

## RAVINTEIDEN KIERTO ERÄÄSSÄ MÄNNIKÖSSÄ: II SADANNAN MÄÄRÄ JA LAATU RIUKUASTEEN MÄNNIKÖSSÄ

I. LEHTONEN, C. J. WESTMAN ja S. KELLOMÄKI,

### SUMMARY:

*NUTRIENT CYCLE IN A SCOTS PINE STAND:  
II AMOUNT AND QUALITY OF PRECIPITATION IN A SCOTS PINE STAND AT  
THE POLE STAGE*

Saapunut toimitukselle 1976-10-15

Tämä tutkimus on osa työstä, jossa selvitetään erään keskisuomalaisen (61° 50'N; 24° 20'E) männikön (*Pinus silvestris*) kokonaisravinnetaloutta. Tutkittava aineisto on kerätty kasvukauden 1974 aikana (Lehtonen ym. 1976). Tutkimusta varten, männikön sadeveden määrän ja laadun arvioimiseksi, vesi on jaettu vapaaseen sadantaan, metsikkösadantaan ja runkovaluntaan.

Sadeveden happamuuden havaittiin lisääntyvän siirryttäessä vapaasta sadannasta metsikkösadantaan ja runkovaluntaan. Eri ositteiden pH-arvot pysyivät kuitenkin suuruusluokaltaan samoina koko tutkimusjakson. Vastaavasti todettiin, että sadeveden elektrolyyttipitoisuus oli metsikkösadannassa ja runkovalunnassa suurempi kuin vapaan sadannan vastaavat arvot.

Vapaan sadannan ravinnepitoisuudet olivat melko pieniä. Metsikkösadannassa ja runkovalunnassa todettiin puustosta huuhtoutuvien ravinteiden vaikutusta. Selvimmin tämä ilmeni kaliumin kohdalla. Maaperään tulevien ravinteiden kokonaismäärät jäivät metsikkösadannassa vapaan sadannan määriä pienemmiksi. Sen sijaan runkovalunnan kalium-, kalsium- ja magnesiummäärät olivat selvästi suurempia kuin vapaan sadannan.

### 1. JOHDANTO

Metsikön ravinnetaloutta tutkittaessa joudutaan ottamaan huomioon metsikköön ulkoa tulevat ja siitä poistuvat ravinteet. Pelkästään kiinteinä hiukkasina saattaa maaperään tulla melkoisiakin ravinnemääriä. Toisaalta sadevesi saattaa sisältää maaperästä ja merestä peräisin olevia liuenneita ravinnesuoloja, jotka sateen mukana joutuvat maahan. Näin ollen myös sadevesi saattaa sisältää huomattavia ravinnemää-

riä (vrt. esim. ERIKSSON 1952, EGNER ja ERIKSSON 1955, ROSSBY ja EGNER 1955, WOODCOCK ja MORDY 1955).

Vapaan sadannan kemiallinen koostumus riippuu sekä alueella vallitsevien ilmassojen alkuperästä että paikallisista tekijöistä kuten teollisuus-, maanviljelys- ja asutusalueiden sijainnista (HAAPALA 1972). Metsikkösadannan laatuun ja määrään vaikuttavat paitsi sateen määrä ja voimakkuus

myös puuston lajisuhteet, puiden koko ja muoto sekä ravinteiden esiintymismuoto ja runsaus. Lehtien fysiologinen kunto, sadeveden happamuus ja lämpötila vaikuttavat myös ravinteiden siirtymiseen kasvista metsikkösadantaan. Runkovalunnan kemialliseen koostumukseen vaikuttavat ennen muuta puuston lajisuhteet. Esim. tyypeä on runsaammin lehti- kuin havupuiden runkovalunnassa. Puuston lajisuhteet voivat siis huomattavasti vaikuttaa maaperän ravinteisuuteen. Runkovalunnan happamuuden ei sen sijaan ole todettu vaikuttavan ravinnekonentraatioihin (MAHENDRAPPA 1974). Puuston ominaisuuksien lisäksi vaikuttaa metsikkösadannan laatuun ravinteiden huuhtoutumisalttius. EATON ym. (1972) toteavat huuhtoutumisalttiuden seuraavaksi: kalium, magnesium, kalsium, typpi ja fosfori.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusalueen sijainti, luonne ja ravinteiden analyysimenetelmät on kuvattu työn ensimmäisessä osassa (LEHTONEN ym. 1976). Vapaa sadanta ja metsikkösadanta kerättiin kesäsadepönttöihin, joita sijoitettiin sekä metsikköön että aukealle alueelle yhteensä 37 kpl. Runkovaluntaa johdettiin syste-

Suolujen huuhtoutumisesta johtuu, että metsikkösadannan laatu vaihtelee enemmän kuin vapaan sadannan (HELVEY ja PATRICK 1965). PÄIVÄSEN (1974) mukaan metsikkösadannan kaliumpitoisuudet ovat selvästi suuremmat kuin vapaan sadannan. Ravinnekonsentraatioihin vaikuttaa yleensä vain sademäärä, sillä ravinteiden absoluuttiset määrät ovat riippumattomia vuodenaajoista (ABEE ja LAVENDER 1972).

Tämä julkaisu liittyy osana työhön, jossa pyritään selvittämään erään männikön kokonaisravinnetaloutta. Työssä tutkittiin tyypin, fosforin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin esiintymistä vapaassa sadannassa, metsikkösadannassa ja runkovalunnassa. Työssä tutkittiin eri ositteissa esiintyvät sekä liuenneet että kiinteässä muodossa olevat ravinteet.

maattisesti valituista 11 puusta muovikourujen avulla lasipulloihin. Kerran sadavuorokaudessa mitattiin sademäärä, sadeveden happamuus ja johtokyky (taulukko 1). Sadevesinäytteiden säilyttämisessä käytettiin mikrobitoimintaa estävää tolueenia (TARRANT ym. 1968).

## 3. TULOKSET

### 31. Vapaa sadanta

Sademäärä oli tutkimusjakson aikana keskimääräistä suurempi, sillä vain toukokuun sademäärä jäi 30 vuoden keskiarvoihin verrattuna normaalia pienemmäksi. Kesäkuussa satoi 52 %, heinäkuussa 63 % ja elokuussa koejakson päättymiseen (22.8) mennessä 41 % keskimääräistä enemmän (vrt. KOLKKI 1966, HELMÄKI 1967). Keräyskauden vähäsaateisimmat jaksot olivat toukokuun loppupuolella ja kesäkuun puolivälissä.

Vaikka sadeveden happamuus näytti vähenevän kesän aikana (taulukko 1), eivät eri keräysjaksojen väliset erot olleet tilastollisesti merkittäviä. Vain toukokuun 26.

ja 27. ja kesäkuun 12. päivänä pH laski vapaassa sadannassa merkitsevästi (5 %) alle keskitason. Toukokuussa syynä saattoivat olla Suomeen Etelä- ja Keski-Ruotsin yli lounaasta ja lännestä tulleet ilmassat. Sen sijaan kesäkuun alhainen pH-arvo havaittiin aikana, jolloin ilmassat tulivat Suomeen luoteesta Pohjois-Ruotsin yli. Sattunaisia pieniä poikkeamia happamuudessa on saattanut esiintyä välittömästi sateen alussa, mutta käytetyllä mittausmenetelällä mahdollisia eroja ei voitu todeta.

Vapaan sadannan elektrolyyttipitoisuus poikkesi vain kesäkuun alussa ja heinäkuun puolivälissä merkitsevästi koko kesän keskitasosta. Mahdollisesti tällöin on tullut alueelle uusia, likaisia ilmassoja. Eri

Taulukko 1. Vapaan sadannan määrä, pH ja johtoluku eri päivinä kesällä 1974.

Table 1. Amount of precipitation and its pH and conductivity on different days throughout summer 1974.

Päivä Day	Toukokuu - May			Kesäkuu - June			Heinäkuu - July			Elokuu - August		
	mm	pH	$\mu\text{S}$	mm	pH	$\mu\text{S}$	mm	pH	$\mu\text{S}$	mm	pH	$\mu\text{S}$
1												
2				0,9	6,7	74	4,6	7,1	40	0,7	7,0	45
3				0,9	7,0	52	0,2	6,8	-	5,1	7,0	38
4				1,5	6,9	93	1,3	6,8	40	0,3	7,2	24
5				1,4	6,9	93	10,7	6,8	40	4,1	7,2	24
6				0,1	6,9	93	6,5	6,8	40	6,7	-	-
7							1,9	6,8	40	8,7	-	-
8				1,6	6,8	83	1,0	6,8	40	20,0	-	-
9				3,0	6,8	83	17,0	6,7	25			
10							11,5	6,7	25			
11				4,8	5,4	72	12,4	6,7	25	39,6	7,2	29
12							4,0	6,8	29	2,5	-	-
13							1,1	6,9	80	0,8	-	-
14							0,6	6,9	80			
15							7,5	6,4	109			
16							3,5	6,4	109			
17							19,2	6,4	109			
18							4,4	6,4	109	22,5	-	-
19							6,9	6,9	23	3,3	-	-
20				0,4	7,2	74		6,9		0,7	-	-
21				11,7	7,2	74						
22				3,0	7,2	74						
23				9,2	6,6	51						
24				4,7	6,7	41	0,2	6,7	-			
25												
26				3,4	6,1	79						
27				0,1	5,7	-						
28				0,4	7,2	53	2,7	7,1	25			
29				0,5	7,1	40	4,6	7,1	25			
30				11,9	7,1	40	1,6	6,9	35			
31				0,6	6,6	44	2,6	6,8	48			
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$				$\Sigma 56,0$	$6,9 \pm 0,11$	$68,1 \pm 4,81$	$\Sigma 134,7$	$6,8 \pm 0,04$	$51,8 \pm 6,4$	$\Sigma 115,0$	$7,1 \pm 0,05$	$34,0 \pm 4,67$

Koko kesä

pH:  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} = 6,8 \pm 0,46$   
For whole summer  $\mu\text{S}$ :  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} = 53,2 \pm 22,9$

Table 1. (cont.) Amount of throughfall and its pH and conductivity on different days throughout the summer.

Päivä Day	Toukokuu - May			Kesäkuu - June			Heinäkuu - July			Elokuu - August		
	mm	pH	μS	mm	pH	μS	mm	pH	μS	mm	pH	μS
1												
2												
3				0,6	6,1	93	2,3	6,5	46	0,4	6,9	47
4				1,2	6,2	71	0,1	6,8	—	4,4	7,0	52
5				3,5	6,0	90	0,3	6,9	47	0,2	6,7	50
6				3,3	6,0	90	7,2	6,9	47	3,5	7,1	38
7				0,1	6,0	90	3,1	6,9	47	—	—	—
8				—	—	—	0,3	6,9	47	—	—	—
9				0,1	6,0	102	0,1	6,9	47	—	—	—
10				0,1	6,0	102	12,5	6,9	34	—	—	—
11				—	—	—	4,0	6,9	34	31,2	7,2	—
12				4,1	5,7	87	4,8	6,9	34	1,6	7,1	—
13				—	—	—	2,8	6,6	43	—	—	—
14				—	—	—	0,4	6,8	55	0,3	6,9	—
15				—	—	—	0,2	6,8	55	—	—	—
16				—	—	—	6,3	6,8	53	—	—	—
17				—	—	—	1,1	6,8	53	—	—	—
18				—	—	—	7,9	6,8	53	21,7	7,1	—
19				—	—	—	2,7	6,8	53	—	—	—
20				—	—	—	3,3	6,9	24	2,3	—	—
21				0,1	6,8	83	—	—	—	0,2	—	—
22				3,0	6,8	83	—	—	—	—	—	—
23				0,5	6,8	83	—	—	—	—	—	—
24				1,3	6,5	53	0,1	6,8	—	—	—	—
25				3,1	7,2	53	—	—	—	—	—	—
26				3,8	6,8	106	—	—	—	—	—	—
27				0,1	5,8	—	—	—	—	—	—	—
28				—	—	—	—	—	—	—	—	—
29				—	—	—	—	—	—	—	—	—
30				3,5	7,1	63	—	—	—	—	—	—
31				0,2	5,8	39	—	—	—	—	—	—
Σ	7,6			Σ25,2			Σ68,2			Σ65,8		
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$		6,4 ± 0,33	69,3 ± 19,6		6,3 ± 0,10	50,9 ± 5,5		6,8 ± 0,02	78,0 ± 3,5		7,0 ± 0,06	46,8 ± 3,1

Koko kesä

pH:  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} = 6,6 \pm 0,17$

For whole summer μS:  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} = 67,0 \pm 7,35$

Taulukko 1. (jatkoa) Runkovalunnan määrä, happamuus ja johtoluku eri päivinä kesällä 1974.

Table 1. (cont.) Amount of stem flow and its pH and conductivity on different days throughout the summer 1974.

Päivä Day	Toukokuu - May			Kesäkuu - June			Heinäkuu - July			Elokuu - August		
	mm	pH	μS	mm	pH	μS	mm	pH	μS	mm	pH	μS
1												
2												
3				0,4	—	—	28,3	3,6	134	0,1	4,1	—
4				1,4	3,9	118	0,2	4,0	—	33,1	3,8	137
5				3,4	3,0	263	1,4	3,5	189	0,2	4,4	—
6				3,4	3,9	263	30,3	3,5	189	15,7	3,8	136
7				0,1	3,9	263	15,5	3,5	189	—	—	—
8				6,3	3,9	369	13,3	3,5	189	—	—	—
9				11,9	3,9	369	1,0	3,5	189	—	—	—
10				—	—	—	—	—	—	201,8	4,1	—
11				27,2	3,7	333	—	—	—	6,2	—	—
12				—	—	—	—	—	—	—	—	—
13				—	—	—	—	—	—	—	—	—
14				—	—	—	—	—	—	—	—	—
15				—	—	—	—	—	—	—	—	—
16				—	—	—	—	—	—	—	—	—
17				—	—	—	—	—	—	—	—	—
18				—	—	—	—	—	—	—	—	—
19				—	—	—	—	—	—	—	—	—
20				—	—	—	—	—	—	—	—	—
21				0,1	3,5	252	—	—	—	—	—	—
22				20,3	3,5	252	—	—	—	—	—	—
23				6,0	3,5	252	—	—	—	—	—	—
24				22,0	3,4	263	0,1	4,9	—	—	—	—
25				21,4	3,5	203	—	—	—	—	—	—
26				3,5	3,9	414	—	—	—	—	—	—
27				1,0	4,3	—	—	—	—	—	—	—
28				—	—	—	—	—	—	—	—	—
29				—	—	—	—	—	—	—	—	—
30				25,1	3,8	297	—	—	—	—	—	—
31				—	—	—	—	—	—	—	—	—
Σ	28,7			Σ164,2			Σ262,5			Σ416,8		
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$		4,0 ± 0,13	355,5 ± 58,5		3,7 ± 0,05	247,9 ± 7,46		3,8 ± 0,86	146,8 ± 8,9		4,1 ± 0,11	136,5 ± 0,50

Koko kesä

pH:  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} = 3,9 \pm 0,09$

For whole summer μS:  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} = 222,0 \pm 44,35$

Taulukko 2. Vapaan sadannan typpi-, fosfori-, kalium-, kalsium- ja magnesiumipitoisuudet kesän 1974 aikana.

Table 2. Nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium content of precipitation during summer 1974.

Keräysjakso Collection period	N	P	K	Ca	Mg
	mg/l				
15. 5. - 31. 5.	0,257	0.008	0.414	0.311	0.141
1. 6. - 30. 6.	0.583	0.021	0.569	0.549	0.116
1. 7. - 31. 7.	0.218	0.012	0.413	0.402	0.111
1. 8. - 22. 8.	0.210	0.017	0.439	0.314	0.223
$\bar{x} \pm s_x$	$0.317 \pm 0.086$	$0.012 \pm 0.003$	$0.456 \pm 0.037$	$0.394 \pm 0.056$	$0.148 \pm 0.02$

keräysjaksojen väliset erot eivät sen sijaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kasvillisuuden ja vapaan sadannan ravinnepitoisuudet ovat lähtökohtana, kun arvioidaan kasvillisuudesta metsikkösadantaan ja runkovaluntaan huuhtoutuvien ravinteiden määrää. Vapaan sadannan ravinnepitoisuudet pysyivät kesän aikana melko tasaisina (taulukko 2). Yksittäisten sateiden välillä mahdollisesti oli eroja, mutta pitkien keräysjaksojen vuoksi ei näitä voitu havaita. Kesäkuussa esiintyvä ravinnepitoisuuksien kasvu saattoi johtua ilmassojen puhdistumisesta pitkän poutakauden jälkeen. Tähän viittaa myös se, että kuukauden alussa havaitut suuret johtokykyarvot pienenevät loppukuussa. Toisaalta myös ilmaan joutuva siitepöly on saattanut alkukesän aikana lisätä sadeveden ravinnepitoisuutta.

Ravinteiden konsentraatiot olivat melko pieniä (vrt. MÄLKÖNEN 1974, PÄIVÄNEN

1974), mikä saattoi osittain johtua suurista sademääristä. MADGWICK ja OVERTON (1959) ovat todenneet ravinnepitoisuuksien jäävän pieniksi, kun sademäärä on suuri. Runsaimmin vapaassa sadannassa esiintyi kaliumia, joskin kalsiumin määrä jäi vain hieman pienemmäksi. Seuraavina olivat typpi ja magnesium. Fosforia oli vapaassa sadannassa erittäin vähän.

Koska ravinnepitoisuuksien vaihtelu oli kesän aikana vähäistä, riippui maahan tulevien ravinteiden kokonaismäärä jakson sademäärästä (taulukko 3). Runsaiden sateiden seurauksena tuli tutkimuskauden aikana maahan sekä tyyppiä, kaliumia että kalsiumia yli 1 kg/ha. Sen sijaan magnesiumia ja varsinkin fosforia kertyi sateiden tuomana erittäin vähän. Ravinnemäärät olivat kuitenkin melko pieniä puuston vuosittain sitomiin ravinnemääriin verrattuna (REMEZOV ja POGREBNIYAK 1965, MÄLKÖNEN 1974).

Taulukko 3. Vapaassa sadannassa maaperään tulleiden ravinteiden määrät (kg/ha).

Table 3. Amounts of different nutrients reaching the ground in precipitation (kg/ha).

Keräysjakso Collection period	N	P	K	Ca	Mg
	kg/ha				
15. 5. - 31. 5.	0.022	Δ	0.035	0.026	0.01
1. 6. - 30. 6.	0.599	0.022	0.586	0.565	0.12
1. 7. - 31. 7.	0.240	0.013	0.455	0.443	0.12
1. 8. - 22. 8.	0.242	0.020	0.505	0.361	0.23
Yht. - Total	1.103	0.055	1.581	1.385	0.48

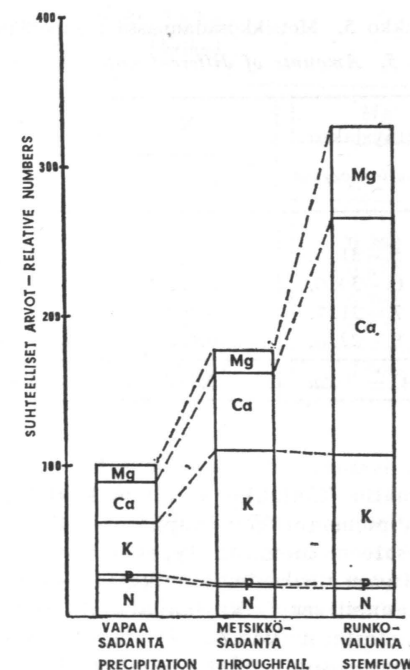
## 32. Metsikkösadanta

Tutkimuskohteen metsikkösadannan määrä oli 52 % vapaasta sadannasta. Se vastaa suuruusluokaltaan mm. PÄIVÄSEN (1966), LEIKOLAN (1971) ja MÄLKÖSEN (1974) vastaavissa olosuhteissa saamia tuloksia. Verrattaessa tulosta kirjallisuudessa esitettyihin tietoihin onkin ennen muuta otettava huomioon metsikön kehitysvaihe sekä puuston latvusten koko- ja muutosuhteet.

Metsikkösadannan pH oli hieman alhaisempi kuin vapaan sadannan, ja se kohosi jonkin verran keräyskauden lopulla. Elektrolyyttipitoisuus sen sijaan oli suurempi kuin vapaassa sadannassa, mutta väheni tutkimuskauden lopulla.

Kasvillisuuden läpi kulkeva sadevesi huuhtoo ravinteita puustosta, kenttä- ja pohjakerroksesta. Huuhtoutuvissa ravinteissa on mukana niitä suoloja, jotka haihtumisvirtauksessa joutuvat lehtien pinnoille. Sulunesteestä huuhtoutuvat helposti esiintyvät ravinteet, sen sijaan muiden ravinteiden siirtyminen sadeveteen on vähäisempää. Toisaalta latvuskerros myös pidättää osan sadeveden sisältämistä ravinteista.

Tyypin suhteellinen osuus metsikkösadannan kokonaisravinnemäärästä laski vapaan sadannan vastaavaan arvoon nähden (kuva 1; ravinnepitoisuuksien vaihtelut vapaassa sadannassa, metsikkösadannassa ja runkovalunnassa tutkimusjakson aikana on laskettu suhteellisinä lukuina verrattuna vapaaseen sadantaan). Myös ravinnepitoisuuksien vaihtelut vapaassa sadannassa, metsikkösadannassa ja runkovalunnassa tutkimusjakson aikana on laskettu suhteellisinä lukuina verrattuna vapaaseen sadantaan).



Kuva 1. Ravinnepitoisuuksien vaihtelut vapaassa sadannassa, metsikkösadannassa ja runkovalunnassa tutkimusjakson aikana suhteellisinä lukuina verrattuna vapaaseen sadantaan.

Fig. 1. Variation in the nutrient content of precipitation, throughfall and stemflow during the study period, expressed as relative values with respect to the nutrient content of precipitation.

Taulukko 4. Metsikkösadannan typpi-, fosfori-, kalium-, kalsium- ja magnesiumipitoisuudet kesän 1974 aikana.

Table 4. Nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium content of throughfall during summer 1974.

Keräysjakso Collection period	N	P	K	Ca	Mg
	mg/l				
15. 5. - 31. 5.	0.240	0.020	3.020	0.840	0.199
1. 6. - 30. 6.	0.380	0.005	0.650	0.340	0.133
1. 7. - 31. 7.	0.245	0.003	0.640	0.250	0.245
1. 8. - 22. 8.	0.195	0.014	0.480	1,300	0,218
$\bar{x} \pm s_x$	$0,265 \pm 0,038$	$0,011 \pm 0,006$	$1,200 \pm 0,61$	$0,680 \pm 0,24$	$0,199 \pm 0,02$

Taulukko 5. Metsikkösadannassa maaperään tulleiden ravinteiden määrät (kg/ha)  
 Table 5. Amounts of different nutrients reaching the ground in throughfall (kg/ha).

Keräysjakso Collection period	N	P	K	Ca	Mg
	kg/ha				
15. 5.—31. 5.	0,018	0,002	0,237	0,063	0,015
1. 6.—30. 6.	0,105	0,001	0,178	0,094	0,037
1. 7.—31. 7.	0,161	0,002	0,418	0,164	0,161
1. 8.—22. 8.	0,128	0,009	0,317	0,854	0,143
Yht. — Total	0,412	0,014	1,050	1,175	0,356

sentraatio (taulukko 4) oli metsikkösadannassa pienempi kuin vapaassa sadannassa. Osa sateen tuomasta typestä näyttää siis sitoutuvan neulasiin ja vaikuttaa näin ollen lehtilannoitteena. Vastaava ilmiö todettiin myös fosforin kohdalla. Magnesiumin ja kalsiumin suhteelliset osuudet kohosivat selvästi vapaasta sadannasta metsikkösadantaan siirryttäessä. Vaikka huuhtoutuvan kaliumin määrä vähenikin kesän mittaan, pitoisuudet ylittivät kuitenkin vapaan sadannan vastaavat arvot.

Taulukko 5 antaa kuvan metsikkösadannan mukana maaperään tulleiden ravinteiden kokonaismäärästä. Sademäärän lisäilyssä kohosi myös maahan tulleen kalsiumin ja magnesiumin määrä. Sen sijaan kaliumin suhteen tämä riippuvuus ei ollut yhtä selvä. Runsaimmin metsikkösadannassa tu-

li maahan kalsiumia, joskin ero kaliummääriin oli vähäinen. Tämä johtui toisaalta elokuun runsaista sateista, toisaalta suuresta kalsiumpitoisuudesta.

### 33. Runkovalunta

Runkovalunta muutettiin vapaan sadannan millimetreiksi SEPPÄSEN (1964) kuvaamalla tavalla. Runkovalunta oli 0,3 % vapaan sadannan määrästä, mikä vastasi PÄIVÄSEN (1966) saamia arvoja.

Runkovalunnan pH ei vaihdellut samoin kuin vapaan sadannan, vaan sen arvot pysyivät melko tasaisina läpi koko kesän. pH oli selvästi alhaisempi kun taas elektrolyytipitoisuus oli suurempi kuin vapaassa sadannassa ja metsikkösadannassa. Runko-

Taulukko 6. Runkovalunnan typpi-, fosfori-, kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuudet kesän 1974 aikana.

Table 6. Nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium content of stem flow during summer 1974.

Keräysjakso Collection period	N	P	K	Ca	Mg
	mg/l				
15. 5.—31. 5.	0,260	0,016	2,190	5,100	0,833
1. 6.—30. 6.	0,380	Δ	1,180	1,950	0,415
1. 7.—31. 7.	0,180	Δ	0,580	0,750	0,280
1. 8.—22. 8.	0,180	Δ	0,610	0,620	1,783
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,250 ± 0,045	0,016	1,140 ± 0,75	2,110 ± 1,04	0,828 ± 0,34

Taulukko 7. Runkovalunnassa maaperään tulleiden ravinteiden määrät (kg/ha).  
 Table 7. Amounts of different nutrients reaching the ground in stem flow (kg/ha).

Keräysjakso Collection period	N	P	K	Ca	Mg
	kg/ha				
15. 5.—31. 5.	0,082	0,005	0,691	0,610	0,263
1. 6.—30. 6.	0,081	Δ	2,493	4,120	0,877
1. 7.—31. 7.	0,464	Δ	1,494	1,585	0,592
1. 8.—22. 8.	0,825	Δ	2,797	2,842	8,174
Yht. — Total	1,452	0,005	7,475	10,157	9,906

valunnan suuri elektrolyyttipitoisuus johtune kalsiumin ja magnesiumin lisäyksestä ja todennäköisesti myös orgaanisten happojen huuhtoutumisesta.

Typhen suhteellinen osuus runkovalunnan kokonaisravinnemäärästä oli selvästi pienempi kuin vapaassa sadannassa. Sen sijaan typhen pitoisuudet (taulukko 6) eivät vaihdelleet kovin voimakkaasti. Vähäistä pidättymistä kasvillisuuteen voi loppukesästä havaita. MAHENDRAPPA ja WEETMANIN (1973) mukaan runkovalunnan kokonaistyyppimäärät tosin vaihtelevat, vaikka he eivät havainneetkaan ilmiötä vapaassa sadannassa. Vaitelua on selitetty sadejaksojen välillä olevien poutapäivien määrällä. Pitkien poutakausien aikana ravinteita kertyy huuhtoutuvien ravinteiden tilalle, niin että myös ravinnepitoisuudet kohoavat, kun sateet jälleen alkavat.

Fosforin suhteellinen osuus ravinteiden kokonaismäärästä oli selvästi pienempi kuin vapaassa sadannassa. Kaliumin osuus taas oli suurempi ja suuruusluokaltaan verrat-

tavissa kaliumin suhteelliseen osuuteen metsikkösadannassa.

Keskimmääiset pitoisuudet vähenivät loppukesällä mutta olivat edelleen selvästi suuremmat kuin vapaassa sadannassa. Metsikkösadantaan nähden pitoisuuksissa ei voinut havaita eroja. Myös kalsiumia huuhtoutui kasvillisuudesta. Sekä kalsiumin osuus että keskimääräinen kalsiumpitoisuus olivat runkovalunnassa selvästi suurin. Runkovalunnassa olivat suurimmillaan myös magnesiumin pitoisuudet ja magnesiumin prosentuaalinen osuus ravinteiden kokonaismäärästä.

Taulukossa 7 esitetään runkovalunnassa maaperään joutuneiden ravinteiden kokonaismäärät. Voimakkaiden pitkäaikaisten sateiden vuoksi runkovaluntana maahan kertyvä vesimäärä oli suuri, mikä puolestaan nosti maahan tulleiden ravinteiden kokonaismäärää. Runsaimmin maahan kertyi kalsiumia, magnesiumia ja kaliumia. Sen sijaan typhen ja fosforin määrät jäivät selvästi vähäisemmiksi.

### 4. TARKASTELU

Tutkimuksessa selvitettiin sateen määrää ja laatua eräessä riukuasteen männikössä. Tarkastelua varten sadevesi jaettiin vapaaseen sadantaan, metsikkösadantaan ja runkovaluntaan. Näitä kutakin tarkasteltiin erikseen sekä määrän että laadun suhteen. Tarkasteltavia suureita olivat sademäärä, happamuus, elektrolyyttipitoisuus ja sadeveden ravinnepitoisuus.

Tutkimuksessa oli keskimääräistä sateisempi. Vain toukokuussa ja kesäkuun puolivälissä oli kuivaa, muulloin satoi keskimäärin 50 % normaalia runsaammin. Metsikkösadannan määrä oli runsaasti puolet vapaan sadannan määrästä, mikä vastasi muita vastaavanlaisissa oloissa saatuja tuloksia. Runkovaluntaa kertyi vain vajaan puolen prosentin verran vapaan sadannan määrästä

ja määrä näytti selvästi riippuvan koepuun läpimitasta ja vapaan sadannan runsaudesta.

Sadeveden happamuuden havaittiin lisääntyvän vapaasta sadannasta metsikkö-sadantaan ja runkovaluntaan siirryttäessä. Sen sijaan eri sateiden välillä ei muutamia poikkeuksia lukuunottamatta ollut selviä happamuuseroja. Myös sadeveden elektrolyyttipitoisuus lisääntyi vapaasta sadannasta runkovaluntaan siirryttäessä. Vapaassa sadannassa kesäkuussa havaitut korkeat elektrolyyttipitoisuudet lienevät johtuneet alueelle saapuneista likaisista ilmamassoista. Runkovalunnan korkeita arvoja taas selittävät suuret kalsium- ja magnesiumpitoisuudet.

Sadeveden ravinnekonentraatiot olivat melko pieniä. Vapaassa sadannassa vain kesäkuussa esiintyi korkeampia ravinnepitoisuuksia. Tämä lienee johtunut ilmamassojen ja puuston puhdistumisesta. Muulloin mi-

tatut alhaiset arvot johtuivat runsaista sademääristä, jotka laimensivat sadeveden ravinnekonentraatioita.

Metsikkösadantaan huuhtoutui kasveista ravinteita. Selvimmin tämä ilmeni kaliumin kohdalla. Huuhtoutuvan kaliumin määrä väheni sateisen kesän lopulla. Myös kalsiumia ja magnesiumia huuhtoutui kasvillisuudesta sadeveteen. Typpeä havaittiin metsikkösadannassa vähemmän kuin vapaassa sadannassa, mikä viittaa lehtilannoitusmahdollisuuden olemassaoloon. Myös fosforin määrä jäi vapaan sadannan arvoja vähäisemmäksi.

Runkovalunnassa voitiin havaita huuhtoutuneita ravinteita. Varsinkin kaliumin, magnesiumin ja kalsiumin kohdalla tämä oli selvästi havaittavissa. Typen määrä sen sijaan oli runkovalunnassakin pienempi kuin vapaassa sadannassa.

## KIRJALLISUUS

- ABEE, A. & LAVENDER, D. 1972. Nutrient cycling in throughfall and litterfall in 450-years-old Douglas-fir stands. In: FRANKLIN, J. F., DEMPSTER, L. J. & WARING, R. H. Proc-Research on coniferous forest ecosystems: 133-143.
- BJOR, K., HORNTVEDT, R. & JORANGER, E. 1974. Nedbørens fordeling og kjemiske innhold i et skogbestand på Søllandet (Juli-Desember 1972). Fagrapport FR I/74. Norges landbruksvetenskaplige forskningsråd.
- BUCH, K. 1960. Zusammensetzung des atmosphärischen Niederschlages in Finnland. Soc. Scient. Fenn. Comm. Phys. Math. 24.
- EATON, J., LIKENS, G. E. & BORMAN, F. H. 1972. Throughfall and stemflow chemistry in a northern hardwood forest. J. Ecol. 61: 495-508.
- EGNER, H. & ERIKSSON, E. 1955. Current data on the chemical composition of air and precipitation. Tellus 8(1): 134-139.
- ERIKSSON, E. 1952. Composition of Atmospheric Precipitation II. Tellus 4(4): 280-303.
- HAAPALA, K. 1972. Sadeveden laatu Suomessa vuonna 1971. Vesihallitus, tiedotus 26, Helsinki.
- HELMÄKI, U. J. 1967. Taulukoita ja karttoja Suomen sadeoloista kaudelta 1931-1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 66(2).
- HELVEY, J. D. & PATRICK, J. H. 1965. Design criteria for interception studies. World Meteorological Organisation and International

Assosiation of Scientific Hydrology Symposium Design of Hydrological Networks. Publication No 67.

- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931-66. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 65(1 a).
- LEHTONEN, I., WESTMAN, C. J. & KELLOMÄKI, S. 1976. Ravinteiden kierto eräässä männikössä: I Kasvillisuuden ja maaperän ravinnepitoisuuksien vaihtelu kasvukauden aikana. Summary: Nutrient cycle in a Scots pine stand: I The seasonal variation in nutrient content of vegetation and soil. Silva Fenn. 10(3): 182-197.
- LEIKOLA, M. 1971. Metsikkösadannan määrä eräässä hoidetussa männikössä. Summary: Throughfall in a managed Scots pine stand in Southern Finland. Silva Fenn. 5(2): 129-174.
- MADGWICK, H. A. I. & OVERTON, J. D. 1959. The chemical composition of precipitation in adjacent forest and open plots. Forestry 32(1): 14-22.
- MAHENDRAPPA, M. K. 1974. Chemical composition of stemflow from some eastern Canadian tree species. Canadian J. For. Res. 4: 1-7.
- » — & WESTMAN, G. F. 1973. Nitrogen Concentration in the Current Foliage and in Fresh Litter of Fertilized Black Spruce Stands. Canadian J. For. Res. 3: 333-337.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Commun. Inst. For. Fenn. 84.5.
- PÄIVÄNEN, J. 1966. Sateen jakaantuminen erilai-

sisssa 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. Acta For. Fenn. 139.
- REMEZOV, N. P. & POGREBANYAK, P. S. 1965. Forest soil science. Lesnoe pochvedenie. Izdatel'stvo «Lesnaya Promyshlennost» Moskva. 1965.
- ROSSBY, C. G. & EGNER, H. 1955. On the chemical climate and its variation with the atmospheric circulation pattern. Tellus 7(1): 118-133.

## SUMMARY:

### NUTRIENT CYCLE IN A SCOTS PINE STAND: II AMOUNT AND QUALITY OF PRECIPITATION IN A SCOTS PINE STAND AT THE POLE STAGE

This study forms part of a project designed to elucidate the total nutrient budget of a Scots pine (*Pinus silvestris*) stand in Central Finland (61° 50' N; 24° 20' E). The material used in the study was collected during the 1974 growing period (LEHTONEN et al. 1976). For the purpose of the study to elucidate amount and quality of precipitation in a Scots pine stand, precipitation has been divided up into precipitation, throughfall and stemflow.

The acidity of the rainwater was found to increase in the order — precipitation, throughfall and stemflow. However, the pH-values for each

SEPPÄNEN, M. 1964. Vesisateen jakautumisesta männikössä. Summary: On the distribution of rainfall in the pinestands. Acta For. Fenn. 76.8.

TARRANT, R. F., LU, K. C., BOLLEN, W. B. & CHEN, C. S. 1968. Nutrient cycling by throughfall and stemflow precipitation in three coastal Oregon forest types. U.S. For Serv. Res. Pap.: PNW-54.

WOODCOCK, A. H. & MORDY, W. A. 1955. Salt nuclei, wind and daily rainfall in Hawaii. Tellus 7(4): 291-300.

type of precipitation remained constant throughout the study period. The electrolyte content of the rain water from throughfall and stemflow was higher than that of precipitation.

The nutrient contents of precipitation were rather low. Throughfall and stemflow were found to leach some nutrients from the trees. This was most clear in the case of potassium. The total amounts of nutrients reaching the ground in throughfall were found to be smaller than those in precipitation. On the other hand, the amounts of potassium, calcium and magnesium in stemflow were clearly greater than those in precipitation.