

SILVA FENNICA

1984 Vol. 18 N:o 3

Sisällys
Contents

MIKKO RAATIKAINEN, ESKO ROSSI, JARMO HUOVINEN, MERJA-LEENA KOSKELA, MAIJA NIEMELÄ & TERTTU RAATIKAINEN: Metsä- ja suomarjasadot Väli-Suomessa	199
<i>Summary: The yields of the edible wild berries in Central Finland</i>	219
ESKO ROSSI, MIKKO RAATIKAINEN, JARMO HUOVINEN, MERJA-LEENA KOSKELA & MAIJA NIEMELÄ: Luonnonmar- jojen poiminta ja käyttö Väli-Suomessa	221
<i>Summary: The picking and use of edible wild berries in Central Finland</i>	236
ANNA-MAIJA HALLAKSELA: Causal agents of butt-rot in Norway spruce in southern Finland	237
<i>Seloste: Kuusen tyvilahon aiheuttajat Etelä-Suomessa</i>	243
PENTTI SEPPONEN: Pohjoissuomalaisten metsäammattimiesten käsityksiä metsien ja soiden marjantuotoskyvystä	245
<i>Summary: Observations of forest specialists in northern Finland on the berry yield capacity of forests and swamps</i>	253
JOUNI SUOHEIMO: Isokorvakärsäkkään aikuisten esiintyminen ja merkitys männyn luontaiselle uudistamiselle Pohjois-Lapissa	255
<i>Summary: The occurrence of Otiorrhynchus nodosus and its significance for the natural regeneration of Scots pine in Lapland</i>	259
SIMO POSO, TUOMAS HÄME & RAITO PAANANEN: A meth- od of estimating the stand characteristics of a forest compartment using satellite imagery	261
<i>Seloste: Menetelmä kuvioittaisten metsikkötunnusten estimointiin satelliittikuvia käyttäen</i>	285
PEITSA MIKOLA: Harsintametsätalous	293
<i>Summary: Selection system</i>	301
ALEKSANDR P. JEVDOKIMOV: Visakoivun kasvatusta Neuvosto- liiton luoteisosissa	303
<i>Experiences of curly birch growing in northwestern Russia</i>	311

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

PUBLISHER: THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

OFFICE: Unioninkatu 40 B, SF-00170 HELSINKI 17, Finland

EDITOR: SEPPO OJA

EDITORIAL BOARD:

JOUKO HÄMÄLÄINEN (Chairman), KAUKO HAHTOLA, TIINA HEINONEN, VEIKKO KOSKI, OLAVI LUUKKANEN, SIMO POSO and EINO MÄLKÖNEN (Secretary).

Silva Fennica is published quarterly. It is sequel to the Series, vols. 1 (1926) – 120 (1966). Its annual subscription price is 150 Finnish marks. The Society of Forestry in Finland also publishes *Acta Forestalia Fennica*. This series appears at irregular intervals since the year 1913 (vol. 1).

Orders for back issues of the Society, and exchange inquiries can be addressed to the office. The subscriptions should be addressed to: Academic Bookstore, P.O. Box 128, SF-00101 Helsinki 10, Finland.

Silva Fennica

NELJÄNNEKSVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN AIKA-
KAUSKIRJA

JULKAISIJA: SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

TOIMISTO: Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17

VASTAAVA TOIMITTAJA:

SEPPO OJA

TOIMITUSKUNTA:

JOUKO HÄMÄLÄINEN (Puheenjohtaja), KAUKO HAHTOLA, TIINA HEINONEN, VEIKKO KOSKI, OLAVI LUUKKANEN, SIMO POSO and EINO MÄLKÖNEN (Sihteeri).

Silva Fennica, joka vuosina 1926–66 ilmestyi sarjajulkaisuna (niteet 1–120), on vuoden 1967 alusta lähtien neljännesvuosittain ilmestynvä aikakauskirja. Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös *Acta Forestalia Fennica*-sarjaa vuodesta 1913 (nide 1) lähtien.

Tilauksia ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan seuran toimistolle. *Silva Fennican* tilaushinta on 100 mk kotimaassa, ulkomaille 150 mk.

METSÄ- JA SUOMARJASADOT VÄLI-SUOMESSA

MIKKO RAATIKAINEN, ESKO ROSSI, JARMO HUOVINEN, MERJA-LEENA KOSKELA, MAIJA NIEMELÄ ja TERTTU RAATIKAINEN

Summary

THE YIELDS OF THE EDIBLE WILD BERRIES IN CENTRAL FINLAND

Saapunut toimitukselle 13. 4. 1984

Viidessä kunnassa tutkittiin kolmen vuoden aikana puolukan, mustikan, juolukan, karpaloiden, variksenmarjan, vadelman, hillan ja lillukan marjasadot linjapöimintamenetelmällä.

Puolukan peittävyys riippui mm. kasvustotyyppistä, puuston kehitysluokasta, latvuspeittävydestä ja haitallisen kasvillisuuden torjunnasta. Keskimääräinen puolukkasato oli 8,0 kg metsätalouden maan hehtaaria kohden. Suurin sato oli VT- ja CT-kankailla. Sato riippui myös puolukan peittävydestä, puolukan varvuston korkeudesta, puuston kehitysluokasta, säätekijöistä ja latvuspeittävydestä. Puolukkasadosta oli sadon määrän puolesta 77 % pöimintakelpoisilla paikoilla.

Mustikan peittävyys riippui mm. kasvustotyyppistä, puuston kehitysluokasta, latvuspeittävydestä ja vesakontorjunnasta. Keskimääräinen mustikkasato oli 4,3 kg metsätalouden maan hehtaaria kohden. Sato oli suurin VT-kankailla. Sato riippui myös vallitsevasta puulajista, mustikan varvuston korkeudesta, puuston kehitysluokasta, latvuspeittävydestä ja säätekijöistä. Mustikasta oli sadon määrän puolesta pöimintakelpoisilla paikoilla 60 %.

Metsätalouden maa-alan hehtaaria kohden oli variksenmarjaa 1,5 kg, juolukkaa 0,7 kg, vadelmaa yli 0,2 kg ja lillukkaa 17 g. Suohehtaaria kohden oli juolukkaa 2,0 kg, karpaloita 1,3 kg ja hillaa 0,9 kg.

Lopuksi esitetään matemaattinen malli puolukka- ja mustikkasadon suuruuden määrittämiseksi.

1. JOHDANTO

Valtion hedelmäkomitea esitti v. 1941 ensimmäisenä arvion maamme syötävien luonnonmarjojen sadosta. Sen mukaan metsämarjojen vuotuinen todennäköinen keskisato on noin 200 milj. kg. Siitä on puolukkaa 70, mustikkaa 42, karpaloa 40, hillaa 30, vadelmaa 10, mansikkaa 3 ja mesimarjaa 1 milj. kg. Myöhemmin Veijalainen (1977) esitti arvion, että puolukkasato on 500, mustikkasato 100 ja karpalosato 25–50 milj. kg. Hillasato on Mäkisen (1974) mukaan 25 milj. kg.

Ensimmäiset tiedot pienten valittujen näyte- ja koelajien marjasadoista ovat 1900-luvun loppupuoliskolta. Niiden mukaan karpalon sato voi olla luonnonkasvupaikoilla 83–133 g/m² (Ervi 1956), hillan sato 1–396 g/m²

(Mäkinen 1972), puolukan 22–110 g/m² (Päivinen 1976) ja mustikan 48–124 g/m² (Viramo 1979). Luonnonvadelmakannat ovat tuottaneet kokeissa 28–191 g/m² (Hiirsalmi 1971).

1970-luvulla alettiin selvittää eri kasvillisuustyyppien marjasatoja. Ruuhijärvi (1974) totesi v. 1972–1973 Suomen eteläpuoliskon suotyypeistä valtaosan karpalosadoksi 50–150 kg/ha, mutta Huttusen (1978) ja Ruuhijärvi ym:n (1978) mukaan Pudasjärven kunnassa olevan Siuruan ja Rovaniemen mlk:n Meltauksen allasalueiden suotyypit tuottivat v. 1974 tai v. 1976 vain 13–42 kg/ha. Eri suotyyppien hillasadot olivat viimeksi mainittujen tutkimusten mukaan 0,3–92 kg/ha. Te-

paston ja Meltauksen alueiden eri metsätyyppien mustikkasadot olivat v. 1976 Ruuhijärvi ym:n (1978) mukaan 19–288 ja puolukkasadot 23–153 kg/ha. Pihtiputaalla oli hyvänä marjavuonna 1976 eri metsätyyppien puolukkasato 0–36 kg/ha (Raatikainen 1978) ja hyvänä marjavuonna 1977 yleisimpien metsätyyppien mustikkasato 0–65 kg/ha (Raatikainen ja Raatikainen 1983). Rovaniemen maalaiskunnassa oli v. 1982 eri metsätyyppien puolukkasato 12–18, mustikkasato 6–14 ja variksenmarjasato 20–71 kg/ha (Jaakkola 1983).

Viime aikoina tehtyjen tutkimusten perusteella on laskettu kuntien tai niitä pienempien alueiden marjasatoja. Tällaisia selvityksiä on tehty puolukasta (Raatikainen 1978, Ruuhijärvi ym. 1978, Jaakkola 1983), mustikasta (Ruuhijärvi ym. 1978, Jaakkola 1983, Raatikainen ja Raatikainen 1983), hillasta (Ruuhijärvi ym. 1978) ja variksenmarjasta (Jaakkola 1983).

Vastaavankaltaisia vaihtelevansuuruisten alueiden ja eri metsätyyppien marjasatotutkimuksia on tehty mm. Neuvostoliitossa (esim.

2. TUTKIMUSALUEET

Tutkimusalueiksi valittiin melko tasaisin välein eteläborealisen vyöhykkeen pohjoisosan kuntia eri pituuspiireiltä. Valituiksi tukivat Lavia, Mänttä, Konnevesi, Enonkoski ja Ilomantsi, jonka pohjoisosa kuuluu jo keskiborealiseen vyöhykkeeseen (kuva 1). Tutkimuksen tekivät Laviassa Merja-Leena Koskela ja Maija Niemelä, Mäntässä Maija Niemelä ja Merja-Leena Koskela, Konnevedellä Esko Rossi ja Eija Oinonen, Enonkoskella Mikko Raatikainen ja Terttu Raatikainen ja Ilomantsissa Jarmo Huovinen ja Pirkko Huovinen. Tutkijoiksi pyrittiin valitsemaan henkilöt, jotka tunsivat kunnan ja asuivat siellä vakinaisesti tai kesäaikana. Yhteenvetoon laativat Mikko Raatikainen ja Esko Rossi.

Tutkittujen kuntien maapinta-alat olivat:

Skrjabina 1978, Kolupaeva ja Skrjabina 1979, Belonogova ja Kusko 1979, Kharitonova ym. 1971).

Ruotsissa on selvitetty v. 1975–1977 koko maan mustikka-, puolukka- ja vadelmasadot, jotka olivat keskimäärin 255, 155 ja noin 20 milj. kg (Eriksson ym. 1979). Hilla- ja karpalosadot selvitettiin siellä v. 1978–1980, ja ne olivat 76 ja 21 milj. kg (Kardell ja Carlsson 1982).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Väli-Suomen metsissä ja soilla kasvavien varpu- ja ruohovartisten kasvien syömäkelpoiset marjasadot. Esitutkimukset tehtiin Pihtiputaalla v. 1976 ja 1977 (Raatikainen 1978, Raatikainen ja Raatikainen 1983). Sen jälkeen tutkimusta tehtiin etupäässä opinnäytteinä Jyväskylän yliopiston biologian laitoksessa. Ennakkotietoja koko tutkimuksesta on jo julkaistu (Raatikainen 1983), ja marjasatojen poiminnasta on tulossa oma artikkelinsa. Tutkimuksia rahoittivat Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö ja Suomen Akatemia, joille lausumme parhaat kiitokset.

Lavia 317, Mänttä 61, Konnevesi 516, Enonkoski 318 ja Ilomantsi 2853 km². Mäntän kaupungissa väestön tiheys oli 132,5 asukasta maapinta-alaa kohden ja muissa kunnissa 3,1:stä 9,0:aan (Suomen tilastollinen vuosikirja 1980). Kokonaissatojen laskennassa käytetyt kunnittaiset metsätalouden maa-alat saatiin kunkin kunnan verotoimistosta.

Tutkimusalueilla ja marjasadon vuosivaihtelun tarkkailualueilla Laukaassa (Raatikainen 1983) seurattiin marjakasvien fenologiaa, ilman lämpötilaa ja sademäärää kasvukautena. Tarkkoina säätietoina käytettiin kuitenkin yleensä vain lähimpien Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin -julkaisussa mainittujen säähavaintoasemien tietoja.

3. MENETELMÄT

Marjasadon määrittäminen valittiin linjapointintamennetelmä, joka kehitettiin ja testattiin Pihtiputaalla tehdyissä esitutkimuksissa (Raatikainen 1978, Raatikainen ja Raatikainen 1983). Tämän menetelmän mukaan tutkittavasta kunnasta arvottiin peruskartalla olevat neliökilometrin ruutujen yhtenäiskoordinaatit linjojen lähtöpisteiksi. Näistä pisteistä vedettiin maastossa kompassin avulla kilometrin pituiset mannerjäätikön kulkusuuntaa ja jääkautisten kasaumien suuntaa kohtisuoraan leikkaavat linjat. Täten linjat olivat mahdollisimman kohtisuorassa myös kasvipeitteen juovaisuuteen nähden.

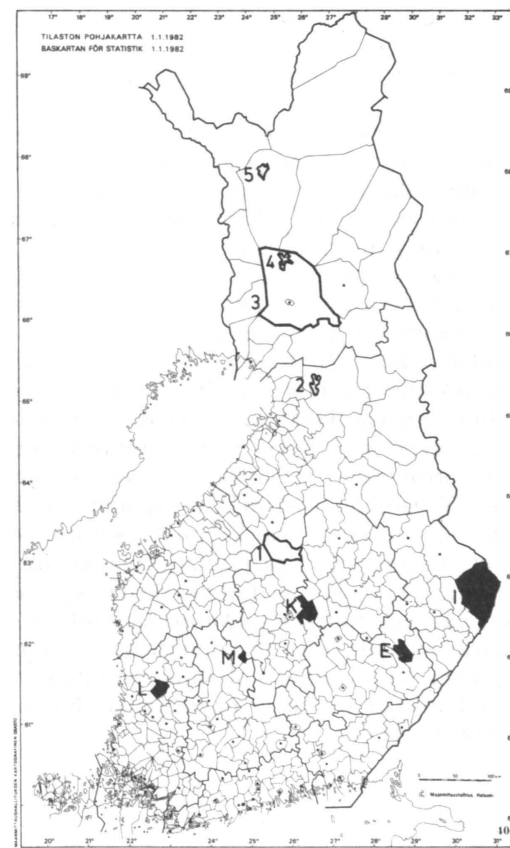
Linjoja oli Laviassa 15, Mäntässä 15, Konnevedellä 17, Enonkoskella 15, Ilomantsissa 20 ja yhteensä 82 km. Linjat ja näytealat mitattiin 50 m:n mittalangalla ja poimintakaistan leveys metrin pituisella mittakepillä. Poimintakaistat katkottiin kasvustoittain ja metsän kehitysluokittain näytealoiksi, joista selvitettiin mm. kasvillisuustyyppi, kehitysluokka, auraus, vesakontorjunta ja ojitus sekä puulajien ja peittävimpien kasvilajien peittävyudet. Enonkoskella, Konnevedellä ja Ilomantsissa arvioitiin mustikan ja puolukan peittävyudet näytealoittain. Mustikan ja puolukan keski-korkeudet mitattiin näytealoittain yleensä viidestä kohtaa Laviassa, Mäntässä, Enonkoskella ja Ilomantsissa.

Marjasadot kerättiin yleensä kaksi kertaa kesässä; mustikan ja puolukan poimintakauden alussa. Poimintakaudet olivat seuraavat:

Lavia	4.–13. VII ja	23.–30. VIII 1978
Mänttä	24. VII–2. VIII ja	2.–9. IX 1978
Konnevesi	28. VII–4. VIII ja	18. VIII–3. IX 1979
Enonkoski		22.–27. VIII 1979
Ilomantsi	29. VII–7. VIII ja	25. VIII–6. IX 1981

Ensimmäisellä poimintakaudella poimittiin mustikka, Konnevedellä ja Ilomantsissa myös juolukka, variksenmarja, vadelma ja hilla. Muut marjat poimittiin toisena poimintakautena. Enonkoskella marjasato kerättiin vain puolukan poimintakauden alussa, koska kyseisenä vuonna mustikkasato jäi pieneksi. Myöhäisen poiminta-ajankohdan takia Enonkosken mustikka-, vadelma- ja juolukkasadosta esitetyt arviot ovat ilmeisesti todellisia satoja pienemmät. Tässä tutkimuksessa käsitellään vain puolukka-, mustikka-, juolukka-, karpalo-, variksenmarja-, vadelma-, hilla- ja lillukkasatoja. Muitakin marjoja kerättiin, mutta niiden sadot olivat hyvin vähäiset. Tietoja niiden ekologiasta ja sadoista on jo julkaistu (Raatikainen 1983).

Marjojen poiminta aloitettiin niiltä alueilta, joiden oletettiin tulevan ensiksi poimituiksi. Poiminta tehtiin käsin lukuunottamatta puolukoita, jotka poimittiin Viialan Viila Oy:n valmistamalla pöimureilla, joiden lan-kaväli oli 5,1 mm. Poiminta tehtiin mahdollisimman tarkasti kahdelta suunnalta keräten. Marjat puhdistettiin yleensä kentällä, laitet-



Kuva 1. Tutkimusalueet Lavia (L), Mänttä (M), Konnevesi (K), Enonkoski (E) ja Ilomantsi (I). Aikaisemmin on julkistettu tietoja Pihtiputaan (1), Siuruan (2), Rovaniemen maalaiskunnan (3), Meltauksen (4) ja Tepaston (5) marjasadoista.

tiin pusseihin ja pakastettiin. Laboratoriossa marjat punnittiin 0,1 g:n tarkkuudella. Mustikoiden ja puolukoiden koot määritettiin seulomalla 8,0, 5,7 ja 4,0 mm seuloilla.

Kun marjat poimittiin poimintakauden alussa, niiden koko oli pienempi kuin varsinaisena poimintakautena. Satomääriin tämä ei kuitenkaan paljon vaikuttanut, sillä vastaavasti marjojen lukumäärä oli silloin suurempi kuin varsinaisena poimintakautena. Tämä käy ilmi Raatikaisen ja Raatikaisen (1983) v. 1978 tekemästä puolukan kasvukautisesta kappalemäärän- ja painonmuutostutkimuksesta.

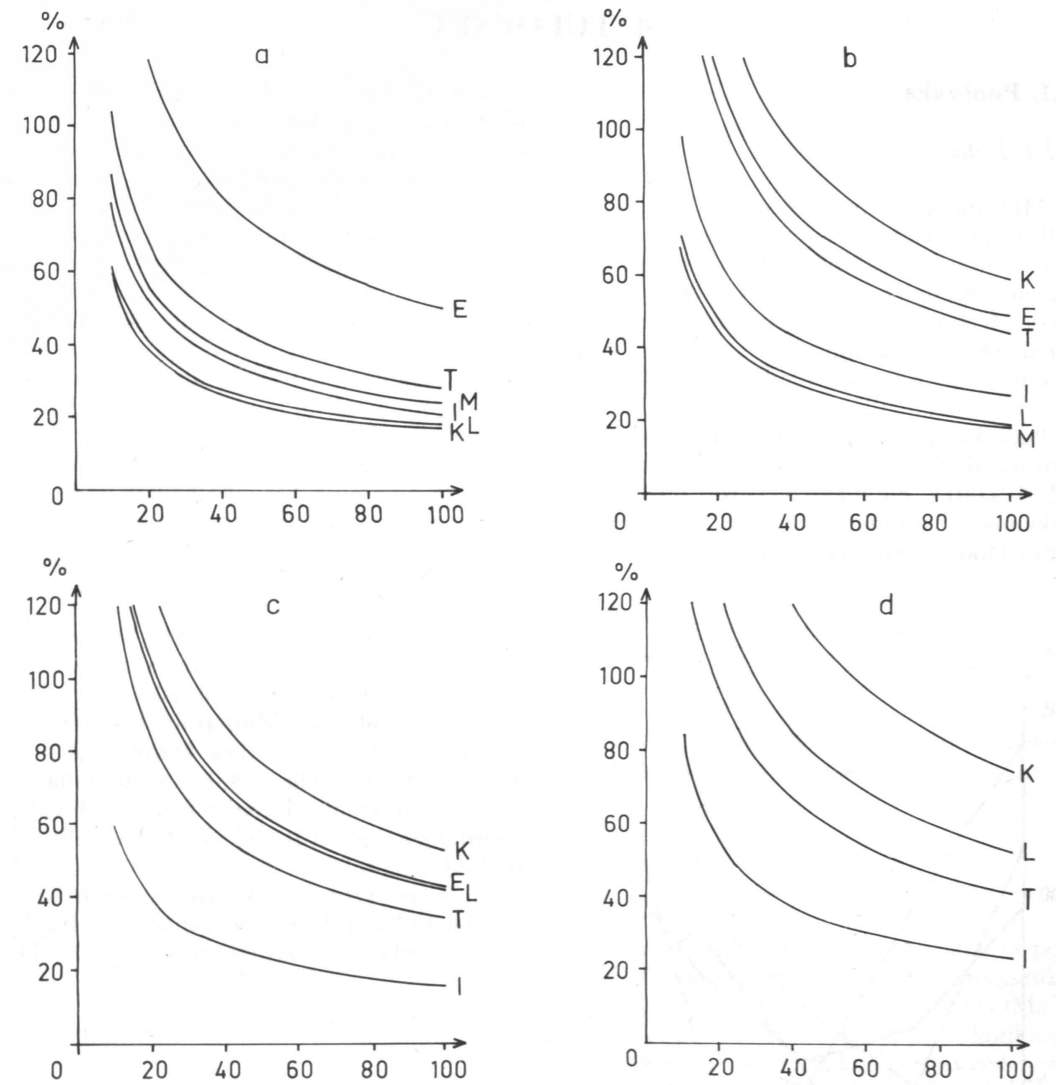
Marjasatoihin vaikuttavia tekijöitä selvitetiin varianssianalyysin avulla. Tarvittavat oletukset eivät aina täyttyneet, koska satotulosten jakauma oli vino. Tilastollisten testien tuloksia on tästä syystä tulkittu hyvin varovaisesti. Laskut suoritettiin sekä painottamalla havaintoja näytealan koon mukaan että painottamattomina. Kunnittaiset kokonaisadot saatiin kertomalla tutkimuslinjoilta poimittu marjamäärä koko kunnan ja linjojen metsätalouden maa-alojen suhteella.

Satotulosten luotettavuutta tutkittiin kunnittain ja koko aineistosta poimintakaistojen keskimääräisen sadon ja sen varianssin perusteella (Snedecor 1956). Marjasatona käytettiin poimintakaistojen alkupään 500 m² metsätalouden maa-alojen satoja. Satojakuma oli tosin jonkin verran vino, sillä niukka-marjaisia näytealoja oli eniten. Tarkastelu osoittaa kuitenkin pääpiirteittäin, mihin prosentuaaliseen luotettavuusväliin päästiin 95 % riskitasolla tutkittaessa eri määriä 500 m:n pituisten metsätalouden maa-alojen marjasatoja (kuva 2). Kun Ilomantsissa tutkittiin yhteensä 20 000 m:n, Laviassa 13 095 m:n, Mäntässä 12 495 m:n, Konnevedellä 11 792 m:n ja Enonkoskella 9 795 m:n pituisten ja yhden metrin levyisten metsätalouden maa-alojen sadot, niin mustikkasadot saatiin määritetyksi karkeasti arvioiden Ilomantsissa, Laviassa ja Konnevedellä 35 %:n, Mäntässä

±50 %:n ja Enonkoskella ±120 %:n tarkkuudella. Puolukkasatojen suuruudet saatiin selville vastaavasti Laviassa ja Mäntässä noin ±40 %:n, Ilomantsissa noin ±45 %:n, Enonkoskella noin ±115 %:n ja Konnevedellä noin ±130 %:n tarkkuudella. Variksenmarjan ja juolukan satojen luotettavuus oli vähän huonompi (kuva 2). Marjasadot saatiin heikoimmin selville niissä kunnissa, joissa sato oli epätasaisesti jakaantunut ja se oli poikkeuksellisen alhainen.

Marjasatojen vuosivaihtelu tutkittiin Mäntässä vuosina 1978 ja 1979 sekä Konnevedellä ja Laukaassa vuosina 1975–1983. Mäntässä mustikat ja puolukat poimittiin kolmelta 1 km pituiselta ja 1 m:n levyiseltä linjalta molempina vuosina. V. 1978 näillä linjoilla oli korkeimmat sadot Mäntässä. Konnevedellä ja Laukaassa mustikka- ja puolukkasadot poimittiin viidestä metsiköstä useilta 1,5 × 9 m näytealoilta (ks. Raatikainen 1984).

Tämän tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää keskimääräinen marjasato Väli-Suomessa. Sen takia aineistoa kerättiin eri vuosina ja eri kunnista. Marjasato saatiinkin hyvin selville, sillä metsätalouden maata tutkittiin yhteensä 67 177 m². Tämä tehtävä saatiin suoritetuksi mustikkasadon osalta noin ±25 %:n, variksenmarjasadon osalta noin ±30 %:n, juolukkasadon osalta noin ±35 %:n ja puolukkasadon osalta noin ±40 %:n tarkkuudella (kuva 2). Koska kyseisinä vuosina mustikkasadot olivat huonoja Enonkoskella ja Ilomantsissa, keskinkertaisia Konnevedellä ja Laviassa ja hyviä vain Mäntässä niin keskiboreaalisien vyöhykkeen pohjoisosan mustikkasato on keskimäärin ainakin tässä esitetyn suurinen. Koska puolukkasato oli huono Konnevedellä ja Ilomantsissa, keskinkertainen Mäntässä ja Enonkoskella ja hyvä vain Laviassa niin puolukkasadokin on keskimäärin ainakin tässä tutkimuksessa esitetyn suurinen. Vuosivaihtelu oli samansuuntainen kuin Laukaan pysyvillä näytealoilla (Raatikainen 1984).



Kuva 2. Mustikka- (a), puolukka- (b), variksenmarja- (c) ja juolukkasatojen (d) määrittystarkkuuden (%) riippuvuus tutkittujen 500 m²:n suuruisen metsätalouden maalla olleiden näytealojen määrästä eri kunnissa. E = Enonkoski, I = Ilomantsi, K = Konnevesi, L = Lavia, M = Mänttä ja T = edellä mainittujen kuntien yhdistetty aineisto.

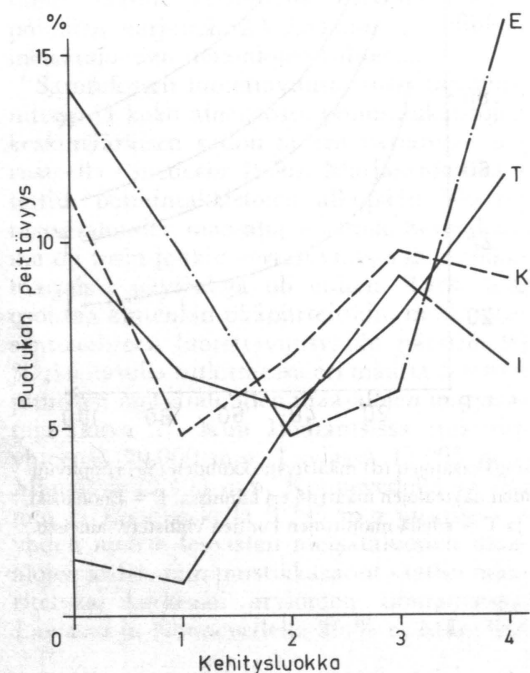
4. TULOKSET

4.1. Puolukka

4.1.1. Peittävyys

Metsätalouden maa-alasta oli keskimäärin 5,8 % puolukan versojen peittämää. Puolukan peittävydessä oli merkittäviä eroja eri kasvustotyyppien välillä ($P < 0.001$). Peittävyys oli suurin puolukkatyyppin metsissä ja aleni sekä rehevämpiin että karumpiin tyyppiin päin. Korvissa peittävyys oli keskitasoa, mutta rämeillä vain 0–2 %.

Puolukan peittävyys vaihteli kivennäismaiden metsissä myös eri kehitysluokkien välillä ($P < 0.001$). Puolukan versoisto oli tiheintä hakkuukypsissä metsissä (kuva 3). Päätehakkuun jälkeen puolukan peittävyys oli keski-

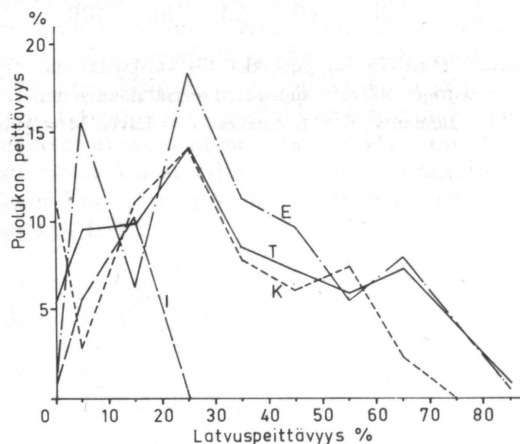


Kuva 3. Kivennäismaiden metsissä kasvaneen puolukan peittävyden riippuvuus puuston kehitysluokasta eri kunnissa ja koko aineistossa (T). Kuntien nimien lyhenteet kuvassa 1. Kehitysluokat: 0 = aukea ja siemenpuullinen aukea, 1 = taimikkoa, 2 = nuori kasvatusmetsikkö, 3 = varttunut kasvatusmetsikkö, 4 = hakkuukypsä metsikkö ja 5 = suojuspuumetsikkö (puuttuu tästä kuvasta).

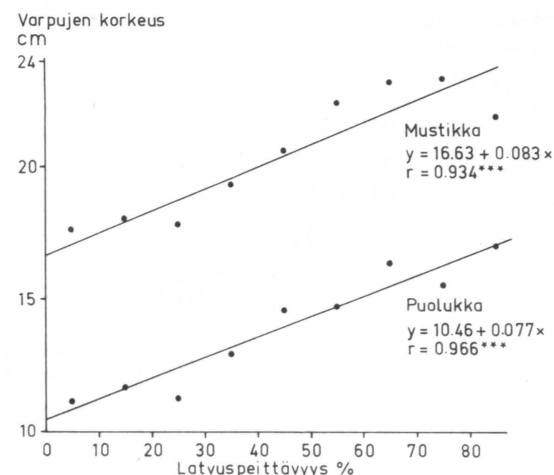
määrin hieman alempi, mutta Konnevedellä hieman suurempi kuin ennen hakkuuta. Puolukan versoisto oli vähäisimmillään nuorissa metsissä ja taimikoissa ja lisääntyi puuston varttuessa. Puuston latvuspeittävydellä ei ollut puolukan versoiston menestymiseen niin selvää vaikutusta kuin kasvustotyyppillä tai puuston kehitysvaiheella, sillä erot eri latvuspeittävyysluokkien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kuitenkin näyttää latvuspeittävyysalue 1–30 % olevan puolukan versoistolle optimaalisen ja yli 70 % latvuspeittävyys oli ilmeisen haitallinen (kuva 4). Kunnittain puolukan peittävyden vaihtelu oli suurinta avoimilla kasvupaikoilla; uudistusaloilla ja hakkuukypsissä metsissä. Näillä kasvustotyypeillä pienilmasto on äärevämpi, mikä aiheuttaa suurta vaihtelua myös puolukan versoiston tiheyteen.

Varianssianalyysin perusteella aurauksen tai laikutuksen ei todettu vaikuttaneen puolukan peittävyteen. Vesakkoruiskutukset fenoksiherbisideillä ja laiduntaminen hävittivät puolukan versoistoa monta kymmentä prosenttia. Mekaanisella vesakontorjunnalla ja harvennushakkuilla näytti olevan puolukalle positiivinen vaikutus. Metsitetyillä pelloilla puolukkaa ei ollut.

Puolukan varpujen keskimääräinen korkeus oli 13,2 cm. Varvustot olivat korkeimpia rehevimmillä ja kosteimmilla paikoilla:



Kuva 4. Puolukan peittävyden riippuvuus latvuspeittävydestä kivennäismailla. Lyhenteet kuvassa 2.



Kuva 5. Puolukan ja mustikan varvuston korkeuden riippuvuus latvuspeittävydestä. Kukin piste on 20–105 näytealan keskiarvo.

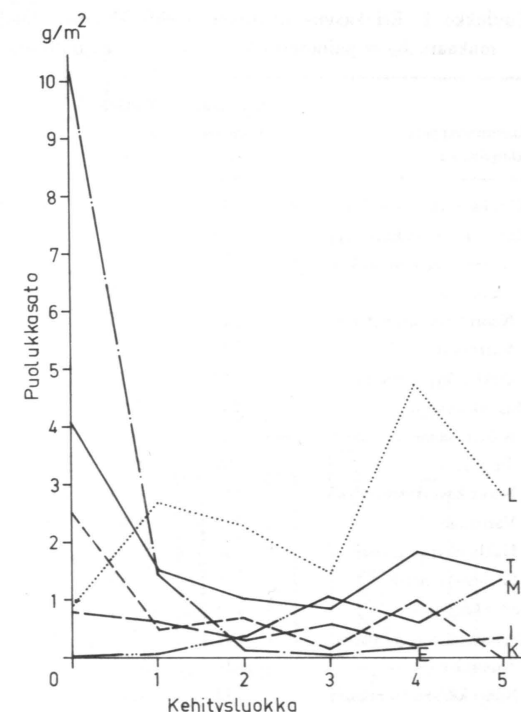
OMaT:llä, OMT:llä, korvissa ja MT:llä. Lyhyintä puolukan varvusto oli kuivissa ja karuissa kangasmetsissä. Rämeillä varvuston korkeus oli hieman keskimääräistä pienempi. Avoimilla paikoilla puolukan varvusto oli lyhyttä ja korkeus suureni tasaisesti latvuston sulkeutuessa. Tiheimmissä metsissä korkeus oli yli puolitoistakertainen avohakkuualueisiin verrattuna (kuva 5).

4.1.2. Marjasato

Keskimääräinen puolukkasato oli 8,0 kg metsätalouden maa-alan hehtaaria kohden. Kunnittain keskisato oli suurin Laviassa (18,6 kg/ha) ja pienin Ilomantsissa (2,5 kg/ha). Enonkoskella puolukoita oli keskimäärin 11,9 kg, Konnevedellä 5,3 kg ja Mäntässä 5,2 kg metsätalouden maa-alan hehtaarilla.

Puolukkasadossa oli erittäin merkitseviä eroja eri kasvupaikkatyyppien välillä ($P < 0.001$) (taulukko 1). Parhaat puolukkasadot olivat yleensä puolukka- ja kanervatyyppin kankailla, joilla keskisato oli 24–27 kg/ha. Tosin paras keskisato (86 kg/ha) oli jäkälätyypin metsissä, mutta se aiheutui yhden erittäin hyväsatosen näytealan vaikutuksesta.

Mustikkatyyppin metsissä sato oli heikohko ja vain harvoin riittävä marjojen keräämi-



Kuva 6. Puolukkasadon riippuvuus puuston kehitysluokasta kivennäismailla. Lyhenteet kuvissa 2 ja 3.

seen. Soiden puolukkasato oli heikko ja poimimisen kannalta lähes merkityksetön. Myöskään rehevistä kangasmetsistä (OMaT, OMT) ei puolukoita löytynyt juuri lainkaan. Puolukkasadon ja puolukan peittävyden välillä oli erittäin merkitsevä positiivinen korrelaatio ($r = 0.29$, 381 df, $P < 0.001$). Peittävyteen nähden marjominen oli heikointa korvissa ja runsainta kuivilla kankailla. Sadon ja varpujen korkeuden välillä oli erittäin merkitsevä negatiivinen korrelaatio ($r = 0.16$, 540 df, $P < 0.001$).

Puolukan sato vaihteli myös kivennäismaiden metsien kehitysluokan mukaan ($P < 0.01$). Keskimääräinen puolukkasato oli suurin aukeilla (kuva 6). Muokkaus alensi muutamiksi vuosiksi satoa, mutta sitten sato elpyi. Kunnittain vaihtelu oli myös suurin aukeilla paikoilla ja osoitti, samoin kuin peittävydenkin vaihtelu, mikroilmaston äärevyyttä. Laviassa ja Mäntässä puolukkasato oli aukeilla hyvin heikko ja lisääntyi vähitellen

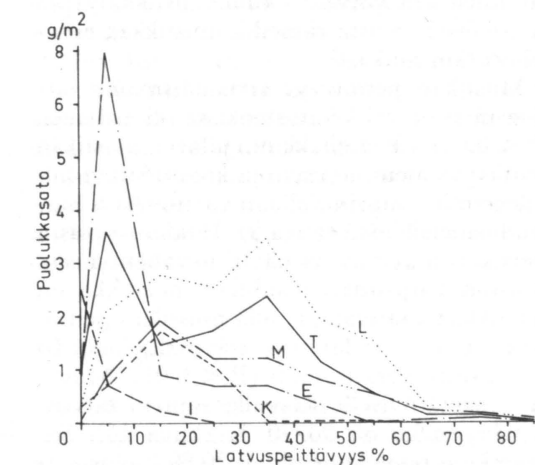
Taulukko 1. Eri kasvustotyyppien keskimääräinen puolukkasato kunnittain ja koko aineistossa linjajoinnin mukaan. \bar{x}_w = painotettu keskiarvo, \bar{x} = painottamaton keskiarvo. Kuntien lyhenteet kuvassa 2.

Kasvustotyyppi ja kehitysluokka	Näytealoja yhteensä kpl	Tutkittu pinta-ala m ²	Puolukkasato kunnittain g/m ²					Puolukkasato g/m ²		Osuus koko sadosta %
			E \bar{x}_w	I \bar{x}_w	K \bar{x}_w	L \bar{x}_w	M \bar{x}_w	Koko aineisto \bar{x}_w	\bar{x}	
Käenkaali-oravanmarja-tyyppi	10	725	0,0	—	0,0	—	1,3	0,1	0,1	0,10
Käenkaali-mustikka-tyyppi	71	5441	0,0	—	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,30
Aukea, siemenp. aukea	1	55	—	—	0,1	—	—	0,1	0,0	0,01
Taimikko	2	108	0,0	—	0,0	—	—	0,0	0,0	0,00
Nuori kasvatusmetsikkö	27	2215	0,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01
Varttunut ”	29	2233	0,0	—	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,23
Hakkuukypsä metsä	12	830	—	—	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,05
Mustikkatyyppi	266	21393	0,1	0,1	0,0	1,2	0,3	0,3	0,6	13,15
Aukea, siemenp. aukea	20	1880	0,5	0,0	0,1	0,4	0,0	0,2	0,5	0,61
Taimikko	32	2749	0,1	—	0,1	1,1	0,1	0,4	0,7	2,02
Nuori kasvatusmetsikkö	59	3599	0,0	0,0	0,0	2,3	0,6	0,5	1,0	3,47
Varttunut ”	112	10241	0,0	0,1	0,0	0,7	0,5	0,2	0,3	4,10
Hakkuukypsä metsä	37	2369	0,0	0,0	0,0	1,5	0,5	0,5	0,6	2,12
Suojuspuumetsä	6	555	—	0,1	0,0	3,4	0,0	0,8	1,5	0,83
Puolukkatyyppi	193	14742	2,7	0,6	3,4	4,1	1,7	2,4	2,7	64,92
Aukea, siemenp. aukea	27	2300	6,2	1,0	5,6	0,6	0,0	3,0	4,2	12,83
Taimikko	34	2753	2,4	0,4	1,4	3,5	0,0	2,0	2,4	10,16
Nuori kasvatusmetsikkö	42	3231	0,9	0,2	6,4	2,1	0,5	1,4	1,5	8,16
Varttunut ”	51	3580	0,3	0,8	0,8	3,5	3,4	2,2	2,3	14,63
Hakkuukypsä metsä	32	2473	0,3	0,7	2,8	8,9	0,9	4,0	4,0	18,35
Suojuspuumetsä	7	405	—	0,5	—	2,3	1,7	1,0	1,4	0,78
Kanervatyyppi	26	2135	13,6	0,6	1,1	2,6	—	2,0	3,0	8,00
Aukea, siemenp. aukea	4	200	33,6	0,7	0,0	—	—	8,1	8,7	3,01
Taimikko	2	210	2,4	1,7	—	—	—	1,8	2,0	0,72
Nuori kasvatusmetsikkö	12	1350	—	0,4	1,9	2,6	—	1,2	2,0	3,03
Varttunut ”	7	345	—	—	0,0	2,6	—	1,9	2,1	1,21
Hakkuukypsä metsä	1	30	0,6	—	—	—	—	0,6	0,6	0,03
Jäkälätyyppi	7	380	37,2	—	—	0,9	—	8,6	9,1	6,07
Korvet	153	8531	0,1	0,0	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	2,92
Kangaskorvet	39	2036	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,42
Varsinaiset korvet	89	4460	0,1	0,0	0,0	0,7	0,2	0,2	0,3	2,08
Korpiojot ja -muuttumat	25	2035	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,42
Rämeet	121	11226	0,0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	3,51
Kangasrämeet	15	1138	—	0,2	0,7	0,5	—	0,3	0,3	0,66
Tupasvillärämeet	6	505	—	0,0	—	0,0	—	0,1	0,1	0,06
Korpirämeet	14	995	—	0,4	0,0	0,0	0,3	0,4	0,3	0,65
Isovarpurämeet	42	3001	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,54
Rahkarämeet	6	560	—	0,5	—	—	—	0,5	0,3	0,51
Rämeojot ja -muuttumat	38	5027	0,0	0,1	0,0	1,1	0,1	0,1	0,2	1,09
Nevat	27	2604	1,9	0,1	0,0	—	—	0,2	0,3	0,74
Luhtanevat	3	80	0,0	0,0	—	—	—	0,0	0,0	0,00
Suursaranevat	5	625	—	0,0	0,0	—	—	0,0	0,0	0,00
Lyhytkorsinevat	19	1899	2,1	0,1	—	—	—	0,2	0,5	0,74
Niityt	8	229	0,9	—	0,0	—	0,0	0,7	0,4	0,28
Yhteensä	882	67406								100

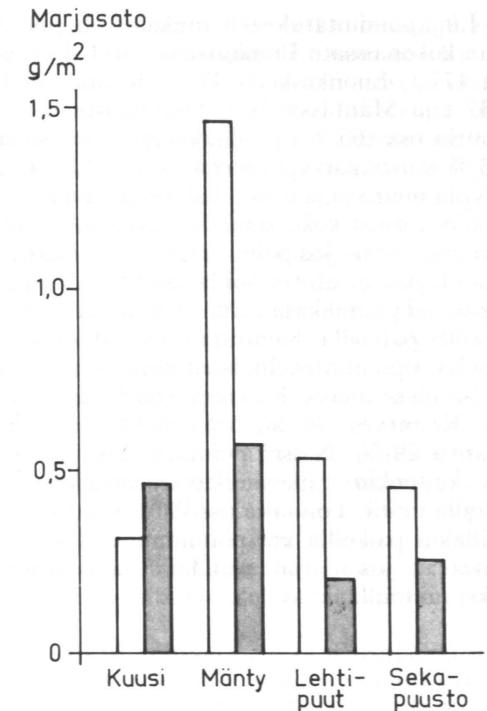
metsikön ikääntyessä. Sen sijaan Enonkoskella ja Konnevedellä puolukkasato oli lähes yksinomaan aukeilla. Ilomantsissa erot eri kehitysluokkien välillä olivat pienemmät kuin muissa kunnissa. Tulosten vaihtelu kuvaa ilmeisesti lähinnä vuosittaista vaihtelua: eri vuosina puolukka marjoo erilailla samoissa metsikön kehitysluokissa, mutta osittain myös vesakontorjunta-aineiden haittavaikutusta. Vaihtelu on pienintä kasvatusvaiheen metsissä, joiden sato on tasaisesti heikohko ja suurinta uudistamisvaiheen metsissä, joista saadaan ajoittain suurimmat hehtaarisadot.

Vuoden 1979 puolukkasato oli Mäntässä vain 22 % ja mustikkasato 26 % edellisvuotista. Ainoastaan avohakkuualueilla sadot olivat edellisvuotista korkeammat. Vuoden 1978 kesäkuun halla oli ilmeisesti tärkein syy avohakkuualueiden vähäiseen marjantuotokseen. Vuonna 1979 kevään ja alkukesän säät olivat suotuisat, joten syy huonoon satovuuteen saattoi olla varvuston talvehtimisessa, sillä alkutalvesta oli kovia pakkasia lumisuojan ollessa riittämätön. Sama ilmiö todettiin Laukaassa ja v. 1981 kukinta-aikainen suuri sademäärä lienee aiheuttanut Laukaassa ja Ilomantsissa puolukkasadon epäonnistumisen (ks. Raatikainen 1984).

Puolukka marjoi parhaiten puuston latvuspeittävyden ollessa 1–40 % (kuva 7). Puuston peittävyden edelleen lisääntyessä alkoi puolukkasato laskea kaikilla tutkituilla paikkakunnilla.



Kuva 7. Kivennäismaiden puolukkasadon riippuvuus latvuspeittävydestä. Lyhenteet kuvassa 2.

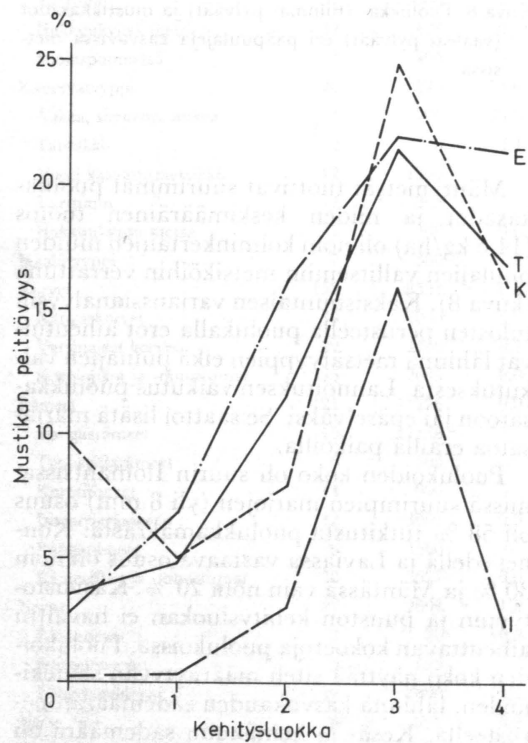


Kuva 8. Puolukka- (tummat pylväät) ja mustikkasadot (vaaleat pylväät) eri pääpuulajeja kasvavissa metsissä.

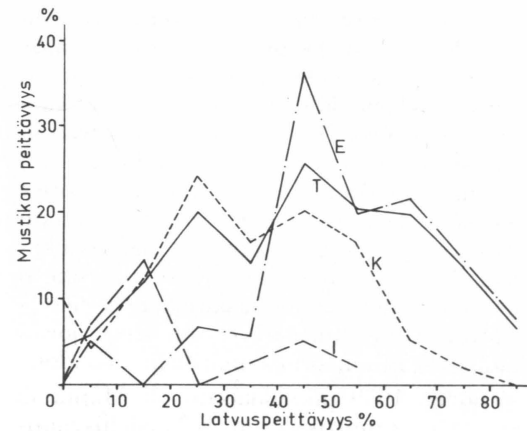
Mäntymetsät tuottivat suurimmat puolukkasadot ja niiden keskimääräinen tuotos (14,6 kg/ha) oli noin kolminkertainen muiden puulajien vallitseisiin metsiköihin verrattuna (kuva 8). Kaksisuuntaisen varianssianalyysin tulosten perusteella puolukalla erot aiheutuivat lähinnä metsätyyppien eikä puulajien vaikutuksesta. Lannoituksen vaikutus puolukkasatoon jäi epäselväksi. Se saattoi lisätä marjasatoa eräillä paikoilla.

Puolukoiden koko oli suurin Ilomantsissa, missä suurimpien marjojen (yli 8 mm) osuus oli 58 % tutkitusta puolukkamäärästä. Konnevedellä ja Laviassa vastaava osuus oli noin 30 % ja Mäntässä vain noin 20 %. Kasvustotyyppiin ja puuston kehitysluokan ei havaittu aiheuttavan kokoeroja puolukoissa. Puolukoiden koko näyttää siten määräytyvän säätekiöiden, lähinnä kasvukauden sademäärän perusteella. Kesä- ja heinäkuun sademäärä oli tutkimusvuonna Ilomantsissa yli kaksinkertainen Mäntän (Luonetjärven säähavaintoasema) sademäärään verrattuna.

Linjapointintulosten mukaan oli puolukan kokonaissato Ilomantsissa 578 t, Laviassa 477 t, Enonkoskella 337 t, Konnevedellä 237 t ja Mäntässä 24 t. Puolukoista kasvoi suurin osa (65 %) puolukkatyyppin metsissä, 13 % mustikkatyyppin metsissä, 8 % kanervatyyppin metsissä ja 6 % jäkälätyyppin metsissä. Soiden osuus koko puolukkasadosta oli alle kymmenesosa. Jos poimintakelpoisiksi käsitetään kaikki ne alueet, joilla satotasoa on yli 20 kg/ha oli puolukkasadosta 77 % poimintakelpoisilla paikoilla. Kunnittain marjatuotoksen puolesta poimintakelpoisten paikkojen sadon osuus oli seuraava: Enonkoski 88 %, Lavia 84 %, Konnevesi 78 %, Mänttä 64 % ja Ilomantsi 29 %. Näistä poimintapaikoista osa on kuitenkin vaikeakulkuista maastoa tai etäällä tiestä. Toisaalta useilla vähäsatoisemmillakin paikoilla voi poimiminen olla kannattavaa, jos marjat ovat laikuttain esimerkiksi mättäillä.



Kuva 9. Mustikasan peittävyys puuston kehitysluokasta kivennäismailla. Lyhenteet kuvissa 2 ja 3.



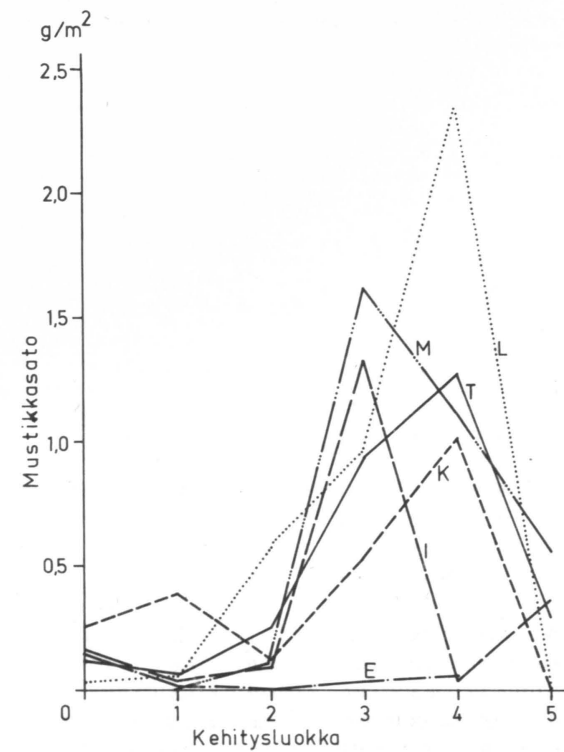
Kuva 10. Mustikasan peittävyys latvuspeittävydestä kivennäismailla. Lyhenteet kuvassa 2.

4.2. Mustikka

4.2.1. Peittävyys

Keskimäärin 11,3 % metsätalouden maa-alasta oli mustikan versojen peittämää. Eri metsätyyppillä peittävyys oli erilainen ($P < 0.001$). Mustikan varvusto oli peittäväntä mustikkatyyppin metsiköissä, joissa se peitti viidenneksen maa-alasta. Rehevämpiin metsätyyppisiin siirryttäessä peittävyys aleni vain lievästi, mutta kuivempiin tyyppisiin siirryttäessä peittävyys väheneminen oli hyvin jyrkkä. Korvissa kasvoi lähes yhtä runsas mustikan varvusto kuin mustikkatyyppin metsiköissä, mutta rämeillä mustikkaa esiintyi erittäin niukasti.

Mustikan peittävyys kivennäismailla olevien metsien eri kehitysluokissa oli erilainen ($P < 0.001$). Päätehakkuun jälkeen mustikan peittävyys aleni nopeasti ja kohosi sitten hiljalleen ollen suurimmillaan varttuneissa harvennusemetsiköissä (kuva 9). Hakkuukypsissä metsiköissä peittävyys näytti jo vähentyneen. Puuston varjostuksen suhteen mustikka on puolukkaa vaativampi, sillä mustikan peittävyys vaihteli eri latvuspeittävyysluokissa tilastollisesti merkitsevästi ($P < 0.01$). Mustikan vegetatiiviselle kasvulle sopivin latvuspeittävyysalue oli 20–70 % (kuva 10). Samoin kuin puolukalle oli yli 70 % latvuspeittävyys mustikalle selvästi haitallinen, mutta mustikka ei menestynyt avonaisilla paikoilla



Kuva 11. Mustikkasadon riippuvuus metsän kehitysluokasta kivennäismailla. Lyhenteet kuvissa 2 ja 3.

niin hyvin kuin puolukka. Ilomantsissa havaitut hyvin alaiset peittävyysarvot voivat olla osittain todellisia, alueellista eroa kuvastavia, mm. vesakontorjunnasta aiheutuvia, mutta osittain myös subjektiivisesta määrittämisestä aiheutuvia.

Mustikan varpujen korkeus oli keskimäärin 20,0 cm. Varvuston korkeus oli suurin tuoreissa kangasmetsissä ja korvissa. Keskimäärin matalin varvusto oli kuivissa kangasmetsissä. Rämeillä mustikan varvusto oli hiekan keskimääräistä lyhyempää. Varpujen korkeus lisääntyi tasaisesti latvuston sulkeutessa (kuva 5).

4.2.2. Marjasato

Mustikkasato oli keskimäärin 4,3 kg metsätalouden maa-alan hehtaaria kohden. Kunnittain keskisato oli suurin Mäntässä (7,0 kg/ha) ja pienin Enonkoskella (0,3 kg/ha). Ilomantsissa mustikkasato oli keskimäärin 3,1

kg, Konnevedellä 3,9 kg ja Laviassa 6,8 kg metsätalouden maa-alan hehtaaria kohden.

Mustikan marjasato vaihteli vain lievästi eri kasvustotyyppien välillä. Marjasato oli suurin puolukkatyyppin metsiköissä, mutta myös mustikka- ja kanervatyyppin kankailla ja korvissa oli runsaasti mustikkaa (taulukko 2). Kasvustotyyppin, puuston kehitysluokan ja puulajin merkitystä tutkittiin kolmisuuntaisella varianssianalyysillä. Vallitseva puulaji osoittautui kasvupaikkaa tärkeämmäksi mustikan marjasadon vaihtelua selittäväksi tekijäksi. Eniten tuottivat mänty- ja kuusivaltaisets metsät. Heikoimmin tuottivat mustikkaa lehtipuuvallaisets metsiköt ja sellaiset sekametsät, joissa ei ollut vallitsevaa puulajia (kuva 8). Mustikalla satoerot eri puulajien vallitsemisissä metsiköissä eivät olleet selitettävissä metsätyyppin vaikutuksesta aiheutuviksi niin kuin puolukalla. Ainoastaan kuusivaltaisissa metsissä mustikkasato oli puolukkasatoa suurempi.

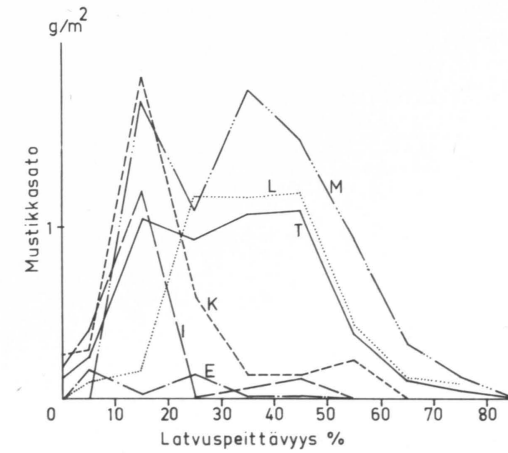
Mustikan peittävyys ja marjasadon välillä ei todettu merkitsevää korrelaatiota ($r = 0,054$, 369 df, $P > 0.05$). Pitkät mustikanvarvut osoittautuivat satoisammiksi kuin lyhyet, sillä sadon ja varpujen korkeuden välillä vallitsi erittäin merkitsevä positiivinen korrelaatio ($r = 0,123$, 636 df, $P < 0.001$). Versojen peittävyys nähdessä marjominen oli heikointa tuoreiden kankaiden metsiköissä ja runsainta kuivahkojen ja kuivien kankaiden metsiköissä.

Kivennäismaiden metsien mustikkasato oli erilainen eri kehitysluokissa ($P < 0.001$). Mustikkasato oli suurimmillaan hakkuukypsissä metsissä (kuva 11). Mustikka sietää huonosti avohakkuuta, sillä aukeilla uudistusaloilla mustikkasato oli alle 10 % hakkuukypsien metsiköiden sadosta. Hakkuualueilla mustikoita oli eniten varjoisissa reunoissa. Suojuspuuasentoon hakatuissa metsiköissä mustikkasato oli keskimäärin yli kaksinkertainen avohakkuualueisiin verrattuna. Sato elpyi nopeasti siirryttäessä nuorista varttuneisiin kasvatusmetsiköihin.

Varjostukseen nähdessä mustikka osoittautui puolukkaa vaativammaksi, sillä sato vaihteli eri latvuspeittävyysluokkien välillä tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($P < 0.001$). Mustikan marjasato oli suurimmillaan puuston peittävyys ollessa 10–50 % (kuva 12). Sadon alueellinen ja ajallinen vaihtelu oli suurinta harvahkoissa hakkuukypsissä met-

Taulukko 2. Eri kasvustotyyppien keskimääräinen mustikkasato kunnittain ja koko aineistossa linjapoininnan mukaan. Lyhenteet taulukossa 1.

Kasvustotyyppi ja kehitysluokka	Näytealoja yhteensä kpl	Tutkittu pinta-ala m ²	Mustikkasato kunnittain g/m ²					Mustikkasato g/m ²		Osuus koko sadosta %
			E \bar{x}_w	I \bar{x}_w	K \bar{x}_w	L \bar{x}_w	M \bar{x}_w	Koko aineisto \bar{x}_w	\bar{x}	
Käenkaali-oravanmarja-tyyppi	10	725	0,0	—	0,0	—	9,8	0,5	1,0	1,37
Käenkaali-mustikka-tyyppi	71	5441	0,0	—	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	2,37
Aukea, siemenp. aukea	1	55	—	—	0,3	—	—	0,3	0,3	
Taimikko	2	108	0,0	—	0,8	—	—	0,4	0,4	
Nuori kasvatusmetsikkö	27	2215	0,0	—	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	
Varttunut ”	29	2233	0,0	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	
Hakkuukypsä metsä	12	830	—	—	0,1	2,4	0,5	0,4	0,6	
Mustikkatyyppi	266	21393	0,0	1,1	0,2	0,6	0,7	0,5	0,6	33,39
Aukea, siemenp. aukea	20	1880	0,1	0,2	0,6	0,0	0,0	0,1	0,2	
Taimikko	32	2749	0,0	—	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	
Nuori kasvatusmetsikkö	59	3599	0,0	1,0	0,1	0,5	0,4	0,2	0,2	
Varttunut ”	112	10241	0,0	1,4	0,2	0,8	1,4	0,7	0,8	
Hakkuukypsä metsä	37	2369	0,0	0,1	0,3	1,9	1,0	0,8	1,2	
Suojuspuumetsä	6	555	—	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	
Puolukkatyyppi	193	14742	0,1	0,2	2,0	0,9	1,4	0,8	0,8	39,18
Aukea, siemenp. aukea	27	2300	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	
Taimikko	34	2753	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	
Nuori kasvatusmetsikkö	42	3231	0,0	0,0	1,1	0,5	0,0	0,2	0,5	
Varttunut ”	51	3580	0,3	0,6	2,3	1,3	3,0	1,6	1,6	
Hakkuukypsä metsä	32	2473	0,1	0,0	2,9	2,2	1,9	1,9	1,7	
Suojuspuumetsä	7	405	—	0,4	—	0,0	0,7	0,5	0,5	
Kanervatyyppi	26	2135	0,2	0,0	0,0	1,0	—	0,3	0,4	2,48
Aukea, siemenp. aukea	4	200	0,3	0,0	0,0	—	—	0,1	0,1	
Taimikko	2	210	0,1	0,0	—	—	—	0,0	0,0	
Nuori kasvatusmetsikkö	12	1350	0,1	0,0	0,0	0,3	—	0,1	0,1	
Varttunut ”	7	345	—	—	0,0	2,4	—	1,6	1,3	
Hakkuukypsä metsä	1	30	0,1	—	—	—	—	0,1	0,1	
Jäkälätyyppi	7	380	0,4	—	—	0,0	—	0,1	0,1	0,13
Korvet	153	8531	0,0	1,0	0,1	0,8	0,4	0,5	0,6	14,99
Kangaskorvet	39	2036	0,0	0,0	0,1	1,1	0,3	0,5	0,7	
Varsinaiset korvet	89	4460	0,0	1,4	0,0	0,6	0,4	0,6	0,6	
Korpiojikat ja -muuttumat	25	2035	0,0	0,7	0,1	0,4	0,2	0,2	0,3	
Rämeet	121	11226	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	6,09
Kangasrämeet	15	1138	—	0,1	0,6	0,5	—	0,4	0,5	
Tupasvillarämeet	6	505	—	0,0	—	0,0	—	0,0	0,0	
Korpirämeet	14	995	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Isovarpurämeet	42	3001	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	
Rahkarämeet	6	560	—	0,2	—	—	—	0,2	0,2	
Rämeojikat ja -muuttumat	38	5027	0,0	0,2	0,0	1,1	0,0	0,2	0,3	
Nevat	27	2604	0,0	0,0	0,0	—	—	0,0	0,0	0
Luhtanevat	3	80	0,0	0,0	—	—	—	0,0	0,0	
Suursaranevat	5	625	—	0,0	0,0	—	—	0,0	0,0	
Lyhytkorsinevat	19	1899	0,0	0,0	—	—	—	0,0	0,0	
Yhteensä	874	69967								100



Kuva 12. Mustikkasadon riippuvuus latvuspeittävydestä kivennäismailla. Lyhenteet kuvassa 2.

sissä, missä myös keskimääräinen sato oli suurimmillaan. Enonkoskella, Konnevedellä ja Ilomantsissa mustikka marjoi harvemmissä metsissä paremmin kuin Laviassa ja Mäntässä. Vuosittain mustikkasato näyttää keskittyvän eri tiheisiin metsiköihin kuitenkin verraten ahtaissa rajoissa.

Marjojen koko vaihteli kunnittain siten, että marjat olivat suurimpia Ilomantsissa ja pienimpiä Mäntässä. Konnevedellä marjakoko oli hieman suurempi kuin Laviassa. Ilomantsissa ja Konnevedellä mustikat olivat suurimpia puolukkatyyppillä, mutta Laviassa ja Mäntässä ei havaittu kokoeroja eri kasvustotyyppien välillä. Puuston kehitysluokittain ei marjakoossa todettu merkitseviä eroja. Kasvukauden aikaisen sademäärän vaikutus näkyi marjakoossa siten, että sateisena kesänä marjakoko oli kuivilla metsätyypeillä suurempi kuin kuivana kesänä.

Linjapoinintatulosten mukaan mustikan kokonaissato oli Ilomantsissa 733 t, Laviassa 176 t, Konnevedellä 175 t, Mäntässä 32 t ja Enonkoskella 9 t. Mustikkasadosta oli puolukkatyyppin metsissä 39 %, mustikkatyyppin metsissä 33 %, korvissa 15 % ja rämeillä 6 %. Hehtaarisadon perusteella mustikkasadosta oli poimintakelpoisilla paikoilla (yli 20 kg/ha) keskimäärin 60 %. Mäntässä oli sadosta 79 % poimintakelpoisilla paikoilla, mutta Enonkoskella ei yhtään. Laviassa sadosta oli poimintakelpoisilla paikoilla 64 %, Konnevedellä 57 % ja Ilomantsissa 34 %.

4.3. Juolukka

Juolukan keskimääräinen marjasato oli 0,7 kg metsätalouden maa-alan hehtaaria kohden. Soilla juolukoita oli 2,0 kg/ha. Juolukkasato vaihteli kunnittain erittäin paljon. Juolukoista 86 % löytyi Ilomantsista ja siellä keskimääräinen sato oli 2,8 kg suohehtaaria kohden. Laviassa ja Konnevedellä sato oli keskinkertainen, 1,0 kg ja 0,6 kg suohehtaarilla. Enonkoskella ja Mäntässä juolukoita oli vain 0,03 ja 0,02 kg/suohehtaari.

Juolukan marjantuotos oli selvästi riippuvainen kasvustotyyppistä. Marjasato oli suurin rämeillä (taulukko 3). Keskisato oli suurin rahkarämeillä, mutta rahkarämeitä sisältyi tutkimuslinjoihin ainoastaan Ilomantsissa, joten tämän suotyyppin sato ei edusta koko Väli-Suomen aluetta. Isovarpurämeillä juolukoita oli keskimäärin 3,9 kg/ha ja parhaimmillaan Laviassa 87,5 kg hehtaarilla. Rämeiden osuus koko juolukatuotoksesta oli 94 %. Puuston iällä, vallitsevalla puulajilla tai puuston latvuspeittävytyydellä ei todettu olevan merkitsevää vaikutusta juolukan marjasatoon. Juolukkaa kasvoi myös kangasmaiden rantametsissä.

Linjapoinintojen perusteella laskettiin juolukan kokonaissadon olleen Ilomantsissa 393,1 t, Laviassa 7,4 t, Konnevedellä 5,8 t, Enonkoskella 0,1 t ja Mäntässä alle 0,1 t.

4.4. Karpalo

Myös karpaloiden sadosta valtaosa, 83 %, löytyi Ilomantsista. Kunnittain keskisato suohehtaarilla oli seuraava: Ilomantsi 2,1 kg, Konnevesi 1,5 kg, Enonkoski 0,4 kg, Lavia 0,3 kg ja Mänttä alle 0,1 kg. Kaikkien kuntien yhteinen keskiarvo oli 1,3 kg/suohehtaari.

Karpaloiden marjantuotos jakautui lähes tasan rämeiden ja nevojen kesken (taulukko 3). Korprien osuus oli vain 4 %. Parhaimmat keskisadot olivat lyhytkorsinevoilla, korpirämeillä ja rahkarämeillä. Isokarpalon ja pikkukarpalon sadot tutkittiin erikseen Enonkoskella. Siellä 95 % marjoista oli isokarpaloa.

Tutkimuksen mukaan karpalon marjasato oli Ilomantsissa 293,3 t, Konnevedellä 13,7 t, Laviassa 1,9 t, Enonkoskella 1,6 t ja Mäntässä alle 0,1 t.

Taulukko 3. Juolukan, karpalon ja variksenmarjan keskimääräinen marjasato eri kasvustotyypeillä linjapoinnintojen mukaan. Näytealojen lukumäärät, tutkitut pinta-alat ja lyhenteet samat kuin taulukossa 1.

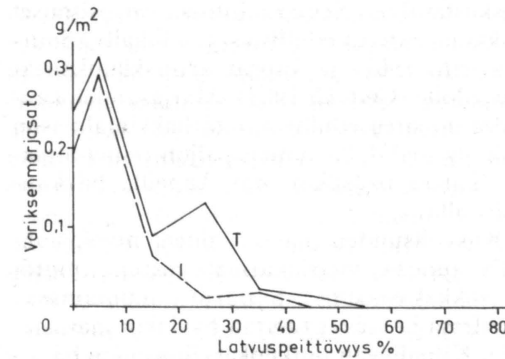
Kasvustotyyppi	Juolukasato						Karpalosato						Variksenmarjasato						Painottamattomat keskiarvot			
	E		I		T		E		I		T		E		I		T		Juo-	Kar-	Variksen-	
	P	M	P	M	T	%	P	M	P	M	T	%	P	M	P	M	T	lukka	palo	marja		
Käenkaali-																						
oravanmarja-tyyppi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Käenkaali-mustikkatyyppi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mustikkatyyppi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Puolukkattyyppi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,19	0,26	0,92	0,15	0,01	0,25	45,72	0,00	0,00	0,15
Kanervatyyppi	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	3,19	0,38	0,21	0,00	0,00	0,40	10,65	0,00	0,00	0,64
Jäkälätyyppi	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,19	0,03	0,00	0,02
Korvet	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	3,83	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,02	1,73	0,01	0,02	0,04
Kangaskorvet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Varsinaiset korvet	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	3,27	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,02	1,33	0,01	0,04	0,06
Korpiojikat ja -muuttumat	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,28	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02	0,40	0,01	0,02	0,03
Rämeät	0,00	0,39	0,23	0,22	0,00	0,32	93,80	0,02	0,15	0,55	0,00	0,14	52,75	0,61	0,25	0,08	0,48	0,00	0,27	38,46	0,37	0,20
Kangasrämeät	0,62	0,42	0,05	0,00	0,39	11,41	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,30	0,27	0,03	0,00	0,20	2,89	0,25	0,00	0,15
Tupasvillarämeät	0,38	0,06	0,06	0,00	0,35	4,51	0,18	0,00	0,00	0,01	0,00	2,76	0,35	0,00	0,00	0,00	0,32	2,00	0,26	0,25	0,00	0,48
Korpirämeät	0,08	0,00	0,07	0,00	0,06	1,66	0,36	4,49	0,07	0,00	0,00	19,90	0,09	0,00	0,00	0,04	0,00	0,07	0,81	0,07	0,59	0,07
Isovarpurämeät	0,00	0,48	8,75	0,41	0,00	0,39	29,93	0,09	0,07	0,00	0,00	3,92	0,03	0,27	0,00	0,98	0,01	0,41	15,21	0,64	0,02	0,24
Rahkarämeät	0,65	0,00	0,00	0,00	0,65	9,35	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	9,75	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	5,47	0,62	0,38	0,80
Rämeojikat ja -muuttumat	0,01	0,33	0,00	0,00	0,29	36,94	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	16,28	0,84	0,19	0,00	0,00	0,00	0,19	12,08	0,31	0,08	0,16
Nevat	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	4,47	0,35	0,53	0,00	0,00	0,00	43,42	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,09	2,89	0,02	0,33	0,04
Luhianeavat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suursaraneavat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,02
Lyhytkorsineavat	0,00	0,10	0,00	0,00	0,09	4,47	0,42	0,69	0,00	0,00	0,00	42,99	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,12	2,81	0,03	0,03	0,46

4.5. Variksenmarja

Variksenmarja oli tutkituista marjalajeista puolukan ja mustikan jälkeen satoisin. Keski-sato oli 1,5 kg metsätalouden maa-alan hehtaarilla. Variksenmarjasato oli kunnittain hyvin tasainen lukuunottamatta Mänttää, jossa variksenmarjoja oli alle 0,1 kg/ha. Ilomantsissa sato oli 2,0 kg, Konnevedellä 1,4 kg, Laviassa 1,1 kg ja Enonkoskella 1,0 kg hehtaarilla.

Variksenmarjan sato oli erilainen eri kasvustotyypeillä (P < 0.01). Marjasato oli suurin rämeillä sekä kanerva- ja puolukkattyyppin kankailla (taulukko 3). Enonkoskella ja Konnevedellä variksenmarjatuotos oli lähes pelkäästään kangasmetsissä, mutta Ilomantsissa ja Laviassa yli puolet marjoista kasvoi soilla. Keski-sadon vaihtelu puuston kehitysluokittain oli samantapainen kuin puolukalla: suurimmillaan sato oli aukeilla ja taimikoissa sekä hakkuukypsissä metsissä. Kasvatustyyppissä variksenmarja marjoi hyvin niukasti. Erot eri kehitysluokkien välillä aiheutuivat lähinnä puuston latvuspeittävyden vaihtelusta (P < 0,05). Variksenmarja marjoi parhaiten aukeilla ja marjasato väheni jyrkästi latvuspeittävyden lisääntyessä (kuva 13).

Tutkimuksen mukaan variksenmarjan kokonaissato oli Ilomantsissa 460,6 t, Konnevedellä 60,9 t, Enonkoskella 28,8 t, Laviassa 28,2 t Mäntässä 0,1 t.



Kuva 13. Variksenmarjasadon riippuvuus latvuspeittävydestä. Lyhenteet kuvassa 2.

4.6. Vadelma

Keskimääräinen vadelmasato oli Enonkoskella ja Konnevedellä 0,2 kg metsätalouden maa-alan hehtaaria kohden. Koko marjasadon määräksi saatiin Konnevedellä 8,5 t ja Enonkoskella 4,5 t. Kokonaissadot olivat todellisuudessa paljon näitä suuremmat koska yhdellä poimintakerralla saatiin kerätyksi vain pieni osa pitkänä kautena kypsyvästä ja nopeasti varisevasta vadelmasta.

Vadelmia löytyi tavallisesti rehevien kasvustotyyppien reunavyöhykkeistä: teiden tai ojen pientareilta ja peltojen sekä hakkuuaukkojen reunoilta. Niitä oli myös suo-ojitusaloilla. Latvuspeittävyden ollessa suuri vadelma ei marjonut. Vähäisen aineiston ja suuren reunavaikutuksen takia ei vadelmasatoon vaikuttavista tekijöistä voitu tehdä selkeitä johtopäätöksiä.

4.7. Hilla

Hillaa esiintyi tutkimuslinjoilla marjovana ainoastaan Ilomantsissa, jossa keski-sato oli 0,9 kg suohehtaaria kohden. Tutkimuksen mukaan hillan kokonaissato oli Ilomantsissa v. 1981 noin 132 t.

Hillasato oli voimakkaasti kasvustotyyppistä riipuva (P < 0,001). Parhailla hillasoilla, korpisrämeillä ja korpiojikoilla, marjoja oli 2,7 kg/ha. Rahkarämeillä hillasato oli 2,1 kg ja lyhytkorsinevoilla 1,8 kg hehtaarilla. Rämeiden ojitus näytti vaikuttavan hillasatoa vähentävästi, sillä ojitetuilla rämeillä hillaa oli vain 0,5 kg/ha, kun ojitamattomien rämeiden keski-sato oli 1,2 kg/ha.

Kasvupaikan tyyppin lisäksi hillasato vaihteli puuston peittävyden ja varjostuksen mukaan (P < 0,05). Marjasato oli suurimmillaan latvuspeittävyden ollessa 10–20 %. Vallitsevalla puulajilla ei todettu olevan merkitystä.

4.8. Lillukka

Lillukka oli tutkituista marjalajeista vähä-satoisin. Sen keskimääräinen marjantuotos oli vain 17 g metsätalouden maa-alan hehtaaria

ria kohden. Eniten lillukoita oli Enonkoskella (52 g/ha) ja vähiten Ilomantsissa (4 g/ha). Mäntässä sato oli 15 g/ha ja Laviassa 12 g/ha.

Lillukan marjasadon ei todettu olevan sidoksissa kasvustotyyppeihin. Lillukka ei kuiten-

5. TULOSTEN TARKASTELU

Menetelmistä. Marjasatojen suuruuden määrittäminen on työlästä niiden laikuttaisen esiintymisen takia (Salo 1983, Sepponen ja Viitala 1983). Mm. puolukan marjat ovat epätasaisemmin jakaantuneet huonoina kuin hyvinä marjavuosina (Paal ym. 1983). Siksi ilmeisesti Pihitputaalla sattumalta erittäin hyvinä marjavuosina tehdyissä esitutkimuksissa (Raatikainen 1978, Raatikainen ja Raatikainen 1983) kunnan puolukka- ja mustikkasadot saatiin 17 poimintalinjalta tarkemmin määritetyksi kuin tämän tutkimuksen kunnissa keskimäärin.

Marjalajien sadon poiminta yhdellä kertaa ei myöskään anna aivan oikeaa kuvaa koko sadosta, koska sato kypsyy pitkänä aikavälinä. Varsinkin vadelmasato, mutta myös mustikkasato jäävät liian alhaisiksi poimittaessa vain kerran. Jos emme pyri saamaan selville tarkoin marjojen kokonaismäärää ja kokonaissatoa niin poimittavissa oleva sato saadaan selville kertapoiminnalla useimmista marjalajeista, vadelmaa lukuunottamatta, kuitenkin melko tarkoin. Uusien marjojen kypsyessä ja kypsien marjojen koon kasvaessa marjoja myös varisee ja eläimet syövät niitä. Sato pysyy täten pitkän aikaa melko samansuuruisena (Raatikainen ja Raatikainen 1983). Jos vain marjojen koon kasvu otetaan huomioon kuten Jaakkola (1983) on tehnyt, muttei varisemista, niin silloinkaan ei saada oikeaa satoa. Zvorykinan (1970) mukaan virhe voi olla todelliseen mustikkasatoon verrattuna jopa kaksinkertainen.

Hakkuiden ja metsien hoidon vaikutuksista marjasatoihin. Lillukka ja vadelma hyötyvät V. Kujalan (1964) mukaan metsien hakkuista. Juolukkaan ja variksenmarjaan hakkuut eivät paljon vaikuta. Puolukka ja varsinkin mustikka kärsivät metsien paljaaksihakkuista ja puuden kuljetuksesta, minkä ovat todenneet puolukasta mm. Smirnov ym. (1967).

kaan marjonut kanervatyypin eikä jäkälätyypin kankailla. Soista ainoastaan kangaskorvet tuottivat lillukkaa. Puuston latvuspeittävytydellä, kehitysluokalla tai lajisuhteella ei todettu merkitsevää vaikutusta lillukan marjasatoon.

Metsien hakkuiden vaikutus marjomiseen on toisenlainen kuin vegetatiiviseen kasvuun. Metsämarjat kukkivat ja marjovat parhaiten puolivaloisassa tai valoisassa paikassa. Täten harvennushakkuut ovat lisänneet metsämarjojen satoja, ja tällaisia metsiähän on valtaosa kivennäismaiden metsistä. Vadelman, puolukan ja variksenmarjan marjomista on edistänyt myös paljaaksihakkuu. Vadelmahan on tyypillinen r-strateginen laji, jonka päämarjomisalueet ovat hakkuualueita ja metsien reunoja. Puolukka tosin vähenee paljaaksihakkuun takia, mutta sen kukkatiheys ja marjatuotos voivat, varsinkin aluksi (mm. Smirnov ym. 1967, Etholén 1983) suureta tiheään päätehakkukypsään metsään verrattuna, jos korjuukoneilla ei hävitetä liiaksi marjakasvustoa eivätkä säätekijät estä hakkuuaukeilla marjasadon muodostumista. Variksenmarjan parhaat marjomisalueet ovat niin ikään hakkuualueilla.

Mustikan versosto vähenee voimakkaasti paljaaksihakkuun jälkeen, mutta on runsas varsinkin hakkuualueen suojaisilla laidoilla. Reunavyöhykkeessä mustikka marjoo tavallisesti erittäin hyvin. Myös puolukalle hakkuualueen laide näyttää olevan edullisempi kuin keskusta-alue. Neuvostoliitossa on osittaiset hakkuut todettu edullisiksi puolukalle (Smirnov ym. 1967) ja kapeat avohakkuukaistat karpalolle (Gedykh 1983). Marjasatojen kannalta on siten edullista, että hakkuualueisiin sisältyy mahdollisimman paljon reuna-alueita. Tähän päästään mm. kapeilla hakkuukaistoilla.

Kasvillisuuden hävittäminen muokkauksella tuhoaa metsämarjakasvustoja, mutta puolukkakasvustot toipuvat muutamassa vuodessa ja voivat tuottaa hyviäkin marjasatoja. Kilpailevan putkilokasvillisuuden hävittäminen on lisännyt Smirnovin ym:n (1967) mukaan puolukan peittävyttä. Mukulan ja

Raatikaisen (1983) mukaan kenttäkerroksen muiden kasvien hävittäminen lisää puolukka- ja mustikkasatoja. Etholénin (1983) mukaan puolukan ja mustikan sadot ovat muokatuilla aloilla noin 10 vuoden kuluttua ilmeisesti suuremmat kuin muokkaamattomilla aloilla.

Jos vesakkoja torjutaan fenoksiherbisideillä, niin silloin mustikka-, vadelma-, puolukka- ja variksenmarjasadotkin alenevat useiksi vuosiksi. Ilomantsin yhdellä lentoruiskutusalueella puolukkasato oli kolmen vuoden kuluttua MCPA-käsittelystä 16 % (Lehikoinen 1980) ja kymmenellä lentoruiskutusalueella puolukkasato oli viiden vuoden kuluttua 2, 4, 5-T -käsittelystä keskimäärin 46 % käsittelmättömien alojen sadoista (Raatikainen ja Raatikainen 1982). Etholénin (1983) mukaan puolukkasato palautui Pohjois-Suomessa jo viidessä vuodessa. Mustikka palautui hitaammin. Ilomantsissa se palautui viidessä vuodessa vain 31 %:sti. Variksenmarjasato palautui sekä Ilomantsissa että Pohjois-Suomessa nopeimmin. Glyfosaatin vaikutus oli samankaltainen, mutta puolukkasato palautui jo 2-3 vuoden kuluttua käsittelystä (Raatikainen ja Raatikainen 1982).

Metsien lannoituksen on todettu lisäävän puolukka- ja mustikkasatoa, mutta ei läheskään kaikilla paikoilla eikä joka vuosi (Päivinen 1976, Mukula ja Raatikainen 1983, Niitymaa 1983). Kuntien kokonaismarjasatoihin sillä lienee jonkin verran vaikutusta. Onhan Suomessa lannoitettu metsätalousmaita tähän mennessä yli 2,5 milj. hehtaaria.

Tämän tutkimuksen kivennäismaiden metsämaista oli hakkuuaukeita ja siemenpuuaukeita 10,1 % ja taimikoita 13,1 %. Noilla aloilla oli kivennäismaiden variksenmarjasadoista 47 %, puolukkasadoista 38 %, juolukkasadoista 35 %, vadelmasadoista 13 % ja mustikkasadoista vain 3 %. Marjasadot saataisivat olla vähän suurempia, jos kemiallisen vesakontorjunnan sijasta olisi tehty mekaaninen vesakontorjunta. Vuosina 1975-1978 tehdyt lentoruiskutukset antavat jonkinlaisen kuvan kemiallisen torjuntakäsittelyn yleisyydestä. Yksistään ilma-aluksista käsin käsiteltiin tuolloin 1,4 % metsätalousmaidet kokonaispinta-alasta (Raatikainen 1980). Kemiallisen vesakontorjunnan vaikutukset jäivät kuitenkin vähäisiksi Ilomantsin kuntaa lukuunottamatta.

Puolukka ja mustikka ovat boreaalisen havumetsävyöhykkeen lajeja ja sopeutuneet

kasvamaan havupuiden suojassa. Lehtipuiden osuus näyttää heikentävän niiden satoja ja puhtaissa lehtimetsissä mustikkasato oli vain kolmasosa mäntymetsien sadosta, vaikka metsätyypin vaikutus eliminoitiinkin. Puolukka ei marjonut lehtimetsissä juuri ollenkaan, joten sen osalta ei aineisto ollut riittävä. Samansuuntaiset tulokset on saatu myös Ruotsissa (Eriksson ym. 1979). Lehtipuiden epäedullinen vaikutus aiheutuu mm. lehtikarriksen varpukasveja haittaavasta, mutta heinäkasveja suosivasta vaikutuksesta. Kilpaileva heinäkasvillisuus lisääntyy lehtimetsissä myös valoisuuden lisääntyessä.

Suo-ojitusalueilla vadelma sai uusia kasvupaikkoja ja marjoi niillä kunnes varjostus tukahdutti marjatuotokset, kuten Veijalainenkin (1976) totesi. Juolukka ja variksenmarja kestivät suo-ojitusta ja marjoivat suo-ojikoilla ja -muuttumilla, kunnes varjostavat puustot alensivat marjatuotoksia.

Soiden ojitukset eivät hävittäneet hillaa kokonaan, mutta ne supistivat hillaa tuottavaa pinta-alaa, kuten Veijalainenkin (1978) totesi. Karpalo säilyi melko pitkään ojitetuilla soilla, mutta marjominen tyrehtyi. Ruuhijärven (1976) mukaan karpalosadot putoavatkin ojitetuilla soilla helposti noin kymmenenteen osaan alkuperäisestä.

Tämän tutkimuksen alueilla soiden viljelyksen otto ja metsäojitukset pienensivät hilla- ja karpalosatoja. Parhaat karpalosadot olivat jääneet luhtasoille, mutta niiden alat olivat pieniä ja osaksi säännösteltyjen vesien rannoilla.

Yhteenvetona ihmisen vaikutuksesta metsämarjasatoihin voidaan todeta, että paljaaksihakkuut alensivat mustikkasatoja kaikilla tutkimusalueilla, mutta lisäsivät vadelma-, variksenmarja- ja osaksi puolukkasatojakin. Taimikoiden mekaanisen torjunnan vaikutus oli samankaltainen, mutta kemiallinen torjunta alensi kaikkien marjojen satoa torjunnan jälkeisinä vuosina varsinkin Ilomantsissa, jossa käsittelyjä oli tehty eniten. Metsien kuuseuttamisella oli vähennetty marjasatoja. Harvennushakkuilla oli taas hyvin merkittävästi lisätty metsämarjasatoja.

Säatekijöiden vaikutuksista marjasatoihin. Ihmisen toimenpiteet vaikuttavat metsämarjasatoihin tavallisesti vuosia ja vuosikymmeniä. Säatekijöiden vaikutukset ovat yleensä vielä pitempiäaikaisia, mutta myös hyvin lyhytaikaisia.

Tietomme kukintaa edeltävien säätekijöiden vaikutuksista marjasatoihin ovat vähäiset. Mustikasta ja puolukasta on kuitenkin selviä toteennäyttöjä mm. talvipakkasten haitallisista vaikutuksista (Havas 1965, 1971, Solantie 1980, Raatikainen ja Pöntinen 1983, Raatikainen 1984). Ne lienevät alentaneet mustikan ja ilmeisesti puolukan kukkatiheyttä Konnevedellä ja Enonkoskella (Solantie 1980, Raatikainen 1984) sekä Ilomantsissa, jossa oli mm. 13. 11. 1980 -26°C lumipeitteen ollessa vain alle 20 cm.

Nuppu- ja kukinta-aikaiset hallat alentavat ajoittain paljon marjojen satoja. Tämän tutkimuksen paikoilla ei kyseisinä vuosina ollut niin pahoja halloja, että ne olisivat huomattavasti alentaneet kuntien mustikan, hillan, juolukan, puolukan, karpaloiden ja vadelman kokonaissatoja.

Paikoitellen hallavioituksia kuitenkin oli. Esim. Mäntässä halla vioitti rämeellä kasvaneen mustikan kukkia, minkä takia raakileita kehittyi 20 prosenttiyksikköä vähemmän kuin kivennäismailla.

Raakileaikainen sademäärä vaikutti huomattavasti marjasatojen suuruuteen ja etenkin marjojen kokoon. Mäntässä mustikan ja puolukan koot olivat kuivahkon kasvukauden takia pieniä, Laviassa kohtalaisen sateisen kesän takia lähes keskisuuria, Konnevedellä varsinkin sateisen alku- ja keskikesän takia vähän keskimääräistä suurempia ja Ilomantsissa hyvin sateisen kasvukauden takia erittäin suuria. Raatikainen ja Pöntinen (1983) ovat jo aikaisemmin osoittaneet puolukan marjakoon, marjojen vesipitoisuuden ja marjojen pysymisen varsissa olevan positiivisessa korrelaatiossa raakileaikaiseen sademäärään. Mäntässä raakileaikaiset satotappiot olivat suurimmat kuivilla kasvustotyypeillä ja pienimmät soilla.

Marjasatojen suuruus, alueellisuus ja ennustemalli. Kaikkien tässä käsiteltyjen marjojen vuosien väliset ja alueelliset satovaihtelut olivat suuria. Tämä on todettu suoranaisesti tai välillisesti tärkeimpien marjojemme osalta mm. Suomessa (Rautavaara 1959, 1970, Raatikainen 1983) ja puolukasta Venäjän federaatiivisessa neuvostotasavallassa tehdyssä laajassa 17 vuotta kestäneessä tutkimuksessa (Kolupaeva ja Skrijabina 1979). Viimeksi mainitun tutkimuksen mukaan puolukkasadot olivat suurimpia ja tasaisimpia Suomea lähinnä olevalla osa-alueella. Ainakin puoluk-

kan ja mustikan sadot näyttävät vaihtelevan melko samansuuntaisesti Suomessa, Ruotsissa ja Neuvostoliiton luoteisosassa noissa maissa julkaistujen tutkimusten ja sanomalehdistön mukaan. Selviä alueellisia eroja kuitenkin on. Pääsyinä satovaihteluihin ovat ilmeisesti säätekijät (Anttila ja Kujala 1977, Solantie 1980, 1981, M. Kujala ym. 1981, Raatikainen 1984). Tällaisten syiden takia eroja eri alueiden keskimääräisessä marjan tuotoskyvyssä on vielä nykyisin vaikea selvittää.

Tutkittujen viiden kunnan satotietojen perusteella laskettiin metsätalouden maa-alaan perustuen Suomen puolukkasadoksi 130 milj. kg. Jos otetaan mukaan myös Pihtiputaan v. 1976 satotulos (Raatikainen 1978) ja Meltauksen sekä Tepaston allasalueiden v. 1976 sato (Ruuhijärvi ym. 1978), saadaan koko maan puolukkasadoksi 180 milj. kg. Tästä on poimintakelpoisilla paikoilla noin 120 milj. kg. Valtion hedelmäkomitean (1941) arvio, 70 milj. kg, on ilmeisesti liian alhainen, ja Veijalaisen (1977) arvio 500 milj. kg pätee ilmeisesti vain hyviin satovuosiin. Sen sijaan metsämarja- ja sienitoimikunnan mietinnön (1979:19) mukaan sato olisi 200–500 milj. kg. Tämä tutkimus tukee selkeästi noin 200 milj. kg keskimääräistä vuosisatoa. Ruotsin 155 milj. kg:n (Eriksson 1979) puolukkasato on lähes saman pinta-ala onkin suurempi. Ruotsin keskimääräistä satoa vähentävät Etelä-Ruotsin heikkotuottoiset alueet.

Koko Suomen vuotuisiksi mustikkasadoksi laskettiin tämän tutkimuksen aineiston perusteella 90 milj. kg. Pihtiputaan v. 1977 satotulos (Raatikainen 1983) ja Tepaston sekä Meltauksen v. 1976 tulokset mukaanluetuna kokonaissadoksi saadaan 250 milj. kg. Mustikkasato olisi täten jokseenkin saman suuruinen kuin Ruotsin sato 255 milj. kg (Eriksson ym. 1979), mutta tämä tulos on ilmeisesti liian korkea aiheutuen Pihtiputaan poikkeuksellisen hyvästä sadosta. Toisaalta Valtion hedelmäkomitean (1941) arvioima 42 milj. kg on ilmeisesti liian alhainen. Veijalaisen (1977) arvio, 100 milj. kg, lienee liian pieni. Kokonaissato lienee noin 150–200 milj. kg. Poimintakelpoisilla paikoilla mustikkaa lienee noin 90–120 milj. kg.

Laajoissa valtakunnallisissa kartoituksissa (esim. Eriksson ym. 1979) kenttätöitä joudutaan tekemään tavallisesti muunakin aikana

kuin sadon poiminnan alkuaikana. Tätä varten olemme pyrkineet hahmottelemaan ennustemallia sadon määrittämiseksi muunakin vuodenaikana.

Puolukkasato ennustettaessa tulee ensisijaisesti ottaa huomioon kasvustotyyppi (T), puuston kehitysluokka (K), puuston latvuspeittävyys (L), puolukan varpujen peittävyys (P) sekä puolukan varpujen korkeus (V). Vuosittaista satotasoa kuvaavalla kertoimella (S) korjattuna, voidaan näiden tietojen perusteella arvioida kyseisen tyyppisen kasvuston puolukkasadon määrä seuraavasti:

$$\text{Puolukkasato (kg/ha)} = \text{TKL} \frac{13}{V} \log (P+1)S$$

Mustikkasadon ennustamisessa korostuu puolukka verrattuna latvuspeittävyys ja vallitsevan puolajin (D) merkitys varvuston

peittävyys ja kasvustotyypin kustannuksella.

$$\text{Mustikkasato (kg/ha)} = \text{TKLD} \frac{V}{20} S$$

Tässä tutkimuksessa käytetyn aineiston perusteella on laskettu alustavia arvoja yhtälöissä käytetyille kertoimille (taulukko 4). Tarkempi tulos saataisiin, jos kerrointen arvot vaihtelisivat eri metsätyypeillä ja eri vuosina, mutta tällöin menetelmän käyttö vaikeutuu huomattavasti. Esitettyjä yhtälöitä täytyy pitää alustavina ja niiden käyttökelppoisuus samoin kuin kerrointen arvot tulisi varmentaa jatkotutkimuksilla. Vuosittaista satotasoa kuvaavan kertoimen (S) arvo on puolukalla yleensä n. 200 ja mustikalla n. 120.

Taulukko 4. Puolukka- ja mustikkasadon ennustemalleissa käytettyjä kertoimia. Selitykset tekstissä ja kuvassa 3.

T	Puolukka	Mustikka	K	Puolukka	Mustikka	L, %	Puolukka	Mustikka	D	Mustikka
OMT	0,2	0,8	0	1,0	0,1	0–10	0,6	0,2	Mänty	1,0
MT	0,3	1,0	1	0,4	0,1	11–20	0,8	0,8	Kuusi	0,8
VT	0,8	0,8	2	0,3	0,3	21–40	1,0	1,0	Sekap.	0,7
CT	1,0	0,2	3	0,4	0,8	41–60	0,5	0,8	Lehtip.	0,3
			4	0,7	1,0	61–	0,3	0,1		

KIRJALLISUUS

- ANTTILA, H. & KUJALA, M. 1977. Marjojen ja sienien satoennusteista ja markkinoilletulomääristä Kainuun, Pohjois-Karjalan ja Itä-Savon alueella vv. 1974–76. 76 s. Pellervo-Seuran markkinatutkimuslaitos.
- BELONOGOVA, T. V. & KUCKO, A. A. 1979. Fructification of *Vaccinium myrtillus* in birch stands of Karelia. (in Russian) Rastitelnye Resursy 15: 415–421.
- ERIKSSON, L., KARDELL, L. & INGELÖG, T. 1979. Blåbär, lingon, hallon. Förekomst och bärproduktion i Sverige 1974–1977. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 16: 1–124+3 bilagor.
- ERVI, L. O. 1956. Karpalolajien morfologiasta ja viljelymahdollisuuksista Suomessa. Acta Agr. Fennica 92: 1–148.
- ETHOLÉN, K. 1983. Metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutuksista marjasatoihin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 153–160.
- GEDYKH, V. B. 1983. Instrumental account of productivity of spatially heterogenous berry shrub brakes of the family Vacciniaceae. (in Russian) Rastitelnye Resursy 19: 113–118.
- HAVAS, P. 1965. Pflanzenökologische Untersuchungen im Winter. I Zur Bedeutung der Schneedecke für des Überwintern von Heidel- und Preiselbeere. Aquilo, Ser. Bot. 4: 1–36.
- 1971. The water economy of the bilberry (*Vaccinium myrtillus*) under winter conditions. — Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 8: 41–52.
- HIIRSALMI, H. 1971. Koe luonnonvadelman viljelymahdollisuuksien selvittämiseksi. Puutarha 74: 232–235.
- HUTTUNEN, A. 1978. Hilla- ja karpalosoista Siuruan alueella. Suo 29: 17–21.
- JAAKKOLA, I. 1983. Rovaniemen maalaiskunnan marjasatoinventointi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 137–143.

- KARDELL, L. & CARLSSON, E. 1982. Hjortron, tranbär, lingon. Förekomst och bärproduktion i Sverige 1978–1980. Sveriges lantbruksuniversitet avd. för landskapsvård, rapport 25: 1–139 + 7 bilagor.
- KHARITONOVA, N. P., MAKAROVA, L. S. & SAPKO, V. Ya. 1971. The yield of fruits of *Vaccinium myrtillus* L., *Rubus idaeus* L., *Rosa cinnamomea* L. and *R. acicularis* Lindl. in certain districts of the Udmurtian ASSR. (in Russian) Rastitelnye Resursy 7: 95–99.
- KOLUPAEVA, K. G. & SKRJABINA, A. A. 1979. Yield capacity of *Vaccinium vitis-idaea* L. on the territory of RSFSR in 1960–1976. (in Russian) Rastitelnye Resursy 15: 548–553.
- KUJALA, M., POHJALAINEN, L., KOSKELA, M.-L. & ALKULA, A. 1981. Marjojen ja sienten satoennusteista ja kauppaaantulomääristä vuosina 1977–81. 28 s. Pellervo-seuran markkinatutkimuslaitos, Helsinki.
- KUJALA, V. 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyysuhteista Suomessa. Communic. instituti forestalis fenniae 59, 1: 1–137 + 196 karttaa.
- LEHIKONEN, M. 1980. MCPA-ruiskutuksen vaikutuksista kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuteen. Tahvanainen, J. (toim.) Vesakontorjunta-alueiden ekologinen ja ekofysiologinen tutkimusloppuraportti p. 37–50.
- METSÄMARJA- JA SIENITOIMIKUNNAN MIETINTÖ. Komiteamietintö 1979: 19.
- MUKULA, J. & RAATIKAINEN, M. 1983. Voidaanko metsämarjojen satoa lisätä? Käytännön maamies 32, 12: 57–59.
- MÄKINEN, Y. 1972. Suomuuraimen taloudellisesta merkityksestä ja viljelymahdollisuuksista Suomessa. Lapin tutkimusseura. Vuosikirja 13: 10–14.
- NIITTYMAA, L. 1983. Puolukan lannoituskokeista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 161–163.
- PÄIVINEN, L. 1976. Lannoittamalla lisää puolukoita. Nuorten sarka 31, 1: 10, 30.
- PAAL, Ja. L., PAAL, T. V. & KHARIS, V. N. 1983. On the evaluation of stability of fruiting of *Vaccinium vitis-idaea* L. Rastitelnye Resursy 19: 118–124.
- RAATIKAINEN, M. 1978. Puolukan sato, poiminta ja markkinointi Pihtiputaan kunnassa. Silva Fenn. 12: 126–139.
- 1980. Vesakontorjunta-aineiden haitat. Ympäristö ja terveys 11: 361–369.
- 1983. Syötävien luonnonmarjojemme sadoista ja poiminnasta. Suomalainen tiedeakatemia, vuosikirja 1982–1983: 135–158.
- & PÖNTINEN, M. 1983. Puolukkasadon ennustamisesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 104–115.
- & RAATIKAINEN, T. 1982. Lehvästörüiskutus-aineiden vaikutukset marjasatoihin. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 2: 80–85.
- & RAATIKAINEN, T. 1983. Mustikan sato, poiminta ja markkinointi Pihtiputaalla. Silva Fenn. 17: 113–123.
- RAUTAVAARA, T. 1959. Marjoihin ja muihin luonnon ja puutarhan tuotteisiin perustuvan teollisuuden kehittäminen Pohjois-Savossa. Pohjois-Savon teoll. toim. julk. pp. 175–196.
- 1970. Metsä- ja suomarjatalouden näköaloja Pohjois-Suomessa. Lapin tutk.seuran vuosik. 11: 11–19.
- RUUHIJÄRVI, R. 1974. Soiden karpalosadoista. Suo 25: 25–30.
- 1976. On the cranberry yields on Finnish peatlands. 5th Int. Peat Congr. Sept. 21.–25. 1976 Poznan, Poland.
- KERKELÄ, T. & LEIVO, A. 1978. Ounasjokitutkimuksia IV. Tepaston ja Meltauksen allaslueiden marjasadoista. 23 s. + 2 liitettä. Helsinki.
- SALO, K. 1983. Marja- ja sienisatojen seuranta VMI-tutkimuksen osana Pohjois-Karjalassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 122–134.
- SEPPONEN, P. & VIITALA, L. 1983. Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon kokeilualan marjatutkimukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 135–141.
- SKRJABINA, A. A. 1978. Resources of wild berries and edible mushrooms in the Gorky Region and in the Mari A.S.S.R. (in Russian) Rastitelnye Resursy 14: 13–20.
- SMIRNOV, A. V., GRIGORUTZA, E. E. & SALTMAKOVA, G. J. 1967. The changes of abundance and yield of *Vaccinium vitis-idaea* in the forest of Siberia caused by anthropogenic factors. (in Russian) Rastitelnye Resursy 3: 561–567.
- SOLANTIE, R. 1980. Kesän 1979 mustikkasato ja edellisen talven pakkaset. Maataloushallinnon aikakauskirja 10, 2: 18–23.
- 1981. Mustikkasadon riippuvuus kukkimisajan halloista ja kesän sademääristä kesän 1980 havaintojen valossa Suomessa. Maataloushallinnon aikakauskirja 11, 3: 26–32.
- ZVORYKINA, K. V. 1970. The fructification of *Vaccinium myrtillus* L. in the forest and clearings. (in Russian) Rastitelnye Resursy 6: 550–555.
- VALTION HEDELMÄKOMITEAN MIETINTÖ II. Mon. 1941, 6: 1–178 + 5 liitettä.
- VEIJALAINEN, H. 1976. Suot marjojen ja sienien tuotajina. Suomen Luonto 35: 234–237.
- 1977. Luonnonmarjasadot ja niiden käyttö. Molekyyli 34, 1: 5–6.
- 1978. Ojituksen vaikutus suomuuraimen kasvu- paikkoihin. Metsä ja puu 1978: 28–29.
- VIRAMO, J. 1979. Mustikkaa ja puolukkaa koskevista pölytysbiologisista tutkimuksista Kuusamossa. Acta Univ. Ouluensis ser. A, 68. Biol. 4: 196–207.

Total of 46 references

SUMMARY

THE YIELDS OF THE EDIBLE WILD BERRIES IN CENTRAL FINLAND

Occurrence and berry production of cowberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) and bilberry (*V. myrtillus* L.) were studied in five communes in central Finland. Data on the berry yield of blueberry (*V. uliginosum* L.), cranberries (*V. oxycoccos* L. and *V. microcarpon* L.), black cowberry (*Empetrum* spp), raspberry (*Rubus idaeus* L.), cloudberry (*R. chamaemorus* L.) and stone bramble (*R. saxatilis* L.) was also collected. The material was collected from 13–20 line strips in each commune. The randomly distributed lines were 1 km long and 1 m wide.

Cowberry coverage was dependent on the vegetation type, on the tree development class, on the crown density of the trees and on the method and degree of coppice control. Cowberry yield was on an average 8,0 kg per hectare of forest area. The yields per hectare were best on sites of the *Vaccinium* and *Calluna* types. Besides the vegetation type the yield was dependent on the cowberry coverage, on the height of cowberry tillers, on the tree development class, on the density of the tree crowns and on the weather conditions. The total cowberry yield in Finland was estimated as 180 million kg and the gatherable portion on the basis of the yield was judged to be about 80 % of the total yield.

Bilberry coverage was dependent on the vegetation type, on the tree development class, on the density of the tree crowns, on the method and degree of coppice control and on the weather conditions. Mean bilberry yield was 4.3 kg per hectare of forest area. Yield was highest on *Vaccinium* heaths. Besides the vegetation type the yield was dependent on the dominant tree species, on the tree

development class, on the density of the tree crowns, on the height of bilberry tillers and on the weather conditions. The total bilberry yield in Finland was estimated as 150–200 million kg and the gatherable portion on the basis of the yield, was judged to be about 60 % of the total yield.

On the average there was about 1,5 kg of black cowberry, 0,7 kg of blueberry, 17 g of stone bramble and over 0,2 kg of raspberry berries per hectare of forest area. On mires there was about 2,0 kg of blueberry, 1,3 kg of cranberry and 0,9 kg of cloudberry berries per hectare.

Finally a mathematical model for evaluating cowberry and bilberry yields by means of data about the forest site is presented. When coefficient T is dependent on the vegetation type, K on the tree development class, L on the density of the tree crowns, D on the dominant tree species, S on yearly variation of cowberry (bilberry) yield, P is bilberry coverage and V is the height of cowberry (bilberry) tillers the yield of cowberry (kg/hectare) can be calculated from the formula:

$$TKL \frac{13}{V} \log (P+1)S$$

and bilberry yield from the formula:

$$TKLD \frac{V}{20}S.$$

Approximate values for the coefficients are also presented.