metsikön eri osien saamaa sademäärää vapaan sadannan ominaisuuksien sekä metsikön puiden sijainti- ja lajisuhteiden avulla. Havaittiin, että metsikössä maahan lankeavan sadannan määrä oli keskimäärin 62 % vapaan sadannan määrästä. Maahan lankeavan sateen määrä jäi kuusten latvusten vaikutuspiirissä vähäisemmäksi kuin männyn ja koivun latvusten vaikutuspiirissä. Mitauspisteiden sademäärien vaihtelusta kyettiin vapaan sadannan ominaisuuksien sekä metsikön puiden sijainti- ja lajisuhteiden avulla ennustamaan 52 %.

JOHDANTO

Metsikön sadantasuhteet ovat metsäekologisessa tutkimuksessa saaneet osakseen varsin suurta huomiota. Paitsi metsähydrologisten seikkojen vuoksi ovat metsikön sadantasuhteita koskevat tiedot tärkeitä esimerkiksi metsikön ravinnekiertoa tutkittaessa. Suomessa metsikön sadantasuhteita ovat tutkineet mm. HEIKINHEIMO (1912), LUKKALA (1942), SIREN (1955), YLI-VAKKURI (1960), SEPPÄNEN (1962), PÄIVÄNEN (1966), LEIKOLA (1971), PÄIVÄNEN (1974) ja MÄLKÖNEN (1974). Aihetta käsittelevästä laajasta ulkomaisesta kirjallisuudesta mainittakoon tässä yhteydessä vain KIMMINSIN (1973) julkaisu, jossa on monipuolisesti valaistu metsikön vesitaseen tutkimiseen liittyviä tilastomatemattisia ongelmia.

Metsikkösadannan määrän on todettu riippuvan paitsi vapaan sadannan määrästä, kestoajasta ja rankkuudesta, myös havaintojakson aikaan sattuneiden sateiden lukumäärästä. Tämän lisäksi metsikkösadannan määrään vaikuttavat mm. metsikön puulajisuhteet, metsikön kehitysvaihe, puuston tiheys sekä latvuston kosteussuhteet hetkellä, jolloin sade lankeaa latvustoon. Näiden tekijöiden lisäksi vaikuttaa metsikköön lankeavan sateen jakautumiseen metsikössä mm. puiden keskinäiset sijaintisuhteet. LEIKOLA (1971) toteaaakin, että esimerkiksi puulajivaihtelusta johtuen eri metsikkömuodot tarvitsivat omat erilliselvityksensä, jotta metsikön sadesuhteet koko puulajikehityksen kattavana tulisi riittävän tarkasti tutkittua.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää eräässä uudistuskypsässä kuusikossa maahan lankeavan sadannan määrää ja jakautumista metsikön eri osiin. Erityisesti tarkastellaan metsikkösadannan riippuvuutta vapaan sadannan määrästä ja rankkuudesta sekä puiden keskinäisestä sijainnista ja niiden puulajista. Rakenteeltaan metsikön puuston voidaan katsoa vastaavan puhtaan luonnonkehityksen tuloksena syntyvää metsikkörakennetta, sillä satunnaisesti metsikköön kohdistuneiden toimenpiteiden vaikutus on arvioitavissa vähäiseksi. Tutkimus käsittelee ainoastaan vesisateen osuutta met-

sikkösadannassa. Myöskään runkovaluntaa ei tutkimuksessa ole otettu huomioon sen vähäisen merkityksen vuoksi, kuten esimerkiksi PÄIVÄSEN (1966) tutkimuksen perusteella oli oletettavissa. Nyt esiteltävä aineisto on kerätty vuosina 1972–1973 KELLOMÄEN JA SAASTAMOISEN (1975) metsäkasvillisuuden kulutuskestävyyttä koskeneiden tutkimusten yhteydessä.

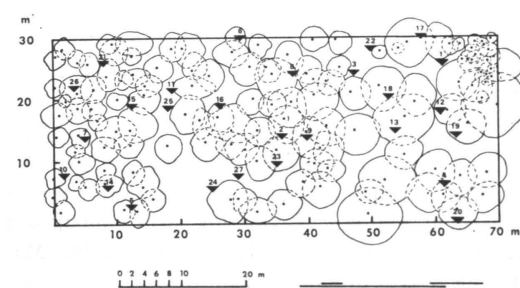
Dos. Juhani Päivänen on esittänyt monia huomioon otettuja parannusehdotuksia käsikirjoitukseen. Esitämme hänelle niistä parhaimmat kiitoksemme.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusalue sijaitsee Pohjois-Hämeessä Helsingin yliopiston metsänharjoitteluosaston (60° 47'N; 24° 18'E; 150 m m.p.y.) läheisyydessä. Metsikkö on alueella, jossa vuotuinen keskilämpötila on -3.5–+3.5°C ja vuotuinen keskisadanta 550–600 mm (KOLKKI 1966, HELIMÄKI 1967). Tutkimuksessa tarvittavat maastomittaukset tehtiin kahtena jaksena: 27. 6.–13. 8. 1972 ja 12. 5.–11. 8. 1973. Ensimmäisen tutkimusjakson aikana oli noin 400 m päässä tutkimusmetsiköstä sijaitsevalla Hyytiälän ilmastoasemalla mitattu sademäärä 215 mm. Kesäkuun sademäärä oli normaali, so. sama kuin normaali-kauden 1931–1960 keskiarvo, heinä–elokuussa hieman normaalia suurempi (Kuukausikatsaus... 1972). Toisena tutkimusjaksona oli kokonaissademäärä 145 mm. Tällöin touko–kesäkuun sademäärä oli jokseenkin normaali, heinä–elokuussa hieman normaalia pienempi (Kuukausikatsaus... 1973).

Tutkimusmetsikkö on mustikkatyypin kangasta. Metsikön pääpuulaji on kuusi (88%), joukossa joitakin ylispuumäntyjä ja -koivuja. Muista puuston tunnuksista mainittakoon seuraavat: keski-ikä 140 v, tiheys 0.9, pohjapinta-ala 26 m²/ha, keskipituus 25 m, kuutiomäärä 280 m³/ha.

Tutkimusta varten erotettiin metsiköstä 30 m × 70 m suuruinen koeala. Koealan latvuspeiton selvittämiseksi piirrettiin metsikön latvusprojektiosta kartta Cajanuksen putkea hyväksi käyttäen (vrt. SARVAS 1953, LEIKOLA 1971). Kuvassa 1 esitettyyn lat-



Kuva 1. Metsikön latvuskartta ja sademittareiden sijainti.

Fig. 1. Crown cover of the stand and the arrangement of the rain gauges.

vuskarttaan on merkitty myös metsikkösadannan mittaamiseen käytettyjen sademittareiden sijainti.

Metsikkösadannan määrä mitattiin ns. kesäsademittareilla (Ilmatieteen laitos, malli Keränen), joiden keräyspinta-ala on 100 cm². Mittarit, yhteensä 27 kpl, sijoitettiin metsikköön satunnaisotantaa hyväksi käyttäen (vrt. esim. SIREN 1955, SEPPÄNEN 1964, PÄIVÄNEN 1966, LEIKOLA 1971). Systemaattiseen sijoitteluun verrattuna voidaan menettelyn etuna pitää ennen muuta sitä, että mittaustuloksista voidaan laskea tulosten luotettavuuden arvioinnissa tarvittavat tunnuksot. Saavutettava etu on niin suuri, etteivät systemaattinen tai subjektiivinen

otanta voi tulla kysymykseen siitäkään huolimatta, ettei käytetty otanta muodostuisi tehokkuudeltaan näihin verrattavaksi.

Kesäsademittareiden lisäksi sijoitettiin metsikköön harkinnanvaraisesti kolme piirtävää sademittaria (malli Lambrecht, No 1507), joiden keräysala oli 200 cm². Sekä piirtävien sademittareiden että kesäsademittareiden sijainti puuston suhteen selvitettiin paitsi latvusprojektiokartan avulla myös mittaamalla kunkin sademittarin etäisyys kolmeen lähimpään puuhun samalla, kun tehtiin havainnot näiden puiden puu-

lajista. Havainnot mittareiden keräämästä sadannasta tehtiin kerran vuorokaudessa.

Tutkimuksessa tarvittavat tiedot vapaan sadannan määrästä saatiin tutkimusmetsiköstä n. 400 m etäisyydellä sijaitsevan Hyytiälän ilmastoaseman mittauksista. Koska tutkimusmetsikön etäisyys ilmastoasemasta oli suhteellisen suuri, jouduttiin luotettavien havaintoparien saamiseksi hylkäämään sellaisia sadepäiviä, jolloin esimerkiksi tutkimusmetsikössä satoi, mutta ilmastoasema ei rekisteröinyt sadetta. Myös päinvastaiset havaintoparit hylättiin aineistosta.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUT

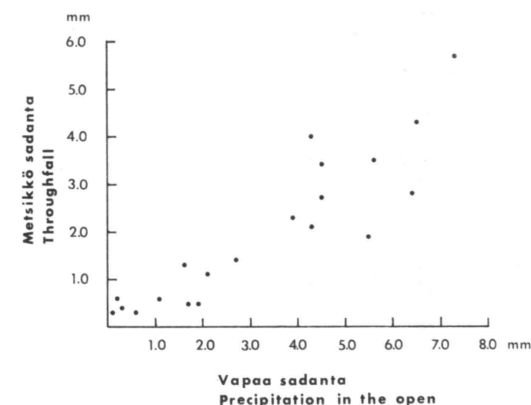
Metsikkösadannan suhde vapaaseen sadantaan

Metsikköön lankeavasta sateesta sitoutuu aina osa puuston latvustoon, josta se joko haihtuu ilmaan tai imeytyy lehtiin ja neulasiin. Määrältään vähäiset sateet saattavatkin sitoutua lähes kokonaan puustoon. Sen sijaan runsaat sateet tulevat lähes kokonaan maahan. Metsikön pääpuulajista ja kehitysvaiheesta riippuen voidaan erilaisten metsiköiden välillä havaita suurtakin vaihtelua. Puustopidännän luonteen vuoksi ei metsikkösadannan määrä kuitenkaan kasva suo-

rassa suhteessa vapaan sadannan määrään (vrt. esim. LUKKALA 1942, SEPPÄNEN 1964, PÄIVÄNEN 1966, HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970, LEIKOLA 1971).

Myös tässä tutkimuksessa saatettiin havaita kuvattu käyräviivainen riippuvuus metsikkösadannan ja vapaan sadannan välillä (kuva 2). Koska sademäärältään suuria sateita ei sisälly aineistoon, ei havaittava eksponentiaalinen riippuvuus muodostu kuitenkaan erityisen selväksi. Tämän vuoksi ei metsikkösadannan ja vapaan sadannan välisen riippuvuuden käyräviivaista luonnetta ole otettu huomioon laskettaessa metsikkösadannan ja vapaan sadannan välistä regressiota, joka on esitetty yhtälössä (1).

$$(1) \text{ Metsikkösadanta} = -0.070 + 0.611 (\text{Vapaa sadanta}), R = 0.900 \text{ *** } (0.069)$$



Kuva 2. Metsikkösadannan riippuvuus vapaan sadannan määrästä.

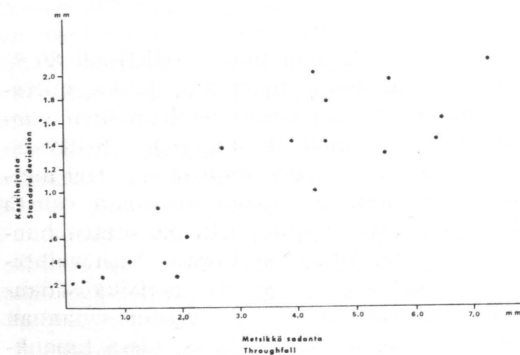
Fig. 2. Relationship between throughfall and precipitation in the open.

Vapaan sadannan määrä selitti yli 80% metsikkösadannan määrästä, jonka mitalukuna käytettiin kesäsademittareiden vuorokausinäyttämien keskiarvoa. Selitysasetta alentavat ennen muuta se, ettei metsikkösadannan ja vapaan sadannan välistä käyräviivaista riippuvuutta ole otettu huomioon regressiota laskettaessa. Virhevaihtelua aiheuttaa myös se, että metsikkösadannan määrään vaikuttaa vapaan sadannan määrän lisäksi mittajaksona, tässä tapauksessa vuorokauden aikana sattuneiden sateiden lukumäärä. Odotettua vähäisemmäksi metsikkösadanta muodostuu varsinkin silloin, kun vuorokautinen sademäärä jakautuu usean pienen sateen osalle. Satei-

den välissä kuivahtava latvusto pidättää vuorokauden kokonaissademäärästä huomattavasti enemmän kuin, jos koko mittajakson sadanta saadaan yhtämittaisena sateena (vrt. SEPPÄNEN 1964).

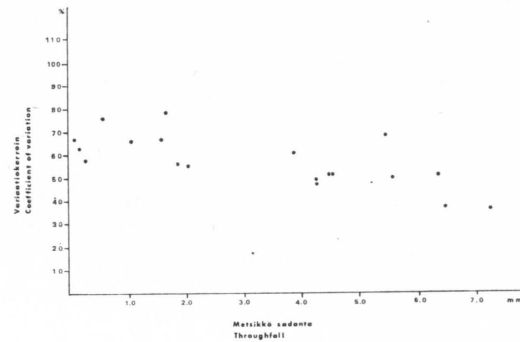
Metsikössä pääsi maahan keskimäärin 62 % vapaan sadannan määrästä. Tulos on suuruudeltaan samaa kertaluokkaa aiempien kuusikoita koskeneiden tutkimusten kanssa, esim. HEIKINHEIMO (1912) 55 %, LUKKALA (1942) 54–65 %, PÄIVÄNEN (1966) 62 %. Verrattaessa tulosta kirjallisuudessa esitettyihin tietoihin koivikoiden ja männiköiden vastaavista sademääristä voidaan todeta, että nyt havaittu metsikkösadannan määrä jää aiempien tutkimustulosten mukaisesti vähäisemmäksi kuin koivikkojen ja männikköjen metsikkösadannan määrä vapaasta sadannasta (vrt. myös LUKKALA 1942, SIREN 1955, SEPPÄNEN 1964, LEIKOLA 1971.)

KIMMINSIN (1973) mukaan metsikkösadannan mittauksessa saavutettava tarkkuus riippuu ennen muuta metsikköön lankeavan sadannan määrästä. Kuvista 3 ja 4 voidaan ensinnäkin havaita, että metsikkösadannan kasvaessa myös sen hajonta kasvaa vastaavassa suhteessa. Sen sijaan hajonta suhteessa vastaavaan keskiarvoon on pienillä sadanta-arvoilla suhteellisesti huomattavasti suurempi kuin suurilla sadanta-arvoilla. Pienimilläänkin variaatiokerroimen suuruus on yli 30 %, mikä on selvästi suurempi kuin LEIKOLAN (1971) ja MÄLKÖSEN (1974) männiköissä saamat arvot.



Kuva 3. Metsikkösadannan ja vastaavan keskihajonnan suhde.

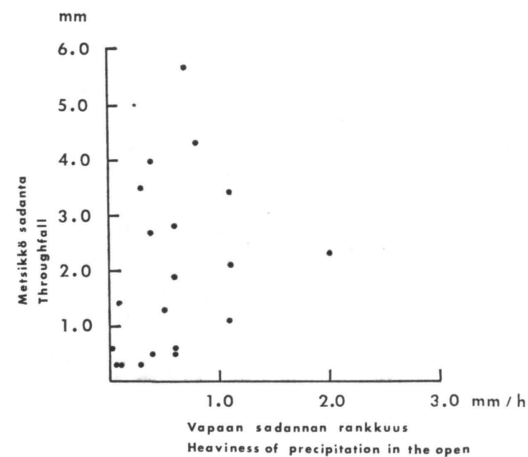
Fig. 3. The relationship between throughfall and corresponding standard deviation.



Kuva 4. Metsikkösadannan ja vastaavan variaatiokerroimen suhde.

Fig. 4. The relationship between throughfall and corresponding coefficient of variation.

Metsikkösadannan määrä riippuu aiemmin mainittujen tekijöiden lisäksi myös vapaan sadannan rankkuudesta (LEIKOLA 1971). Sadannan rankkuuden mittalukuna käytettiin sadannan määrää ilmaistuna millimetreinä tuntia kohden. Sadannan rankkuutta koskevat havainnot tehtiin metsikköön sijoitettujen piirtävien sademittareiden avulla, joiden antamalla sateen kestoajalla jaettiin Hyytiälän ilmastoasemalla mitatun vapaan



Kuva 5. Metsikkösadannan riippuvuus vapaan sadannan rankkuudesta.

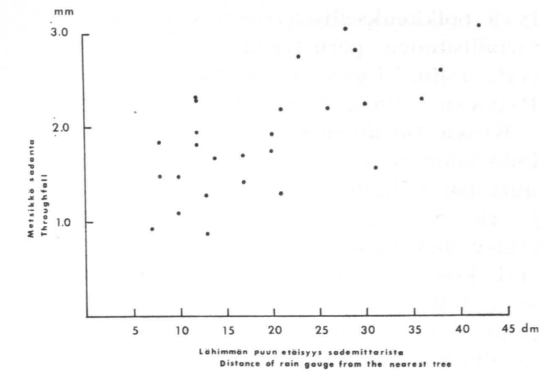
Fig. 5. The relationship between throughfall and heaviness of precipitation in the open.

sadannan määrä. Metsikkösadannan ja vapaan sadannan rankkuuden välinen riippuvuus on esitetty kuvassa 5.

Metsikkösadannan määrän riippuvuus vapaan sadannan rankkuudesta voidaan havaita vähäiseksi (vrt. myös LEIKOLA 1971). Metsikkösadannan ja vapaan sadannan rankkuuden välinen korrelaatio oli 0.291. Selittäessä metsikkösadannan määrää vapaan sadannan määrän lisäksi vastaavilla rankkuushavainnoilla, ei mallin selityssaste kohonnut mainittavasti (lisäys selityssasteessa alle 1 %). Metsikkösadannan määrä tutkitussa metsikössä voidaan pitää lähes riippumattomana vapaan sadannan rankkuudesta rankkuuden ylitettyä tietyn asteen. Näin ollen ei sateen pisarakoolla ja sateen aikana tapahtuvalla haihdunnalla ollut oletettua vaikutusta tutkitun metsikön sadannan määrään.

Sadannan jakautuminen metsikössä

Sade ei metsikössä lankea maan pinnalle täysin tasaisesti, vaan ilmavirtojen pyörteisyys, puiden latvukset ym. seikat aiheuttavat suurtakin vaihtelua metsikköön sijoitettujen sademittareiden näyttämässä samankin sateen aikana. SEPPÄNEN (1964) mukaan suurinta vaihtelua metsikkösadannan jakautumisessa aiheuttaa puiden latvuksista aiheutuva varjostus sekä latvuksiin sitoutuneen veden tippuminen (vrt. myös LEIKOLA 1971). Periaatteessa latvuspeittävyys tulisi näin ollen selittää ainakin pääosa sademittareiden näyttämässä havaituista eroista. Käytännössä ei latvuspeittävyttä yleensä voida metsikkösadannan analyysissä ottaa huomioon kuin korkeintaan valemuuttujana, sillä sademittareiden sijaintia suhteessa latvusprojektiin on vaikea määrätä (vrt. PÄIVÄNEN 1966). Sama sademittari saattaa olla myös useamman kuin yhden puun latvuksen peittäjä. Latvusprojektion sijasta onkin puuston vaikutusta metsikkösadannan jakautumiseen tutkittu sademittareiden suhteessa lähimpien puiden sijaintiin, kuten esim. PÄIVÄNEN (1966) ja LEIKOLA (1971) tekivät. Metsikön eri osiin lankeavan sadannan määrän ennakoinnissa tällainen menetelmä olisi käyttökelpoinen esimerkiksi pintakasvillisuuden kasvuolosuhteita tutkittaessa (KELLOMÄKI 1974).



Kuva 6. Sademittariin kertyneen sadannan riippuvuus lähimmän puun etäisyydestä.

Fig. 6. The relationship between the amount of throughfall caught by an individual rain gauge and the distance of the rain gauge from the nearest tree.

Metsikkösadannan määrän riippuvuus sademittarin etäisyydestä lähimpään puuhun on esitetty kuvassa 6. Toisin kuin LEIKOLAN (1971) tutkimassa hoitomännikössä on metsikkösadanta tässä tapauksessa odotusten mukaisesti pienintä lähinnä runkoa, mistä sen määrä kasvaa lähinnä logaritmifunktiota noudattaen sademittarin etäisyyden kasvaessa lähimmän puun rungosta. Koska aineistosta puuttuvat runkojen lähintä osaa edustavat havainnot, ei logaritmifunktion soveltaminen pisteparveen kuitenkaan antanut lineaarista vaihtoehtoa oleellisesti parempaa tulosta laskettaessa metsikkösadannan ja sademittarin etäisyyden välistä regressiota. Laskettu regressioyhtälö on esitetty kaavassa (2).

(2) Metsikkösadanta = $1.112 + .041$ (Etäisyys lähimpään puuhun), $R = .669^{***}$ (.009)

Laskettu regressioyhtälö selitti 45 % metsikkösadannasta, jonka mittalukuna tässä tapauksessa käytettiin yksittäisen sademittarin keskimääräisiä havaintoarvoja. Selityssastetta alentaa paitsi tutkitun riippuvuuden lievä logaritmisuus myös havainnoissa todettava vaihtelu, joka ei selity yksinomaan sademittarin paikan avulla. Etäisyyden avulla ennustamatonta vaihtelua aiheutuu ennen muuta puiden latvusten ulkoreunoilla esiin-

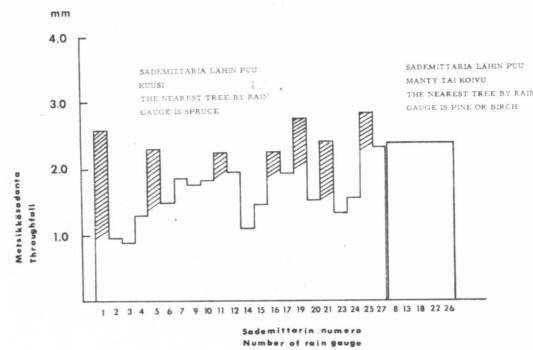
tyvä poikkeuksellisen suuri sadanta, kuten kirjallisuuden perusteella on pääteltävissä (vrt. esim. TAMM 1953, SEPPÄNEN 1964, PÄIVÄNEN 1966, LEIKOLA 1971).

Koska voitiin olettaa, että myös muiden kuin lähimmän puun vaikutus näkyisi sademittarin sadantalukemissa, tutkittiin myös toiseksi sekä kolmanneksi lähimmän puun etäisyyden suhdetta sademittarin näyttämiin (vrt. kuva 1). Odotusten mukaisesti voitiin sekä toiseksi että kolmanneksi lähimmän puun todeta vaikuttavan sademittareiden lukemiin; edellisessä tapauksessa oli sadannan ja puun sijainnin välinen korrelaatio 0.498*** ja jälkimmäisessä tapauksessa 0.483***.

Kirjallisuudessa on kiinnitetty huomiota myös siihen, että sademittaria varjostavan puun lajilla on vaikutusta sademittarin antamiin tuloksiin (vrt. PÄIVÄNEN 1966, LEIKOLA 1971). Esimerkiksi havupuiden neulaspidättävät sadepisaroihin helpommin kuin lehtipuiden lehdet. Tämän vuoksi on havupuumetsiköiden sadantamäärät pienempiä kuin lehtipuumetsien, kuten aiemmin jo todettiin.

Tämän aineiston perusteella ei voida tehdä kovinkaan pitäviä päätelmiä puulajin vaikutuksesta metsikkösadannan määrään, sillä ainoastaan viiden sademittarin lähin puu oli lajiltaan muu kuin kuusi. Puulajin vaikutusta metsikkösadannan vaihteluun on kuitenkin pyritty tarkastelemaan laskemalla sademittarin keskimääräisen näyttämän ja sademittaria lähimmän rungon puulajin välinen korrelaatio valemuuttujatekniikkaa hyväksi käyttäen (vrt. Roos 1971). Aineiston vähyyden vuoksi yhdistettiin mänty- ja koivuaineisto ja vertailu suoritettiin vain tämän kokonaisuuden ja kuusen välillä. Kun kuusi sai laskennassa arvon nolla sekä männyn ja koivun muodostama kokonaisuus arvon yksi, saatiin sademittarin näyttämän ja sitä lähinnä sijaitsevan puun väliseksi korrelaatioksi .350. Kuitenkin myös monet sademittarit, joiden lähin puu oli kuusi, saivat odotettua runsaammin sadetta (kuva 7). Varsinkin sademittarit, jotka sijaitsivat aivan puun latvuksen reunan alla keräsivät runsaasti sadetta.

Aiemmin on jo viitattu mahdollisuuteen laskea tiettyyn metsikön kohtaan lankeavan sadannan määrä toisaalta vapaan sadannan määrään ja toisaalta metsikön puiden keski-



Kuva 7. Sademittarin lähimmän puun lajin vaikutus sademittariin kertyneeseen sadantaan. Viivoitettu alue tarkoittaa latvusprojektion reunalle sijainneiden mittareiden saamaa sademäärää.

Fig. 7. Effect of tree species of the nearest tree by rain gauge on throughfall caught by and individual rain gauge. The lined area indicated the throughfall caught by rain gauges at the edge of crown project.

näisen sijainnin ja metsikön puulajisuhteiden avulla. Myös eri tunnusten suhteen tehty analyysi tukee tätä olettamusta. Metsikön tiettyyn pisteeseen lankeavan sadannan määrä (ms) voidaan näin ollen esittää vapaan sadannan (vs), sateen rankkuuden (sr), lähimpien puiden etäisyyden (et) ja näiden puulajin (pl) funktiona seuraavasti.

$$(3) \quad ms = f(vs, sr, et, pl)$$

Mallin (3) parametrejä voidaan estimoida usean muuttujan regressioyhtälöllä. Estimointi suoritettiin valikoivalla regressioanalyysillä. Parhaimman tuloksen antoi yhtälössä (6) esitetty yhdistelmä. Valinta on tehty puhtaasti mekanisesti pyrkien löytämään selittäjäyhdistelmä, joka selittäisi maksimiosuuden metsikkösadannan sademittarikohtaisesta vaihtelusta (vrt. Roos 1971).

$$(4) \quad \text{Metsikkösadanta} = .360 + .581 (\text{Vapaa sadanta}), R = .685***$$

$$(5) \quad \text{Metsikkösadanta} = -8.352 + .581 (\text{Vapaa sadanta}) + .438 (\text{Lähimmän puun etäisyys}), R = .710***$$

$$(6) \quad \text{Metsikkösadanta} = -8.459 + .581 (\text{Vapaa sadanta}) + .410 (\text{Lähimmän puun etäisyys}) + 3.459 (\text{Lähimmän puun laji}), R = .730***$$

Vapaan sadannan määrä selitti 47 % metsikkösadannan määrästä. Selitysaste jää huomattavasti alhaisemmaksi kuin tapauksessa, jossa metsikkösadannan mittalukuna käytettiin sademittareiden näyttämien keskiarvoa. Vapaa sadanta on kuitenkin välttämätön ehto myös sademittarikohtaisen näyttämän synnylle, vaikeivat vapaa sadanta ja sademittarin näyttämä olekaan analyysissä hierarkisesti toisiinsa suoranaisesti rinnastettavissa. Tällöin myös analyysissä saatavan tuloksen tason määrää alemmalla tasolla olevan aineiston laatu, tässä tapauksessa sademittarikohtaisen variaanssin laajuus. Käytettäessä analyysissä vapaaseen sadantaan rinnastettavaa metsikkösadanta-aineistoa, sademittareiden keskiarvolukuja, ei tämä hajonta muodostu häiritseväksi.

Yhdessä mallin (6) riippumattomat muuttajat selittivät sademittareiden näyttämien hajonnasta 52 %. Näin ollen ei metsikön puuston sijainti- ja lajisuhteilla ollut sanottavaa ennustearvoa verrattuna vapaaseen sadantaan ennustettaessa metsikön tiettyyn pisteeseen lankeavan sateen määrää. Kokonaisuutena mallin antamia ennusteita voidaan pitää alhaisesta selitysasteesta johtuen luotettavina vain karkeissa rajoissa. Selittävien muuttujien keskinäisten korrelaatioiden alhaisuudesta (asetelma) johtuen voidaan muodostettua mallia kuitenkin pitää tulkinnallisesti yksiselitteisenä (vrt. Roos 1971).

LÄHDELUETTELO

- HEIKINHEIMO, O. 1912. Metsämaitten kosteussuhteista. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julk. 29.
- HEIKURAINEN, L. & PÄIVÄNEN, J. 1970. The effect of thinning, clear cutting and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Seloste: Harvennuksen, avohakkuun ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin. Acta For. Fenn. Vol. 104.
- HELMÄKI, U. I. 1967. Taulukoita ja karttoja Suomen sadeoloista kaudelta 1931-60. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan. Nide 66, osa 2-1966. Julk. Ilmatieteellinen keskuslaitos.
- KELLOMÄKI, S. 1974. Metsän aluskasvillisuuden biomassan ja peittävyuden välisestä suhteesta. Summary: On the relation between biomass and coverage in ground vegetation of forest stand. Silva Fenn. 8 (1): 20-46.
- » — & SAASTAMOINEN, V-L. 1975. Trampling

Yhtälön (6) riippumattomien muuttujien keskimääräiset korrelaatiot

	1	2	3	4
Sademittarin näyttämä	(1) 1.000			
Vapaa sadanta	(2) .686	1.000		
Lähimmän puun etäisyys	(3) .219	-.002	1.000	
Lähimmän puun laatu	(4) .111	.000	.199	1.000

Mallin alhainen selitysosuus voi johtua paitsi mittausvirheistä myös siitä, ettei metsikkösadannan vaihtelun kannalta kaikkia oleellisia metsikkö- ja ympäristökijöitä otettu huomioon aineiston keruun yhteydessä. Varsinkin luonnonkehityksen seurauksena syntyvä latvuston kerroksellisuus aiheuttaa poikkeamia sadantamallista, jota pyritään ennakoimaan pelkästään vapaan sadannan ominaisuuksien sekä metsikön puiden sijainti- ja lajisuhteiden avulla. Metsikkösadanta on myös nähtävä tapahtuma, jonka luonne määräytyy joustavasti sadannan ominaisuuksien ja ympäristökijöiden ohjauksessa. Esimerkiksi tuuli, latvusten kastuminen ja latvuksista tapahtuva haihdunta ovat tekijöitä, joiden vaikutusta metsikkösadannan käyttäytymiseen on vaikea ennakoita regressioanalyysin kaltaisilla lineaarisilla menetelmillä. Puiden latvusprojektion rajalla havaittava poikkeuksellinen runsas sadanta on tässä suhteessa hyvä esimerkki.

- in Southern Finland. *Silva Fenn.* N:o. 2/1971.
- LUKKALA, O. 1942. Sateen mittauksia erilaisissa metsiköissä. Referat: Niederschlagsmessungen in verschiedenartigen Beständen. *Acta For. Fenn.* 50.23.
- PÄIVÄNEN, J. 1966. Sateen jakautuminen erilaisissa metsiköissä. Summary: The distribution of rainfall in different types of forest stands. *Silva Fenn.* 119:3.
- » — 1974. Nutrient removal from Scots pine canopy on drained peatland by rain. Seloste: Ravinteiden siirtyminen sadeveden mukana latvustosta maahan turvemaan männikössä. *Acta For. Fenn.* Vol. 139.
- Roos, J-P. 1971. Monimuuttujamenetelmien perusteet. Helsingin Yliopiston Sos. pol. lait. julk. 7.
- SARVAS, R. 1953. Measurement of the crown closure of a stand. Seloste: Puuston latvustiheyden mittaaminen. *Metsäntutk. lait. julk.* 41.
- SEPPÄNEN, M. 1964. Vesisateen jakautuminen männikössä. Summary: On the distribution of rainfall in the pine stands. *Acta For. Fenn.* 76.8.
- SIRÉN, G. 1955. The development of spruce forests on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta For. Fenn.* 62.
- TAMM, C. O. 1953. Growth, yield and nutrition in carpet of a forest moss (*Hylocomium splendens*). *Medd. stat. skogsforskn. Inst.* 43.1.
- YLI-VAKKURI, P. 1960. Metsiköiden lumi- ja routasuhteista. Summary: Snow and frozen soil conditions in the forest. *Acta For. Fenn.* 71.5.

SUMMARY:

THE DISTRIBUTION OF THROUGHFALL IN A VIRGIN SPRUCE STAND

The aim of the paper is to study the amount and distribution of rainfall in a virgin spruce stand. Special attention has been paid to the dependence of throughfall on the characteristics of the precipitation falling in an open area and the stand.

The throughfall was 62 % of the precipitation in the open. The best independent variable as regards the throughfall was the amount of precipita-

tion falling in the open. The heaviness of precipitation in the open gave no meaningful correlation. Horizontal layout of the stand was found to have some effect on the throughfall. The throughfall was also influenced by the tree species composition of the stand. Only 52 % of the total variance of the amount of water caught by the rain gauges could be predicted with the characteristics of the precipitation in the open and the stand.