

MUSTIKAN VARVUSTON BIOMASSAMÄÄRÄN VAIHTELUSTA ERILAISISSA METSIKÖISSÄ

JUSSI KUUSIPALO

Summary

ON THE DISTRIBUTION OF BLUEBERRY BIOMASS IN DIFFERENT FOREST STANDS

Saapunut toimitukselle 6. 9. 1983

Työssä tarkastellaan mustikan runsauteen vaikuttavia tekijöitä Etelä-Suomen tuoreisiin ja lehtomaisiin kangas- metsiin painottuvan näyteala-aineiston perusteella. Peittävyysaineiston pohjalta suoritettiin pintakasvillisuuden numeerinen ryhmittely kasvustotyypeihin, joiden vastaavuutta kasvupaikkoihin tarkasteltiin. Mustikan biomassaa- aineisto ositettiin saadun ryhmittelyn perusteella. Tulosten mukaan puusto, etenkin puulajisuudet, selittää tuoreilla kangasmailla olennaisesti sekä mustikan että myös muiden vallitsevien metsäkasvien runsausvaihtelua. Kuusen osuuden lisääntyessä valtapuustossa kasvava varjostus rajoittaa mustikan menestymistä ja heikentää sen kilpailuky- kyä suhteessa varsinkin viljavilla kasvupaikoilla runsastuviin varjostusta sietäviin ruohoihin. Vastaavasti mustikka paremmissa valaistusoloissa ehkäisee kilpailullaan muiden metsäkasvien esiintymistä. Siten pintakasvillisuus saattaa puulajisuhteista riippuen vaihdella huomattavasti viljavuudeltaan olennaisesti samanarvoisilla kasvupaikoilla.

1. JOHDANTO

Cajanderin metsätyyppiteoriaan perustu- van kasvupaikkaluokituksen lähtökohtana on, että primääriset kasvupaikkatekijät – il- masto ja maaperän ominaisuudet – määrää- vät paikalle syntyvän kasviyhdyskunnan laji- koostumuksen ja lajistolliset runsaussuhteet. Samaan metsätyyppiin kuuluvien metsiköi- den kasvillisuus voi kuitenkin olla toisistaan suuresti poikkeavaa riippuen esimerkiksi metsikköön kohdistetuista toimenpiteistä, metsikön iästä ja muista tilapäisinä pidettä- vistä tekijöistä. Edellisestä seuraa, että met- sätyyppi vastaa muuttumattomasti kasvu- paikkaa (Kujala 1979), mutta ei kasviyhdy- kuntaa kasvisosiologisessa mielessä. Kasvu- paikkojen laatua arvostellaan pintakasvilli- suuden yleiskuvan ja sellaisten tunnuslajien mukaan, joiden runsaus tai konstanssi ylei- sesti luonnehtivat tiettyjä maaperä- ja ilmas- totekijöiden yhdistelmiä (Cajander 1909, 1925).

Pintakasvillisuuden runsaussuhteiden ja kasvupaikan laadun vastaavuudelle ei siten metsätyyppiteoriassa ole asetettu kvantitatiiv-isiä kriteerejä; käytännössä tämä olisikin vaikeaa, koska yksittäisten lajien runsauksiin vaikuttaa suuri joukko erilaisia ekologisia tekijöitä. Kuitenkin etenkin tärkeimpien, ekolo- gisesti laaja-alaisten metsäkasvilajien run- sausvaihteluiden ja kasvupaikkatekijöiden väliset yhteydet tulisi tuntee nykyistä tarkem- min. Cajander korosti jo varhaisissa töissään (esim. Cajander 1909) valtalajien runsaus- suhteiden merkitystä kasvupaikkaluokittelun kannalta; myöhemmin samaa asiaa on pai- nottanut mm. Kujala (1979). Kvantitatiiviset selvitykset pintakasvillisuuden tärkeimpien osakkaiden runsaussuhteista avaavat myös mahdollisuuksia kasvupaikan laadun entistä tarkempaan ennustamiseen; esimerkiksi Val- lée & Lowry (1972) muodostivat kasvillisuus- tekijöistä jatkuvantyyppisiä muuttujia ja tut-

kiivat regressioanalyttisesti kasvupaikkatekijöiden, puuston ja pintakasvillisuuden välisiä suhteita.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan mustikan kuiva-ainemäärien jakautumista näyteala-aineistossa, joka on kerätty satunnaisesta otoksesta Etelä- ja Keski-Suomen metsiköitä. Mustikan kasvupaikkavaatimukset ja sen valitsevuutta ehkäisevät tekijät tunnetaan hyvin. Runsausvaihteluiden perusteella on siten mahdollista tehdä kasvupaikan laatua koskevia päätelmiä. Kuiva-ainemäärien käyttö runsauden mittana pelkän vallitsevuuden sijasta on tarpeellista sen takia, että peittävyys ei yksin riittävän hyvin kuvasta kasvien elinvoimaisuutta kasvupaikalla (Shimwell 1971, Kujala 1979). Edelleen mustikan runsausvaihteluiden selvittämisestä on hyötyä metsien moninaiskäytön kannalta. Kuiva-ainemäärät on mitattu n. kolmannekselta aineistoa; muille näytealoille arvot on estimoitu laaditun regressiomallin avulla peittävyuden sekä varvuston korkeustunnusten pohjalta (vrt. Kellomäki 1974 ja 1975). Eräänä käsillä olevan tarkastelun tavoitteena on selvittää, miten informatiivinen helposti mitattava korkeustunnus on kasvillisuuskuvauksessa, ts.

2. TUTKIMUSAINEISTO

2.1. Havaintoalueet

Tutkimushanke "Metsän pintakasvillisuuden ja maan viljavuustunnusten välisistä suhteista" käynnistyi kesällä 1982. Periaatteena on tutkia näytealoilta samanpaikkaisesti kasvillisuus-, viljavuus- ja puustotunnuksia ja selvittää tilastollisesti näiden välisiä riippuvuuksia.

Kartoitusnäytealojen otanta suoritettiin siten, että valitun peruskarttalehden koordinaattiruutujen keskipisteistä systemaattisesti joka kolmannelle kivennäis- ja metsämaalla sijaistevalle perustettiin 16×16 m:n näyteala. Näyteala rajattiin siten, että se kokonaisuudessaan edusti samaa maaperä- ja metsikkökuviota. Näytealoista kasvillisuusanalyysiin valittiin sellaiset, jotka edustivat sukkession loppuvaihetta; kriteereinä pidettiin sulkeutunutta puustoa ja "vakiintunutta" pintakasvillisuutta.

miten hyvin sen ja peittävyuden perusteella voidaan ennustaa kuiva-ainemääriä.

Toisena menetelmällisenä aspektina tutkimuksessa on yhteisöekologisen numeerisen menetelmän soveltaminen kasvupaikkaluokitusta koskevaan tutkimukseen. Näytealojen peittävyysaineiston pohjalta johdetaan metsätyypiluokitukselta riippumaton pintakasvillisuuden ryhmittely. Ryhmittymiseen vaikuttavia perustekijöitä arvioidaan faktorianaalyttisesti; erityistä huomiota on kiinnitetty puulajisuhteiden ja puuston kehitysluokan vaikutukseen. Luokitusta käytetään nominaaliasteikollisena taustamuuttujana selvitetyssä mustikan kuiva-ainemäärien vaihtelua erilaisissa metsiköissä.

Työ on osa laajempaa, yhteistyössä Metsäntutkimuslaitoksen kanssa toteutettavaa hanketta, jonka tavoitteena on selvittää maan viljavuustunnusten, puuston sekä kasvillisuuden välisiä suhteita. Tutkimus toteutetaan Suomen Akatamian tuella. Kenttätoissa avusti LuK Jorma Korhonen. Puustotunnukset mittasi MML Pekka Tamminen. Konekirjoituksesta vastasi Tiina Pitkänen. Käsikirjoituksen lukivat prof. Eino Mälkönen ja MMT C. J. Westman. Esitän mainituille parhaat kiitokseni.

Kesällä 1982 kartoitettiin kaikkiaan neljätoista peruskarttalehteä, joilta kasvillisuusanalyysiin soveltuvia näytealoja kertyi kaikkiaan 106. Tutkitut karttalehdet sijoittuvat kolmelle maantieteellisesti erilaiselle alueelle: Lammin seutu (46 näytealaa), Kuhmoisten seutu (34 näytealaa) sekä Mäntän-Vilppulan seutu (26 näytealaa).

2.2. Aineiston laatu

Taulukossa 1 on esitetty kenttähavaintoihin perustuvaa kuvailevaa tietoa aineistosta. Näytealojen metsätyypijakautuma oli varsin vino painottuen tuoreisiin ja lehtomaisiin kangasmetsiin. Metsätyypijakautuma vaihteli lisäksi alueittain melkoisesti. Koska aineistoa voidaan pitää satunnaisena otoksena kunkin alueen metsistä, jakauma kuvastanee kutakuinkin vallitsevia metsätyyppien run-

Taulukko 1. Näytealojen sijainti ja yleistiedot.

Table 1. Location and general description of sample areas.

Tutkimusalueiden sijainti - Location of the study areas		VT	MT	OMT-OMaT
Alueittainen metsätyypijakauma (%) - Distribution of forest site types (%)				
Lammi				
213403 Kuohijärvi	213406 Auttoinen			
213408 Raittinsaari	212409 Iso-Tarus	7	37	56
213411 Kurhila	213412 Asikkala			
Kuhmoinen				
214401 Pukarajärvi	214404 Kylämä	15	41	44
214407 Karklampi	214410 Ruolahti			
Mänttä				
223102 Ruovesi	223105 Väärinmaja	19	69	12
223106 Elänne	223110 Kavala			
Metsätyypijakauma koko aineistossa - Total distribution of forest site types		12	47	41
Pääpuulaji - Dominating tree species (%)		Kehitysluokka - Stand development class (%)		
Kuusi - Norway spruce	Mänty Scots pine	II	III	IV
66	34	6	28	66

saussuhteita. Lehtomaisia metsiä oli eniten Lammin seudulla, vähiten Mäntän seudulla. Yli kahdella kolmasosalla näytealoista pääpuulajina esiintyi kuusi. Samoin kaksi kolmannesta näytealoista oli puustoltaan uudistuskypsää; nuoria kasvatusmetsiköitä edusti ainoastaan kahdeksan näytealaa. Vajaa puolet näytealoista sai tyyppimäärityksessä lisämäärän kivinen. Kokonaisuudessaan aineisto siis painottuu voimakkaasti kuusivaltaisiin sukkession loppuvaiheen MT- ja OMT-metsiköihin ja kattaa eräitä Etelä- ja Keski-Suomen tärkeitä metsätalousalueita.

2.3. Suoritetut havainnot ja mittaukset

Näytealoista kirjattiin ylös seuraavat yleistiedot: metsätyyppi lisämäärineen (kivisyys, soistuneisuus), puuston kehitysluokka ja puulajisuhteet, topografiset tiedot sekä mahdolliset muut lisämäärät (suon, pellon, tien tms. läheisyys, havainnot käsittelyistä jne.). Tar-

kat puustotiedot ja maa-analyysitulokset saadaan Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimisosaston aineistosta, josta tässä selvityksessä on käytetty näytealakohtaisia relaskooppimittaukseen perustuvia puuston pohjapintaloja.

Kullekin näytealalle sijoitettiin kuusi 2×2 m:n näyteruutua, joilta arvioitiin pintakasvillisuuden lajikohtaiset peittävyudet versojen pystyprojektoiden sadanneksina havaintopinnasta erikseen kenttä- ja pohjakerroksen osalta. Näyteruudut sijoitettiin näytealan kulmiin (4) ja keskelle (2). Mustikan varvuston valtakorkeus mitattiin kaikilta näytealoilta. Valtakorkeudella tarkoitetaan tässä yhtenäisen varvikon keskimääräistä, suoristamattomaa korkeutta maanpinnasta. Luotettavan keskiarvon saamiseksi varvuston korkeus mitattiin kultakin näytealalta 40-60 pisteestä. Heinäkuun aikana kerättiin lisäksi yhteensä 35 näytealalta mustikan biomassan neljältä peittävyysruuduille sijoitetulta 1×1 m:n ruudulta leikkaamalla talteen maanpäälliset kasvinosat. Näytteet kuivattiin lämpökaapissa (60°C, 2vrk) ja punnittiin.

2.4. Aineiston analysointi

Tutkimuksen keskeinen aineisto koostuu näytealakohtaisista keskipeittävyyksistä. Näyteala-aineistojen luokitteluun ja ordinoimiseen on käytettävissä lukuisia erilaisia monimuuttujamenetelmiä (ks. esim. Pakarinen 1982, Gauch 1982). Tässä tutkimuksessa menetelmäksi valittiin suurten heterogeenisten aineistojen alustavaan ryhmittelyyn kehitetty komposiittiklusterointi (Gauch 1980). Näytealat tulkitaan pisteiksi eri lajien runsausvektoreiden virittämässä moniulotteisessa avaruudessa. Ohjelma valitsee satunnaisesti yhden näytealan muodostettavan ryhmän sentroidiksi. Ryhmään luetaan kaikki näytealat, jotka ovat lähempänä sentroidia kuin annettu säde. Sen jälkeen valitaan uusi sentroidi ja toistetaan prosessi kunnes kaikki näytealat on luokiteltu. Toisessa vaiheessa on etäisyysparametria muuttamalla mahdollista yhdistää pienet klusterit suurempiin. Menetelmän etuna on mahdollisuus parametrien joustavaan määrittelyyn. Oikein käytettynä menetelmä on objektiivinen varsinkin hyvin heterogeenisissä aineistoissa.

Kasvillisuusanalyysissä pyrittiin ensisijaisesti selvittämään mustikan ja muiden yleisten ja vallitsevien metsäkasvilajien keskinäisiä runsaussuhteita muodostamalla niiden suhteen homogeenisiä näytealaryhmiä. Eihierarkista klusterointia käytettiin siten eräänlaisena peittävyysien monivertailumenetelmänä, jossa yleisten ja vallitsevien lajien runsauserot painottuvat. Tähän pyrittiin käyttämällä näytealojen numeerisena etäisyysmittana euklidista etäisyyttä, jossa kunkin verrattavan näytealaparin lajikohtaiset runsauserot neliöidään.

$$(1) ED_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^I (D_{ij} - D_{ik})^2}$$

jossa D_{ij} ja D_{ik} ovat lajin i runsaudet näytealoilla j ja k ja jossa ED_{jk} lasketaan kaikkien lajien (I) etäisyyksien summasta (Ks. Cliford & Stephenson 1975). Tällöin mittana toimivan neliösumman komponenteista yleisesti runsaimpina esiintyvien lajien määrissä näytealojen välillä vallitsevat erot korostuvat. Komposiittiklusteroinnin algoritmi on kuvattu tarkemmin ohjelmamanuaalissa COMCLUS (Gauch 1980).

Kullekin erotetulle näytealaryhmälle laskettiin lajikohtaisten peittävyysien keskiar-

vovektori. Näiden pohjalta laskettiin näytealaryhmien välisiä lajistollisia samankaltaisuuksia kuvaava korrelaatiomatriisi, jossa korrelaatiolukuna käytettiin Chekanowskyn (1909) samankaltaisuusindeksiä:

$$(2) PS = \frac{2 \sum \min(x_i, y_i)}{\sum (x_i + y_i)}$$

jossa x_i ja y_i ovat lajin i osuudet verrattavissa näytealaryhmissä x ja y . Saatua matriisia havainnollistettiin faktorianalyysin avulla. Faktorointi suoritettiin pääakselimenetelmällä iteroiden ja rotatointi mahdollisimman yksinkertaisen ratkaisun saamiseksi QUARTIMAX-menetelmällä (Nie & al. 1975).

Mustikan kuiva-ainemäärät mitattiin 35 näytealalta. Muille 71 näytealalle mustikan keskibiomassa estimoitettiin peittävyysarvojen ja varvuston mitatun valtakorkeuden avulla. Ensimmäisessä vaiheessa laadittiin regressiomalli, jossa 35 näytealan osatoksessa (A) mitattuja kuiva-ainemääriä selitettiin peittävyys- ja korkeustunnuksilla. Toisessa vaiheessa laadittua mallia käytettiin ennustamaan mustikan biomassaa siinä osatoksessa (B), josta suoria havaintoja ei ollut.

Ennustemalli laadittiin osatoksessa (A) monimuuttujaista, valikoivaa regressioanalyysiä käyttäen pienimmän neliösumman menetelmällä (Kim & Kohout 1975). Ensimmäiseksi selittäväksi muuttujaksi valitaan se, jolla on riippuvan muuttujan kanssa suurin korrelaatio. Seuraavat selittävät muuttujat valitaan malliin siinä järjestyksessä, kuinka suuren osuuden jäljellejäävästä vaihtelusta ne selittävät. Ensimmäisessä vaiheessa ennusmalliksi saatiin

$$(3) \hat{y} = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \epsilon$$

jossa y on näytealakohtainen keskibiomassa, x_1 mustikan keskipeittävyys ja x_2 korkeusmitausten näytealakohtainen keskiarvo. Tulosten perusteella pyrittiin johtamaan yhden selittäjän malli, jossa peittävydestä ja valtakorkeudesta muodostettiin estimaattori C:

$$(4) \hat{y} = \beta C + \epsilon$$

Mahdollisimman pätevän ennustemallin laatimiseksi tutkittiin useaa vaihtoehtoista biomassaeestimaattoria (C), joissa keskipeittävyttä ja valtakorkeutta oli painotettu eri tavoin, valikoivaa regressioanalyysiä käyttäen

osatoksessa (A). Parasta yhden selittäjän mallia käytettiin biomassamäärien ennustamiseen osatoksessa (B).

Mustikan biomassojen jakautumista tutkittiin osittamalla aineisto erotettujen näytealaryhmien eli klustereiden suhteen. Biomassamäärissä eri ositteiden välillä vallitsevia eroja

tutkittiin varianssianalyysin avulla. Sen testaamiseksi, mitkä ryhmät poikkeavat merkittävästi toisistaan tutkitun ominaisuuden suhteen, laskettiin ositteiden välille aposterioriset keskiarvokontrastit LSD- menetelmällä (Nie & al. 1975). Keskiarvovertailun perusteella suoritettiin ositteiden ryhmittely.

3. TULOKSET

3.1. Mustikan biomassamäärien ennustaminen

Aineistosta (A) saatiin taulukon 2 mukainen regressiomalli (1). Mustikan mitatun keskimääräisen kuiva-ainemäärän ja keskipeittävyysvälinen korrelaatiokerroin oli 0.83, kuiva-ainemäärän ja valtakorkeuden välinen 0.64. Tämän perusteella valittiin ensimmäiseksi selittäjäksi peittävyys ja toiseksi, jäljellä oleva vaihtelua selittäväksi muuttujaksi valtakorkeus. Peittävyys yksin selitti runsaat 71 % kuiva-ainemäärien kokonaisvaihteluista; valtakorkeuden antama selityslisä oli runsaat 5 %. Yhteinen selitysaste kahden selittäjän mallissa oli n. 76.5 %. Mallin ominaisuuksia kuvaava F-testi osoitti mallin olevan muodollisesti merkitsevän. Selittävien muuttujien keskinäinen korrelaatio oli varsin korkea, 0.52. Kun mallin arvostelussa päähuomio oli ennustuskyvyssä, korkeaa keskinäistä korrelaatiota ei pidetty olennaisena esteenä mallin käytölle (vrt. Roos 1971).

Peittävyys ja vastaavan kuiva-ainemäärän välillä vallitsi kiinteä lineaarinen vuorosuhde. Valtapituuden antama selityslisä jäi kuitenkin ennustustarkoitusta silmälläpitäen liian pieneksi. Syynä saattaa olla mustikan varvustojen epäyhtenäisyys, joka lisäsi yksittäisten mittausten hajontaa ja heikensi näin näytealakohtaisen keskiarvon luotettavuutta. Soveltuva tiheystunnus olisi saattanut parantaa selityssastetta.

Lähtökohtana biomassaeestimaattorin (C) johtamisessa oli oletus, että valtakorkeus ja varvuston tiheys, jota siis ei mitattu, korreloivat keskenään. Korkean kasvuston oletettiin olevan elinvoimaisemman, suurilehtisen ja runsaasti haarovan, minkä lisäksi versot ovat paksummat. Oletuksesta seuraa, että valtapituus on todennäköisesti jossakin epälineaarisessa suhteessa biomassaan. Erilaisista selittäjäyhdistelmistä rakennetuista malleista osoittautui parhaaksi selittäjäksi aineistossa (A) yhtälö, jossa valtakorkeus on neliöity (taulukko 3). Malli selitti n. 80 % mustikan

Taulukko 2. Regressiomalli (1). Mustikanvarvuston biomassan (g/m^2) ennustaminen peittävyydellä (%) ja valtakorkeudella (cm).

Table 2. Regression model (1). Prediction of above-ground blueberry biomass (g/m^2) by using coverage (%) and height characteristics (cm) as independent variables.

Selittävä muuttuja Independent variable	Reg. kerroin Reg. coeff.	F-arvo F-value	Selitysaste R^2	Selityslisä R^2 change
Peittävyys Coverage (X_1)	1.422188	47.333***	0.71083	0.71083
Valtakorkeus Height (X_2)	2.05340	7.043**	0.76437	0.05353
Selittävä muuttuja: biomassa (Y) Dependent variable: biomass (Y)		F-arvo (koko malli - The overall F-value)		
Vakio Constant	-28.0392	F = 50.280***		

Taulukko 3. Regressiomalli (2). Mustikan varvuston biomassan (g/m²) ennustaminen peittävyydellä (%) ja valtakorkeudella (cm).

Table 3. Regression model (2). Prediction of above-ground blueberry biomass (g/m²) by using coverage (%) and height characteristics (cm) as independent variables.

Selittävä muuttuja Independent variable	Standardoitu reg. kerroin Standardized regr. coeff.	F-arvo F-value	Selitysaste R ²
(X ₁ · (X ₂ ² /10)) ^{1/2}	1.61455	124.343***	0.79532

Selittävä muuttuja: biomassa (Y)
Dependent variable: biomass (Y)

Selittävä muuttuja. – Independent variables
Peittävyys – Coverage: X₁
Valtakorkeus – Height: X₂

Taulukko 4. Eräitä puustotunnuksia eri näytealaklustereissa.

Table 4. Description of the tree stand in different sample clusters.

Klusteri – Cluster	Näytealojen määrä – Number of plots	Puulajisuhteet (%) – Tree species composition (%)		Pohjapinta-ala – Basal area (m ² /ha)		Kehitysluokka (%) – Stand development class (%)		
		Kuusi – Spruce	Mänty – Pine	\bar{x}	sd	2.	3.	4.
I	25	83.2	16.8	28.6	7.3	–	24	76
II	24	84.2	12.5	26.3	7.5	13	25	58
III	19	88.4	11.6	27.9	5.5	11	53	36
IV	16	37.5	62.5	24.4	5.8	–	6	94
V	12	58.0	42.0	25.4	3.4	25	25	50
VI	10	48.0	52.0	25.6	4.0	–	20	80

kuiva-ainemäärien vaihtelusta ja oli muodollisesti erittäin merkittävä. Valtakorkeuden antama selityslisä kohosi siten n. 10 %:iin. Selitystasetta voidaan pitää riittävän hyvänä ennustustarkoituksiin ottaen huomioon aineiston (A) edustavuuden otoksena koko aineistosta (n. 32 %).

3.2. Kasvillisuusanalyysi

Pintakasvillisuuden perusteella suoritetun komposiittiklusteroinnin tulokset on esitetty taulukoissa 4 ja 5. Taulukosta 4 ilmenevät klusterikohtaiset näytealamäärät sekä tutkitut puustotunnukset. Näitä tarkastellessa havaitaan, että klusterit I–III ovat selvästi kuusivaltaisia (kuusen osuus yli 80 %). Klusteri IV on mäntyvaltainen, kun taas klustereissa V ja VI pääpuulajien runsaussuhteet menevät kutakuinkin tasan. Puuston kehitysluokajakajauksissa klusterien välillä esiintyy selvä eroja. Kuusivaltaisissa klustereissa kolme

neljäsosaa klusterin I näytealoista edustaa uudistuskypsiä metsiköitä, kun niiden osuus klusterissa III on vain kolmannes. Selvästi varttuneinta puusto on mäntyvaltaisessa klusterissa IV, jossa ainoastaan kuusi prosenttia näytealoista edusti kasvatusmetsiköitä. Lähes yhtä varttunutta puusto oli klusterissa VI, kun taas klusterissa V uudistuskypsiä ja kasvatusmetsiköitä oli yhtä paljon. Pohjapinta-aloissa ei ilmennyt suuria eroja; pienin keskiarvo oli klusteriin IV kuuluvilla näytealoilla, suurin klusterissa I.

Taulukossa 5 on esitetty kunkin klusterin luonteenomainen (vallitseva) lajisto sekä lajikohtaiset keskimääräiset peittävyysprosentit. Lisäksi taulukosta ilmenevät keskimääräiset lajimäärät sekä karikkeen keskipeittävyudet. Yhteinen piirre kuusivaltaisille klustereille I–III on ruohojen ja heinien, erityisesti käenkaalin ja metsäkastikan, verraten runsas esiintyminen. Tässä suhteessa klusteri III poikkeaa selvästi muista: kenttäkerroksessa vallitsee käenkaali ja lehtoisuutta ilmentäviä ruohoja on runsaasti. Keskimäärin muita

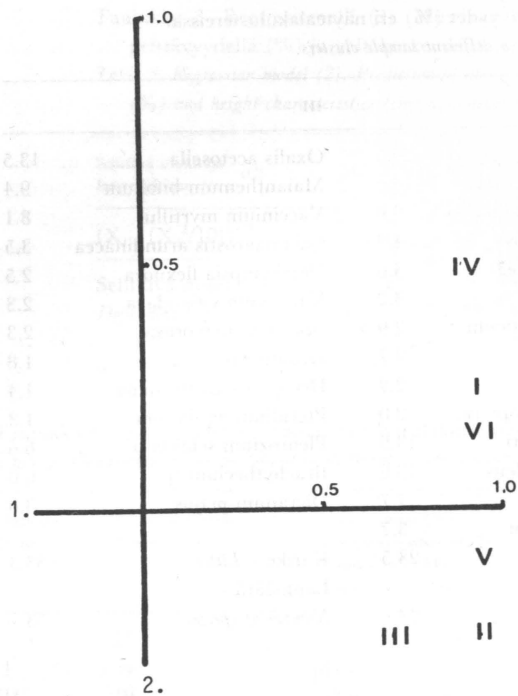
Taulukko 5. Luonteenomaisen lajiston keskimääräiset peittävyudet (%) eri näytealaklustereissa.

Table 5. Relative abundances (pct coverage) of characteristic species in different sample clusters.

I	II	III
Vaccinium myrtillus 17.6	Vaccinium myrtillus 20.0	Oxalis acetosella 13.5
Maianthemum bifolium 7.8	Maianthemum bifolium 10.0	Maianthemum bifolium 9.4
Vaccinium vitis-idaea 6.8	Calamagrostis arundinacea 9.0	Vaccinium myrtillus 8.1
Calamagrostis arundinacea 2.9	Deschampsia flexuosa 4.3	Calamagrostis arundinacea 3.5
Oxalis acetosella 2.8	Vaccinium vitis-idaea 3.6	Deschampsia flexuosa 2.5
Deschampsia flexuosa 2.4	Oxalis acetosella 3.2	Vaccinium vitis-idaea 2.3
Sorbus aucuparia 2.0	Melampyrum sylvaticum 2.9	Anemone nemorosa 2.3
Linnaea borealis 1.7	Linnaea borealis 2.7	Hepatica nobilis 1.8
Melampyrum sylvaticum 1.0	Rubus saxatilis 2.2	Dryopteris carthusiana 1.4
Melampyrum pratense 1.0	Gymnocapium dryopteris 2.0	Pteridium aquilinum 1.3
Pleurozium schreberi 33.0	Pleurozium schreberi 13.9	Pleurozium schreberi 6.6
Hylocomium splendens 8.7	Hylocomium splendens 13.6	Brachythecium sp. 6.0
Dicranum majus 8.6	Dicranum majus 7.7	Dicranum majus 3.0
Dicranum polysetum 5.2	Dicranum polysetum 3.7	
Kariker – Litter 22.5	Kariker – Litter 23.5	Kariker – Litter 35.3
Lajimäärä – Number of species 23	Lajimäärä – Number of species 27	Lajimäärä – Number of species 33
IV	V	VI
Vaccinium myrtillus 27.3	Vaccinium myrtillus 30.5	Vaccinium myrtillus 49.3
Vaccinium vitis-idaea 18.7	Vaccinium vitis-idaea 9.5	Maianthemum bifolium 6.0
Calluna vulgaris 4.0	Maianthemum bifolium 7.1	Vaccinium vitis-idaea 5.8
Linnaea borealis 2.7	Deschampsia flexuosa 5.4	Deschampsia flexuosa 5.5
Melampyrum pratense 1.8	Calamagrostis arundinacea 1.6	Linnaea borealis 3.6
Maianthemum bifolium 1.8	Rubus saxatilis 1.5	Melampyrum pratense 1.7
	Melampyrum pratense 1.4	
	Linnaea borealis 1.0	
Pleurozium schreberi 59.5	Pleurozium schreberi 12.6	Pleurozium schreberi 37.8
Dicranum polysetum 8.2	Dicranum polysetum 9.3	Dicranum majus 7.5
Hylocomium splendens 8.0	Hylocomium splendens 6.7	Hylocomium splendens 7.2
Dicranum majus 4.3	Dicranum majus 4.7	Dicranum polysetum 6.3
	Sphagnum sp. 1.6	
Kariker – Litter 12.4	Kariker – Litter 24.1	Kariker – Litter 24.3
Lajimäärä – Number of species 19	Lajimäärä – Number of species 25	Lajimäärä – Number of species 22

nuorempi puusto sekä kasvipeitteettömän karikkeen suuri peittävyysosuus viittaavat voimakkaaseen varjostukseen, lajirunsaus ja lehtomaisuuden ilmentäjät kasvillisuudessa maan viljavuuteen. Kolmesta kuusivaltaisesta klusterista klusteriin I kuuluvat näytealat edustavat keskimäärin kehittyneintä puustoa ja karuimman tyyppistä pintakasvillisuutta; ruohojen ja heinien peittävyysosuus on verraten pieni, kun taas seinäsammalta esiintyy merkittävästi runsaammin kuin klustereissa II ja III.

Mäntyvaltaisista klustereista IV–VI klusteriin V kuuluvat näytealat edustavat rehevimmän tyyppistä pintakasvillisuutta; niinkään puusto edustaa keskimäärin nuorempaa kehitysluokkaa. Erona kuusivaltaisiin klustereihin on mm. käenkaalin ja metsämaitan puuttuminen. Kasvupaikan avoimuutta ja verraten kuivaa kasvualustaa osoittaa puolestaan puolukan ja kangaskynsisammalen suuri peittävyysosuus. Klusteri IV poikkeaa kaikista muista ennen kaikkea puolukan sekä seinäsammalen runsauden vuoksi. Ruohoja ei



Kuva 1. Näytealaklusterien ordinaatio faktoriakseleilla (QUARTIMAX-ratkaisu).

Fig. 1. Ordination of sample clusters with factor analysis (QUARTIMAX-solution).

merkittävässä määrin esiinny; sen sijaan kannervaa on verraten runsaasti. Lajimäärä sekä kasvipeitteettömän kärkepinnan osuus ovat tässä klusterissa pienimmät. Suurin osa klusteriin IV kuuluvista näytealoista tyypitettiin kentällä kuivahkoiksi kankaiksi tai karunpuoleisiksi tuoreiksi kankaiksi. Klusterissa VI kiinnittää huomiota mustikan suuri peittävyysosuus; myös seinäsammalta on runsaasti. Puusto on valtaosalla klusterin näytealoista uudistuskypsää ja männyn sekä kuusen osuudet keskimäärin samansuuruiset.

Klusterien edustaminen kasvustotyyppien keskenäistä rakenteellista samankaltaisuutta kuvaavan yhtäläisyysmatriisin pohjalta suoritettiin faktorianalyysi (kahden faktorin QUARTIMAX-ratkaisu). Kuvassa 1 klusterit on järjestetty lataustensa määräämien koordinaattien perusteella kahden faktoriakselin muodostamaan koordinaatistoon. Lähes kaikki klusterit saivat korkean latauksen en-

simmäisellä faktorilla (x-akseli); ainoastaan lehtomaista kasvustotyyppiä edustava klusteri III erottuu muista. Sen sijaan toinen faktori (y-akseli) erottelee klusterit tehokkaasti toisistaan. Korkein lataus ko. akselilla on klusterilla IV, matalimmat klustereilla II ja III. Viimeksi mainittujen lisäksi klusteri V saa negatiivisen latauksen; klusterit I ja VI muodostavat oman ryhmänsä verraten korkeine latauksineen. Korkeat lataukset näyttävät olevan yhteydessä karun tyyppiseen, niukkalajiseen pintakasvillisuuteen, kun taas matalan latauksen saaneita klustereita luonnehtii rehevä, ruohoinen ja runsausjakaumaltaan tasainen kasvillisuus. Koska kasvillisuuden lehtomaisuus on yhteydessä maaperän ravinteisuuteen, toisen faktorin voidaan katsoa kuvastavan vaihtelusuuntaa karu-viljava.

Tarkasteltaessa erotettuja näytealaryhmiä suhteessa metsätyyppin avulla ilmaistuun kasvupaikkaluokkaan havaitaan, että kuivia ja kuivahkoja kankaita sekä karunpuoleisia tuoreita kangasmetsiä (MT-) edustavat näytealat kasautuvat klusteriin IV, varsinaisia lehtoja sekä viljavimpia lehtomaisia kankaita edustavat klusteriin III. MT- ja OMT- tyyppin metsiköitä edustava valtaosa näytealaineistosta jakautuu jäljelle jäävän neljän klusterin kesken. Näistä klusterien I ja VI kasvillisuuden rakenne on hyvin samankaltainen; yhtäläisyys on suurin pohjakerroskasvillisuudessa, kun taas putkilokasvilajiston runsausjakauma on tasaisempi ja lehtomaisuuden ilmentäjien osuus suurempi klusterissa I. Klusterit poikkeavat toisistaan myös puulajisuhteiltaan. Klusterit II ja V edustavat edellisiä rehevämpää kasvustotyyppiä; lajiston runsausjakauma on verraten tasainen myös pohjakerroksessa.

Kasvillisuuden rakenteeseen ja siten myös näytealojen ryhmittymiseen vaikuttavista tekijöistä tärkein näyttää olevan ravinteisuusgradientti (karu-viljava). Sen lisäksi puulajisuhteet (männyn tai kuusen vallitsevuus) on merkittävä erotteleva tekijä. On kuitenkin huomattava, että kasvillisuuden lajikoostumukseen ja runsaussuhteisiin vaikuttaa suuri joukko kasvupaikkatekijöitä, jotka vielä harvoin ovat keskenään riippumattomia. Vaihtelun monisuuntaisuutta kuvaamaan tarvittaisiin moniulotteinen, verkkomainen avaruuskuvio. Näin ollen kasvillisuusanalyysin tulkinta ei ole mitenkään yksiselitteinen, vaan aina enemmän tai vähemmän väljä yleistys.

Taulukko 6. Mustikan varvuston biomassan (g/m^2) jakautuminen näytealaklustereittain.
Table 6. Distribution of the above-ground blueberry biomass (g/m^2) in different sample clusters.

A posteriori-keskiarvotesti (LSD-menetelmä) - A posteriori-contrasts (LSD-procedure)						
Ryhvät eroavat toisistaan riskitasolla 0.05 - Subsets of clusters are significantly different at the 0.05 level						
	Ryhmä 1 - Subset 1	Ryhmä 2 - Subset 2	Ryhmä 3 - Subset 3	Ryhmä 4 - Subset 4		
Klusteri - Cluster	III	I	II	IV	V	VI
Keskiarvo - Mean	14.9	31.0	32.5	42.0	44.7	66.0
Varianssi - Variance	145.1	379.3	336.5	149.2	499.9	670.1
N	19	25	24	16	12	10
Kokonaiskeskiarvo - Total mean	35.0					
Varianssi - Variance	504.0		F-suhde - F-ratio	11.861***		
N	106					

3.3. Mustikan biomassamäärän vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät

Mustikan varvuston biomassamäärien jakautumista erilaisia kasvustotyyppijä edustavien klustereiden suhteen on tarkasteltu taulukossa 6. Vaihtelua on tutkittu yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla, johon liittyen on suoritettu biomassaa-aineiston ryhmittely homogeneisiin alaryhmiin keskiarvojen monivertailun perusteella. Tuloksena saatiin neljä toisistaan merkitsevästi eroavaa alaryhmää. Selvästi alhaisin mustikan biomassamäärä on klusteriin III kuuluvilla näytealoilla, joilla mustikan menestymistä rajoittanevat ennen kaikkea voimakas varjostus sekä runsaan ruoho- ja heinäkasvillisuuden taholta tuleva kilpailu. Myös kuusivaltaisilla kasvustotyypeillä I ja II mustikan biomassamäärät ovat koko aineiston keskiarvon alapuolella. Seuraavan ryhmän muodostavat klusterit IV ja V, joista edellisessä mustikan vallitsevuutta rajoittaneen ensisijaisesti kasvupaikan kuivuus. Klusterit V ja VI muistuttavat puustosuhteiltaan toisistaan, mutta edellinen on pintakasvillisuudeltaan rehevämpi. Ruohojen ja heinien kilpailu todennäköisesti rajoittaa mustikan menestymistä tässä klusterissa klusteriin VI verrattuna, johon kuuluvat näytealat selvästi edustavat mustikan kannalta optimaalisia kasvupaikkoja tutkitussa aineistossa. Näille luonteenomaista on männyn ja kuusen muo-

dostama, varttunut puusto sekä suhteellisen niukkalajinen, ominaispiirteiltään verraten karu pintakasvillisuus.

Tulosten perusteella puustolla, etenkin männyn ja kuusen keskinäisillä runsaussuhteilla, näyttää olevan erittäin selvä yhteys mustikan vallitsevuuteen. Kuusivaltaisissa metsiköissä mustikkaa on selvästi vähemmän kuin sellaisissa, joissa pääpuulajien runsaussuhteet ovat tasaisemmat. Kilpailutekijän vaikutus näkyy putkilokasvilajiston runsaussuhteissa: lajimäärä on sitä suurempi ja lajiston runsausjakauma sitä tasaisempi mitä pienempi on mustikan biomassamäärä. Kuivuus näyttää olennaisesti rajoittavan mustikan määrää vain karuja kasvupaikkoja edustavassa klusterissa IV.

Mustikan biomassamäärään vaikuttavien tekijöiden merkityksen arvioimista vaikuttaa se seikka, että ne korreloivat keskenään. Kuusivaltaiset näytealat edustavat ilmeisesti keskimäärin viljavampia kasvupaikkoja kuin mäntyä kasvavat. Viljavuuden lisääntyessä kasvaa myös mustikan kanssa kilpailevien ruoho- ja heinäkasvien määrä. Koska mustikka monivuotisia, tiheitä ja korkeita kasvustoja muodostavana ja verraten nopeaan vegetatiiviseen leviämiseen kykenevänä on sille muuten edullisilla kasvupaikoilla useampia muita metsäkasveja tehokkaampi kilpailija, voidaan havaittua puuston vaikutusta kuitenkin pitää tässä suhteessa ensisijaisena.

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1. Menetelmien arviointi

Käsillä olevassa tutkimuksessa mustikan biomassaa mitattiin vain osassa aineistoa; n. kahdessa kolmasosassa aineistoa biomassamäärät estimoitiin peittävyiden ja varvuston valtakorkeuden avulla. Biomassaa ennustavassa mallissa em. tunnusten lisäksi tulisi ottaa huomioon myös varvuston tiheys ja rehevyys. Koska näiden luotettava mittaaminen on varsin hankalaa ja aikaa vievää, käytettiin hyväksi sitä seikkaa, että kasvuston tiheys ja korkeus korreloivat keskenään, ts. korkea varvusto on elinvoimaisempaa ja siten rehevämpää ja tiheämpää kuin matala. Koska empiiristä aineistoa em. riippuvuuden tutkimiseksi ei ollut käytettävissä, oli turvauduttava arvioon (ks. taulukon 3 ennustemalli). Näin menetellen saatiin mallin selityksaste kohtaan n. 80 %:iin. Tulokset osoittavat, että peittävyttä ja nopeasti mitattavaa korkeustunnusta käyttäen päästään varsin luotettavaan arvioon (ks. myös Kellomäki 1974 ja 1975). Malli vaatii kuitenkin empiiristä testausta etenkin korkeuden ja tiheyden keskinäisen vuorosuhteen osalta. Liittämällä malliin kasvuston fertiilisyyttä kuvaavia tunnuksia (esim. nuppujen, raakileiden tai marjojen tiheys) olisi tältä pohjalta mahdollista kehittää menetelmiä erilaisten kasvupaikkojen potentiaalisen marjasadon arvioimiseksi (ks. esim. Salo 1982, Salo & Sepponen 1983).

Taustaluokittelu tutkittavan muuttujan tarkastelulle laadittiin suorittamalla näytealojen ei-hierarkkinen ryhmittely niiden parittaisia erilaisuuksia kuvaavien euklidisten etäisyyksien pohjalta. Ryhmittelyssä heijastuvat ennen kaikkea valtalajien runsauksien vaihtelu sekä tietyissä määrin myös erot lajimäärissä. Koska nämä puolestaan heijastelevat kasvupaikkatekijöiden vaihtelua, näytealoklusterien voidaan katsoa vastaavan epäjatkuvuuksia maaperä- ym. tekijöiden vaihtelussa, ts. ekologisesti eriarvoisia kasvupaikkaluokkia (ks. esim. Cajander 1949, Shimwell 1971). Tätä vastaavuutta sumentaa se seikka, että ryhmittymiseen heikommin vaikuttavien vähävaltaisten lajien joukossa on monia kasvupaikan laadun arvioinnista informatiivisia indikaattorilajeja, kun taas valtalajeista useat ovat kasvupaikka-amplitudiltaan varsin laaja-alaisia. Viimeksi maini-

tuista etenkin yleiset metsäsammalet (seinäkerros- ja kynsisammalet) ilmentävät verraten huonosti maaperätekijöiden vaihtelua (ks. Kujala 1964 ja 1979).

Näytealoklusterien edustamien kasvutyyppien ja kasvupaikkatekijöiden välisten yhteyksien tulkinnan helpottamiseksi laskettiin klusterikohtaisten keskipeittävyysien pohjalta samankaltaisuusmatriisi, jota havainnollistettiin faktorianalyysin avulla. Faktorianalyysin perusidea on esittää havaitut muuttujien korrelaatioyhteydet faktoreina, joita voidaan pitää aineiston tietyin edellytyksin ekologisesti tulkittavina perusolotuuksina (ks. esim. Kosonen 1976).

On huomattava, että faktorilatausmatriisi ei ole yksikäsitteinen, vaan havaitusta kovarianssimatriisista voidaan johtaa ääretön joukko latausmatriiseja (Roos 1971). Siten faktorianalyysi, kuten ns. ordinaatiomenetelmät yleensäkin (ks. esim. Pakarinen 1982), on vain aineiston tekninen kuvailumenetelmä, eikä se sellaisenaan kerro mitään eliöiden ja niiden muodostamien yhteisöjen suhteesta ympäristöönsä. Faktorien ilmaisemien aineiston päävaihtelusuuntien ekologisten tulkinnan tulisi aina perustua tarkoituksenmukaiseen, ympäristötekijöiden mittauksiin tukeutuvaan jatkoanalyysiin.

Tässä tutkimuksessa kasvupaikan laatua koskevat päätelmät nojautuvat kasvillisuusaineiston ohella vain niukkaan ja luonteeltaan kvalitatiiviseen tausta-aineistoon ja ovat siten ainoastaan loogisesti perusteltavissa. Jatko-tutkimuksissa tullaan kasvillisuuden ja kasvupaikkatekijöiden välisiä yhteyksiä selvittämään maa-analyysien ja puustomittausten tuloksista koostuvan kvantitatiivisen aineiston pohjalta. Tältä osin käsillä olevaa selvitystä voidaan pitää eräänlaisena esitutkimuksena.

4.2. Tulosten arviointi

Mustikan vallitsevuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä on yleensä tarkasteltu metsätyypeittäin (ks. esim. Solantie 1982). Myös lukuisissa muissa metsiin liittyvissä biologisissa tutkimuksissa metsätyyppikohtainen tarkastelu on ollut vallitseva lähestymistapa. On huomattava, että metsätyyppien kuvaukset

perustuvat yleensä häiriintymättömien kliimaksivaiheen metsiköiden kasvivyhdyskuntiin. Määritelmänsä mukaisesti (Cajander 1949, ja Kujala 1979) metsätyyppi sisältää kuitenkin myös saman kasvupaikan kasvillisuuden nuoremmat sukkessiovaiheet sekä esimerkiksi metsikköön kohdistettujen toimenpiteiden johdosta muuntuneet kasvivyhdyskunnat. Tästä johtuva aineistojen heterogeenisuus luonnollisesti vaikuttaa tulosten luotettavuuteen ja yleistettävyyteen. Metsätyyppikohtaisen tarkastelun ohella on siten perusteltua selvittää mustikan vallitsevuuden vaihtelua suhteessa pintakasvillisuuden muiden osakkaiden runsausjakaumiin sekä puustoon ja puulajisuhteisiin.

Mustikan kasvupaikka-amplitudi on varsin laaja. Tutkitussa aineistossa tämä näkyi mustikan esiintymisenä runsaimpien lajien joukossa kaikissa erotetuissa kasvutyypeissä sekä lähes kaikilla näytealoilla. Tehokkaana kilpailijana mustikka metsäympäristössä runsastuu niin paljon kuin resurssit ja lähinnä lajinsisäisen kilpailun säätelemä kasvutila antavat myöten. Verraten niukkaan ravinteiden saantiin sopeutuneena (Ingestad 1973) se menestyy hyvin myös varsin karuilla kasvupaikoilla, puolukan seurassa. Runsaalla ravinteisuudella saattaa sen sijaan olla lievä haitallinen vaikutus mustikalle (esim. Mälkönen & al. 1980). Voimakasta varjostusta mustikka sietää huonosti (mm. Teivainen 1952). On yleisesti tunnettua, että kuusikoissa pintakasvillisuuden saaman valon määrä on pienempi kuin mäntymetsissä; myös valon väri on erilainen. Vaikka myös erot mikroilmastossa sekä karikkeen määrässä ja laadussa saattavat vaikuttaa pintakasvillisuuteen (ks. esim. Aaltonen 1940), valon niukkuus lienee ensisijainen syy kuusivaltaisilla kasvutyypeillä havaittuun pienempään mustikan biomassamäärään.

Cajanderin metsätyyppiteoriaa on arvos-

teltu mm. siitä, että se aliarvioi puuston ja puulajin merkitystä bonitoinnissa (mm. Brenner 1921, Sireń 1955). Vuokila (1980) on todennut, että eri puulajien samannimiset metsätyypit eivät välttämättä vastaa toisiaan. Tosin myös Cajander (esim. Cajander 1925) kiinnitti huomiota puulajin merkitykseen, mutta piti sitä sekundäärisenä tekijänä (ks. myös Kujala 1979). Tässä esitetyt tulokset viittaavat siihen, että mänty kuuseen verrattuna edistää tuuhean mustikan varvuston muodostumista tuoreilla kangasmailla. Tällä saattaa olla merkitystä käytännön bonitoinnin kannalta. Taaja ja rehevä mustikan varvusto häittää muiden putkilokasvien toimeentuloa ja vaikuttaa siten esimerkiksi OMT:lle luonteenomaisten ruohojen esiintymiseen. Toisaalta mm. Hertz (1932) toteaa mustikan varpujen edistävän seinäsammalen korkeuskasvua. Siten on mahdollista, että viljavuudeltaan samanarvoisilla kasvupaikoilla mäntyvaltaiset metsiköt tulevat kuusivaltaisista useammin luokitelluiksi MT:ksi, kun taas kuusikoissa OMT:n tunnuspiirteet tulevat selvemmin esiin.

Teivainen (1952) havaitsi Pohjois-Suomen tuoreiden kangasmetsien kasvillisuutta koskevassa tutkimuksessaan kuusen mäntyyn ja koivuun verrattuna edistävän rehevän mustikkavarvuston muodostumista. Pohjois-Suomen verraten valoisat kuusikot tarjoavat valaistusolojen puolesta voimakasta varjostusta huonosti sietävälle mustikalle paljon paremmat kasvuedellytykset kuin Etelä-Suomen kuusikot. Teivaisen mukaan kuusen luoma edullinen mikroilmasto suosii noissa Etelä-Suomea äärevämissä oloissa mustikkaa. Pintakasvillisuuteen vaikuttavia kasvupaikkatekijöitä ei näin ollen ole mahdollista tarkastella erikseen, vaan tutkimuksen kohteena tulee olla ilmaston ja muiden abioottisten kasvupaikkatekijöiden sekä puuston yhdysvaikutus.

- AALTONEN, V. T. 1933. Metsämaa. 615 s. Porvoo.
- BRENNER, W. 1921. Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. Referat: Studien über die Vegetation im westlichen Nyland (Süd-Finnland) und ihr Verhältnis zu den Eigenschaften des Bodens. Fennia 43 (2): 1-105.
- CAJANDER, A. K. 1909. Über Waldtypen. Acta For. Fenn. 2(3): 1-175.
- 1925. Metsätyypiteoria. Acta For. Fenn. 29: 1-84.
- 1949. Metsätyypit ja niiden merkitys. Forest types and their significance. Acta For. Fenn. 56: 1-69, 1-71.
- CHEKANOWSKY, J. 1909. Zur differential Diagnose der Neandertalgruppe. Korresp. Bl. at. Ges. Anthrop. 40: 44-47.
- CLIFFORD, H. T. & STEPHENSON, W. 1975. An introduction to numerical classification. Academic press. 298 s. New York.
- GAUCH, H. 1980. COMPCLUS. A FORTRAN Program for Rapid Initial Clustering of Large Data Sets. Ecology and Systematics, Cornell University. 59 s. Ithaca, New York.
- 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University press. 298 s. New York.
- HERTZ, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Valtioneuvoston kirjapaino, 189 s. Helsinki.
- INGESTAD, T. 1973. Mineral nutrient requirements of *Vaccinium vitis-idea* and *V. myrtillus*. Physiol. Plant. 29: 239-246.
- KELLOMÄKI, S. 1974. Metsän aluskasvillisuuden biomassan ja peittävyden välisestä suhteesta. Summary: On the relation between biomass and coverage in ground vegetation of forest stand. Silva Fenn. 8 (1): 20-46.
- 1975. Havainnot metsän aluskasvillisuuden biomassan ja peittävyden välisestä suhteesta. Summary: Studies concerning the relationship between biomass and coverage in ground vegetation of a forest stand. Silva Fenn. 9 (1): 1-14.
- KIM, J. O. & KOHOUT, F. J. 1975. Multiple regression analysis: subprogram REGRESSION. In: Statistical package for social sciences. (Ed. N. H. Nie, C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner & D. H. Bent). McGraw-Hill Inc., New York, ss. 320-367.
- KOSONEN, M. 1976. A review of the origin, development and significance of ordination methods in present phytocological research. Publ. Univ. Joensuu, Ser. B II, 6: 1-25.
- KUJALA, V. 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyysuhteista Suomessa. Vuosina 1951-1953 suoritetun valtakunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. Referat: Über die Frequenzverhältnisse der Wald und Moorpflanzen in Finnland Ergebnisse der III. Reichswaldabschätzung 1951-1953. Commun. Inst. For. Fenn. 59(1): 1-137.
- NIE, N. H., HULL, C. H. JENKINS, K., STEINBRENNER, K. & BRENT, D. H. 1975. SPSS. Statistical package for social sciences. McGraw-Hill Inc. 675 s. New York.
- PAKARINEN, P. 1982. Etelä-Suomen suo- ja metsätyypien numerisesta luokittelusta. Summary: Numerical classification of south Finnish mire and forest types. Suo 33 (4-5): 97-103.
- ROOS, J.-P. 1971. Monimuuttujamenetelmien perusteet. Helsingin yliopiston sos. pol. laitoksen julkaisuja 7.
- SALO, K. (ed.) 1982. Metsämarja- ja sieniatutkimuksen menetelmäongelmia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 37: 1-37.
- & SEPPONEN, P. (ed.) 1983. Luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaari, Joensuu 6.-7. 10. 1982, osa I. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 1-163.
- SHIMWELL, D. W. 1971. Description & Classification of Vegetation. Sidgwick and Jackson Ltd. 322 s. London.
- SIRÉN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in Northern Finland and its ecology. Seloste: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62: 1-408.
- TEIVAINEN, L. 1952. Pohjois-Suomen tuoreiden kangasmetsien kasvillisuudesta. Referat: Über die Vegetation der frischen Heidewälder in Nord Finland. Ann. Bot. Soc. Fenn. 'Vanamo' 25(2): 1-168.
- VALLÉE, G. & LOWRY, G. L. 1972. Application of multiple regression and principal component analysis to growth prediction and phytosociological studies of black spruce stands. Serv. de la rech.; Min. des Ter. et For. du Quebec. Mem. 7: 1-101.
- VUOKILA, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 256 s. Porvoo.

ON THE DISTRIBUTION OF BLUEBERRY BIOMASS IN DIFFERENT FOREST STANDS

The study deals with the distribution of above-ground biomass of *Vaccinium myrtillus* along the vegetation continuum segregated by using phytosociological classification method *composite clustering* (Gauch 1980). The qualitative characteristics of forest sites corresponding to different vegetational clusters were defined on the basis of indirect gradient analysis of vegetational data and description of tree stand properties. Material was collected from 106 random sample areas, each 16 × 16 m in size, located in the districts of Lammi, Kuhmoinen and Mänttä in southern and central Finland. In addition to the coverage ratios of different plant species, the amount of above-ground dry matter of *Vaccinium myrtillus* has been determined. Dry matter (g/m²) was measured directly from 34 sample areas; after that, linear regression model was constructed in order to use coverage values and height characteristics for predicting blueberry biomass in other sample areas (see Tables 2 and 3). The model explained approximately 80 % of the variation in the dry matter content of blueberry and was found suitable for predicting purposes.

As a result of the numerical analysis of the cover data, six vegetation types (clusters of sample areas), differing from each other mainly in abundances of the most constant and dominant plant species, were formed (Table 5). The main ecological factor to which most of the plant species are responding, and which thus explains the differences between clusters most efficiently, seems to be the fertility of the site. Sample areas with rich grassherb vegetation (cluster III), as well as sample areas representing comparatively dry, barren site type (cluster IV), were clearly separated from other groups of sample areas (see also Table 6). Tree stand characters, particularly the proportional distribution of pine and spruce, seems to be another important factor affecting the vegetation composition.

One-way analysis of variance with a posteriori contrasts of the group means was used in analyzing the differences in amounts of dry matter of *Vaccinium myrtillus* between clusters. Four significantly different subsets of clusters were formed (Table 7). The lowest biomass values were connected with herb-rich vegetation and shady, spruce-dominated tree stand. Comparatively low dry matter contents were found also in other sample areas characterized by Norway spruce as dominating tree species, whereas in sample areas representing pine-dominant or mixed pine-spruce forest stands the biomass values were significantly higher. Among last mentioned, clearly the highest blueberry biomasses were found in cluster VI. In cluster IV, *Vaccinium myrtillus* probably slightly suffers from shortage of water, whereas in relatively fertile sample areas of cluster V, competition of grasses and herbs may somewhat limit its abundance.

Tree species composition, especially the proportion of Norway spruce in it, affects strongly the light conditions in ground vegetation layer. It seems evident that, especially in moist upland forest sites, the supply of light is essential factor affecting the abundance of *Vaccinium myrtillus*. Hence it follows, that in pine-dominated forests blueberry may be a predominant species and superior competitor, affecting strongly the whole vegetation. On the other hand, in spruce forests more shade-tolerant herbs and other plants may gain benefit from lower competitive power of blueberry dwarf shrubs. Thus, even if the site quality is essentially equal, the abundance relationships between *Vaccinium myrtillus* and other components of the ground vegetation may vary in wide ranges and cause difficulties in practical site classification.