



Metsät Pohjanmaan rannikolla *Kustskog i Österbotten*

Kristian Karlsson
(toim. / red.)

KANNUKSEN TUTKIMUSASEMA

Kansikuva: Metsäisiä saaria Merenkurkun uloimmassa osassa. Helikopterista otettu kuva Mikkelin Saarista: Kristian Karlsson.

Pärbild: Skogsklädda holmar i yttre delen av Kvarken. Foto från helikopter över Mickelsörarna: Kristian Karlsson.

Sisäkannen piirros / teckning på inre pärm: Reetta Kolppanen.

Metsät Pohjanmaan rannikolla *Kustskog i Österbotten*

Kristian Karlsson (toim. / red.)



Metsäntutkimuslaitos
Kannuksen tutkimusasema

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 723

Karlsson, K. (toim. / red.) 1999. Metsät Pohjanmaan rannikolla – Kustskog i Österbotten. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 723: 1–93. ISBN 951-40-1669-6. ISSN 0358-4283.

Julkaisuun on koottu Vaasan yliopistossa 12.11.1998 pidetyn tutkimuspäivän esitelmä-aiheista kirjoitettuja artikkeleita. Päivän teemana oli Pohjanmaan rannikkometsät ja pääosa esitetyistä tutkimustuloksista perustui Metsäntutkimuslaitoksen rannikkometsähankkeessa tehtyyn työhön. Lisäksi esiteltiin Pohjanmaan rannikkoa koskevia tuloksia valtakunnan metsien inventoinnista sekä Metsähallituksen, Rannikon metsäkeskuksen ja Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueen metsiä ja metsien käyttöä koskevia hankkeita. Kunkin artikkelin lopussa on tiivistelmä toisella kotimaisella kielellä.

I publikationen ingår artiklar som är baserade på föredragen från forskningsdagen vid Vasa universitet den 12.11.1998. Dagens tema var kustskogen i Österbotten och forskningsresultaten som presenterades var främst grundade på arbete i Skogsforskningsinstitutets kustskogprojekt. Dessutom presenterades resultat från riksskogstaxeringarna gällande Österbottens kustområde samt skogliga projekt vid Forststyrelsen, Kustens skogscentral och Västra Finlands miljöcentral. I slutet av varje artikel ingår ett sammandrag på det andra inhemska språket.

Avainsanat: rannikko, maankohoaminen, kasvillisuus, metsätalous, luonnonsuojelu

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema,
PL 44, FIN-69101 Kannus

Hyväksyntä: Tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 10.2.1999

Metsät Pohjanmaan rannikolla *Kustskog i Österbotten*

Kristian Karlsson (toim. / red.)

Sisällys — Innehåll

Skogsforskning vid Österbottens kust <i>Kristian Karlsson</i>	4
Pohjanmaan rannikon metsät: uusia tuloksia VMI:stä <i>Kari T. Korhonen</i>	7
Metsien terveydentilan seuranta Suomessa <i>Hannu Raitio</i>	15
Trädens höjdtveckling i Österbottens kustområde <i>Kristian Karlsson</i>	23
Maaperätekijät, latvuskunto ja ravinnetila maankohoamisrannikon kuusikoissa <i>Päivi Merilä</i>	31
Kasvillisuuden kehitys Perämeren rannikolla <i>Jouko Siira</i>	35
Merenrannan kasvipeitteen gradienttilinja Hailuodossa <i>Kari Kukko-oja, Eero Kubin & Jouko Siira</i>	43
Maankohoamisrannikon sulfidisavimaiden metsittäminen <i>Eero Kubin</i>	50
Typillisaskeuman vaikutus puuston ravinnetilaan ja kasvuun länsirannikolla <i>Jyrki Hytönen & Kristian Karlsson</i>	59
Miksi ja miten tutkitaan päätöksentekoa rannikon yksityismetsissä? <i>Leena A. Hytönen</i>	73
Skogsskötsel nära stränderna <i>Greger Erikslund</i>	78
Merenkurkun metsäluonto <i>Leena Rinkineva</i>	82
Rannikon luonnonsuojelun sosiaalinen ja taloudellinen merkitys <i>Kari Hallantie</i>	89

Skogsforskning vid Österbottens kust

Kristian Karlsson
Skogsforskningsinstitutet
Kannus forskningsstation

Skogsforskningsinstitutet inledde år 1997 ett nytt forskningsprojekt med målet att utveckla skogsbruket och utnyttjandet av skogarna i det österbottniska kustområdet. I dagens anda formades projektet utgående från principerna för uthålligt skogsbruk. Enligt dem granskas skogsbrukets hållbarhet med hjälp av mångsidiga kriterier gällande bland annat hälsotillstånd, mångfald och sociala aspekter, utan att ändå glömma virkeshushållningen och ekonomin. I praktiken fick projektet en tvärvetenskapligt karaktär med något olika vetenskapliga discipliner representerade. Projektet delades in i fem delprojekt där målsättningen var att undersöka följande ämnesområden:

- skogsmarkerna, med tyngdpunkten på kvävebudgeten
- skogsförnyelse, beskogning och naturlig trädslagssuccession
- skogens tillväxt och produktion
- skogsvegetation och mångfald
- skogsplanering

I dagens läge bör man konstatera att alla fem delprojekt inte kunnat förverkligas helt enligt planerna. Skogsforskningsinstitutets resurser har inte räckt till för undersökningar av landhöjningsområdenas ytvegetation. Ytvegetationen undersöks dock till en del i samband med annan forskning vid Muhos och Bottenvikens forskningsstationer, vilket klart kom fram under forskningsdagen i Vasa. Praktiskt inriktade inventeringar av mångfalden har också en stor betydelse. En hel del arbete har redan gjorts i projektet 'Grön Bro över Kvarken' där olika organisationer samarbetade för utveckla naturskyddet och alternativa näringar i skärgården. Kustens skogscentral genomför även uppskattningar av mångfalden i ekonomiskogarna vid kusten. Den här typen av uppgifter kan förhoppningsvis utnyttjas inom kustskogsprojektet när man utvecklar nya planeringsmetoder. Hittills har forskningen av skogsplaneringsmetoder för kust och skärgård varit rätt blygsam, men det är ännu möjligt att intensifiera forskningen inom ramarna för nuvarande projekt som fortsätter till år 2001.

De delar av kustskogsprojektet som bygger på mera traditionell skogs(-bruks-)forskning har börjat ge resultat. En orsak till att man kommit framåt är tillgången till tidigare insamlade mätningresultat som man nu har analyserat. En hel del sådana presenterades vid forskningsdagen i Vasa. Det äldsta materialet kom från förnyelseförsök som man vid Muhos forskningsstation grundade på tillandningsmark under 1970-talet. Under 1980-talet undersökte man vid Kannus forskningsstation skogarna nära pälsdjursfarmer och detta material har nu granskats mångsidigare än tidigare. Försöksytorna som grundades inom kustområdet under 1990-talet har fortsättningsvis analyserats och med hjälp av dem har man noggrannare kunnat beskriva kustskogens utveckling och hälsotillstånd samt faktorer som inverkar på dem.

Resultaten kan verka vitt skilda till sin karaktär, men de kompletterar trots allt varandra. I sista hand bör de kunna användas när man gör regionalt anpassade anvisningar för skogsskötseln. Ett konkret exempel på råd för anpassad skogsvård gavs också på forsk-

ningsdagen då *Skogsförbättringschef Greger Erikslund* från Kustens skogscentral berättade om den guide som utarbetats för skogsskötseln nära stränderna. Forskare från skogsforskningsinstitutet har deltagit i arbetet med guiden. Målet är att den regionala skogsforskningen i allt högre grad skall kunna bidra med specifika uppgifter för den här sortens verksamhet. I presentationen som berörde skogen runt pälsdjursfarmer kunde man också se en antydning till praktisk tillämpning: anvisningar hur skogens skall skötas vid pälsdjursfarmerna för att den negativa inverkan skall bli så liten som möjlig. Frågan är viktig i kustområdet där kvävedeposition från lantbruket är mycket större än i andra områden i Finland.

Trots att inga definitiva geografiska gränser satts upp för verksamheten inom kustskogsprojektet är den här forskningen klart regional. Det centrala området utgörs av svenska Österbotten och kuststräckan vidare norrut ända till Lappland. På grund av den starka anknytningen till en specifik region är det en självklarhet att kontakterna med övriga organisationer i området är mycket viktiga. Forskningsdagen i Vasa universitet var i det här hänseendet ett lyckat tillfälle eftersom de flesta organisationer som verkar inom kustområdet var med och presenterade egna inlägg bland föredragen. Föregående år, dvs. i slutet av hösten 1997, berättade kustskogsprojektets forskare om sina undersökningar och gav förslag till nya sådana vid ett seminarium vid Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Kontakterna över Kvarken utgör fortsättningsvis en viktig del av samarbetet.

Forskningsdagens föredrag kommenterades av *Direktör Kaj Suomela* från Österbottens TE-central som också framhöll vikten av att olika organisationer deltar i dylika evenemang och idkar samarbete på olika nivåer. TE-centralens har i sig självt ingen formell roll inom regionens skogsbruk, men en stor del av nationell och EU finansiering bland annat för utvecklandet av landsbygden sköts av TE-centralen, som på så sätt är inblandad i många skogliga utvecklingsprojekt. Det bör alltid vara ett slutgiltigt mål för all forskning att utveckla och stöda näringar som utgör grunden i samhället, konstaterade Suomela.

Kvarkenregionens naturskyddsområden kan också enligt Forststyrelsens inlägg på forskningsdagen bidra till en mångsidigare näringsstruktur, trots att man för tillfället ännu ser motsättningar mellan naturskyddet och traditionella landsbygdsnäringar. Ett mångsidigt utnyttjandet av naturskyddsområdena i Kvarkens skärgård är i många avseenden ny verksamhet som säkert kunde främjas med vetenskaplig forskning. Metoder gällande ekologisk landskapsplanering och deltagande planering samt beaktandet av mångfalden och kulturlandskapets respektive naturskogarnas utveckling är exempel på forskning som för tillfället är aktuell inom Skogsforskningsinstitutet. Med tanke på den specifika naturen i Kvarken skulle den här forskningen säkert kunna ge konkreta resultat om den utvidgades till den österbottniska skärgården.

Såsom ofta i den här typen av granskningar ser man att fråge- och problemställningarna är så omfattande att man med de resurser som står tillbuds endast kan svara på en liten del av dem. Kustskogsprojektet har fått stöd av ledningen inom Skogsforskningsinstitutet där man ansett att våra möjligheter att bedriva regional forskning är goda och att behoven vid Österbottens kust är otvivelaktiga. Tillgången till forskarresurser har hittills varit en begränsande faktor som tvingar oss att prioritera verksamheten enligt behoven och möjligheter. I det här sammanhanget är det nödvändigt att hålla upp en fortgående dialog mellan forskare och de som behöver ny information ute på fältet.

Tiivistelmä: Metsäntutkimus Pohjanmaan rannikolla

Metsäntutkimuslaitos aloitti vuonna 1997 tutkimushankkeen, jonka tavoitteena on kehittää metsätaloutta ja metsien hyödyntämistä Pohjanmaan rannikolla. Hanke suunniteltiin toteutettavaksi viidessä osahankkeessa, osin noudattaen kestävän kehityksen suuntaviivoja. Aihepiirit olivat maantutkimus, uudistaminen, kasvatusta, kasvillisuus ja monimuotoisuus sekä metsäsuunnittelun menetelmien soveltaminen. Usean osahankkeen tutkimukset liittyvät metsien terveydentilan parantamiseen ja niiden monipuolisen käytön edistämiseen.

Hankkeen kaikkia osatutkimuksia ei ole voitu toteuttaa aivan suunnitelmien mukaan. Pintakasvillisuuden kehitystä ja monimuotoisuutta ei ole voitu tutkia erillisessä osahankkeessa. Metlan Muhoksen ja Oulun yliopiston Perämeren tutkimusasemien tutkimuksissa on kuitenkin paljon puhtaasti kasvillisuutta koskevia selvityksiä, kuten Vaasan tutkimuspäivillä kuultiin. Muiden organisaatioiden monimuotoisuutta valaisevat inventoinnit ja kartoitukset rannikolla ovat tärkeä resurssi metsän käytön kehittämisessä. Toivottavasti näitä aineistoja tullaan hyödyntämään esimerkiksi metsäsuunnittelun menetelmien kehittämisessä. Tätä aihepiiriä koskevat tutkimukset ovat tähän asti olleet varsin vaatimattomia, mutta vuoteen 2001 jatkuvassa rannikkometsähankkeessa niitä on mahdollista painottaa enemmän.

Metsänkasvatuksen tutkimusten uusia tuloksia esiteltiin tutkimuspäivillä. Suuri osa tuloksista perustui pitkäjänteiseen ja aikaavievään kenttäkoetointaan. Muhoksen tutkimusasemalla perustettiin metsittämiskokeita vesijättömaille 1970-luvulla, Kannuksessa alettiin tutkia rannikon turkistarhojen lähimetsiä 1980-luvulla ja Kannuksen ja Parkanon tutkimusasemien toimesta perustettiin suuri joukko seurantakoealoja rannikolle 1990-luvun aikana. Tulokset näistä kaikista täydentävät toisiaan ja antavat eväät metsän kasvatuksen ja käytön edistämiseen alueellisten metsänhoidon ohjeiden muodossa. Tutkimuspäivillä kerrottiinkin rantametsien hoitoa koskevasta oppaasta, joka on esimerkki tällaisesta alueellisiin erityispiirteisiin pohjautuvasta kehittämistyöstä.

Pääosa tutkimuspäivillä pidetyistä esitelmistä koostui tieteellisten tutkimusten tuloksista. Sen lisäksi esiteltiin Länsi-Suomen ympäristökeskuksen, Rannikon metsäkeskuksen ja Metsähallituksen rannikkoa ja saaristoa koskevia kehittämishankkeita tai -suunnitelmia. Eri organisaatioiden osallistuminen tilaisuuteen todettiin monella taholla erittäin mieluiseksi. Yhteistyö ja yhteydenpito rannikon ja saariston metsien parissa toimivien organisaatioiden välillä on varmasti aivan välttämätöntä. Edellisen vuoden syksyllä (1997) rannikkometsähankkeen tutkijat esittivät tutkimuksiaan ja suunnitelmiaan Ruotsin maatalousyliopistossa Uumajassa. Yhteydet Merenkurkun yli ovat jatkossakin tärkeä osa yhteistyötä.

Rannikkometsien tutkimuksia tarkasteltaessa huomaa väistämättä, että kysymykset ja ongelmanasettelu ovat niin laajoja, että vain pieneen osaan voidaan hakea vastauksia ja ratkaisuja olemassa olevilla resursseilla. Metsäntutkimuslaitoksen johto on antanut tukensa rannikkometsähankkeelle toteamalla, että laitoksen mahdollisuudet tehdä alueellista metsäntutkimusta ovat hyvät ja tarpeet Pohjanmaan rannikolla kiistattomat. Niukoilla resursseilla toimittaessa on kuitenkin erinomaisen tärkeätä, että toimintaa suunnataan tarpeiden ja mahdollisuuksien mukaan. Tämä onnistuu vain, jos jatkuvasti ylläpidetään yhteyksiä kentällä toimiviin henkilöihin.

Pohjanmaan rannikon metsät: uusia tuloksia VMI:stä

Kari T. Korhonen
Metsäntutkimuslaitos
Helsingin tutkimuskeskus

Taustaa

Suomessa on metsien kehitystä seurattu 1920-luvulta lähtien valtakunnan metsien inventoinneilla. Nyt on menossa 9. inventointikierron (VMI9), joka alkoi 1996. Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueella VMI9:n maastotyöt tehtiin kesällä 1997. Edellinen inventointi oli tällä alueella 1991.

Metsävarojen seuranta perustuu systemaattisen verkon mukaisesti perustettujen koealojen mittaukseen. Pohjanmaan rannikon alueella käytetyssä otanta-asetelmassa on koealarypäitä 7 km välein. Ryväs on suorakaiteen muotoinen ja siinä on 18 koealaa 300 m välein. Joka neljäs ryväs on perustettu pysyväksi. Pysyvillä rypäillä koealoja on 14/ryväs.

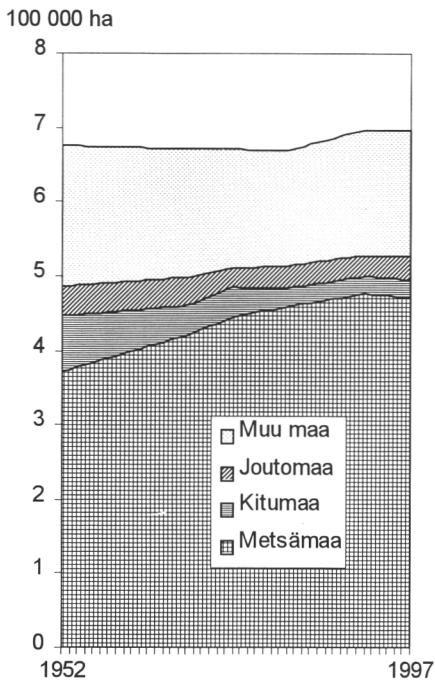
Metsiköstä, johon inventoinnin koeala osuu, kirjataan noin 150 muuttujaa. Niillä kuvataan maaperää, kasvupaikkaa, puustoa, tehtyjä toimenpiteitä, toimenpidetarpeita, tuhoja ja avainbiotooppeja. Kaikki puuston tilavuus- ja kasvutiedot perustuvat relaskooppikoealoilta mitattuihin yksittäisiin puihin. Kaikista relaskooppikoealan puista kirjataan puulaji, läpimitta rinnankorkeudella, latvuskerros ja puun laatuluokka. Joka 7. puu on koepuu, josta kirjataan edellisten tunnusten lisäksi mm. pituus, läpimitta 6 m korkeudella, pituuskasvu ja tuhot. Koepuista otetaan kairanlastu iän ja läpimitankasvun määrittämiseksi. Yhdeksänneistä inventoinnista lähtien on mitattu myös koealalta löytyvä kuollut puusto.

Yhdeksänneksen inventoinnin tulokset on päätetty koota metsäkeskuksittaisiksi tutkimusartikkeleiksi Metsätieteen aikakauskirjan metsävaraosastoon. Rannikon metsäkeskuksen tulokset ilmestyvät, kun Helsingin alueen laskennat on tehty. Helsingin alueen metsät inventointiin kuluvan vuoden kesänä. Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueen metsävaratulokset on kokonaisuudessaan laskettu. Inventoinnin tuloksia on viime aikoina laskettu myös yhdistäen maastotietoihin kartta- ja satelliittikuvatiedot. Näin voidaan laskea tuloksia kohtuullisen luotettavasti esim. kunnittain sekä tulostaa karttamuotoisia inventoinnin raportteja. Tämä osuus inventoinnin laskennasta on vasta menossa ja tässä esillä oleva kuva on kahdeksannen inventoinnin tietoihin perustuva.

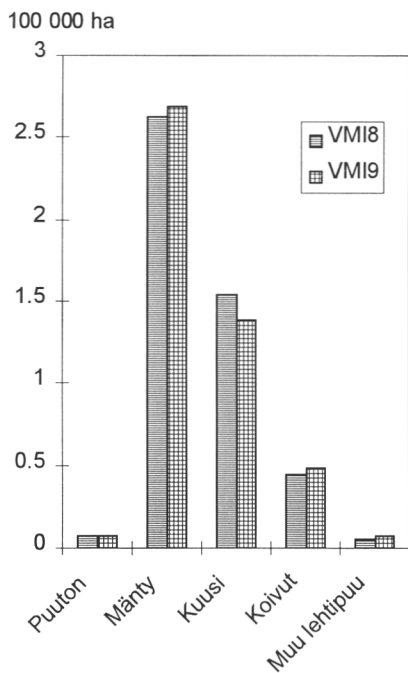
Tässä esityksessä esittelen maastoinventointiin perustuvien tulosten pääosat ja niiden vertailut edellisiin inventointeihin.

Maaluokkien alan ja ojituksen kehitys

Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueen maapinta-ala on 696 500 ha, josta metsätalousmaata on 526 700 ha. Metsämaan ala on 471 100 ha, kitumaan 24 300 ha ja joutomaan 28 800 ha. Maaluokkien alat eivät ole juurikaan muuttuneet edellisestä in-



Kuva 1. Maaluokkien alat 1952–1997.



Kuva 2. Metsämaan ala puulajivaltaisuuksittain 8. ja 9. inventoinnissa.

ventoinnista (kuva 1). Verrattuna 50-luvun alun 3. inventointiin, metsämaan ala on nyt selvästi suurempi. Kitumaata on siirtynyt metsämaahan. Lisäksi kokonaismaa-ala on kasvanut maankohoamisilmiön ja maanmittauksen tarkentumisen seurauksena. Tämä maankohoamisilmiö näkyy inventointien tuloksissa kertaluonteisena hyppäyksenä 8. ja 7. inventoinnin välissä, kun Maanmittauslaitoksen ylläpitämät kunnittaiset maapinta-alat nousivat Rannikon Pohjanmaalla keskimäärin 4,5 % 1980-luvun alussa.

Metsätalousmaasta on kangasta 366 700 ha (70 %) ja suota 157 400 ha (30 %). Metsämaasta suon osuus on 26 %. Metsämaan suot jakautuvat likimain tasan puoliksi korpiin ja rämeisiin.

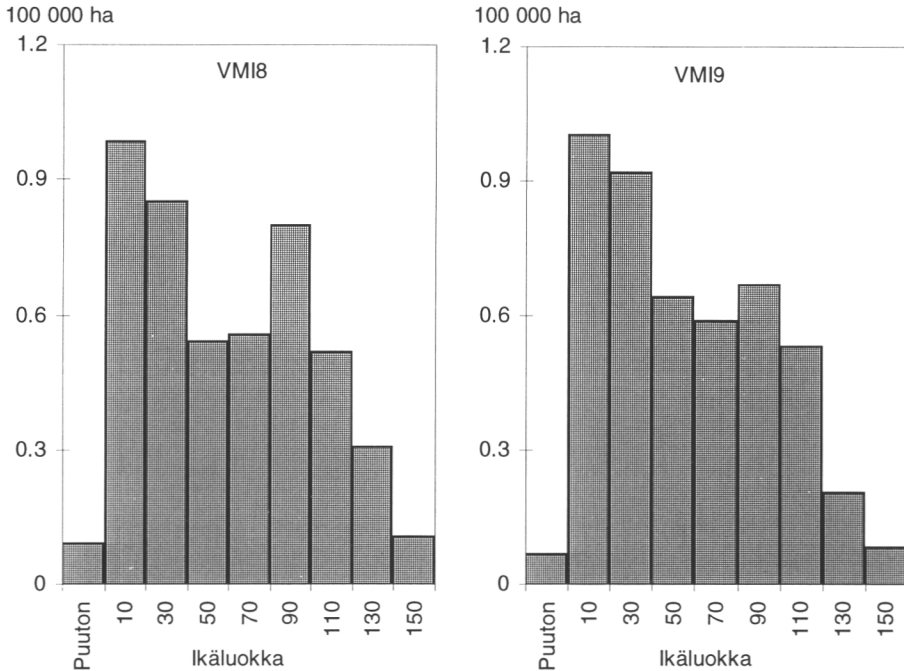
Metsätalouden soista on ojitettu 116 800 ha eli 74 %, metsämaan soista on ojitettu peräti 88 %. Ojitettua metsämaan kangasta on 42 600 ha, josta osa on ennen ojitusta ollut suota. 1950-luvun alussa ojitettua suota on ollut runsaat 20 000 ha, ojituksista pääosa on tehty 60- ja 70-luvuilla. 90-luvulla uudisojituksia on tehty hyvin vähän. Inventointien aikasarja osoittaa ojikkojen alan tasaisesti vähentyneen, muuttumien ja turvekankaiden ala on puolestaan kasvanut. Kehitys kertoo ojitusten onnistumisesta kokonaisuutena tarkastellen melko hyvin. Uusimman inventoinnin mukaan ojitetuista soista on ojikko-asteella enää 7 % (8 200 ha).

Puulajivaltaisuus, ikä- ja kehitysluokkajakaumat

Pohjanmaan Rannikon metsät ovat mäntyvaltaisia (kuva 2). Edellisissä inventoinneissa on ollut nähtävissä mäntyvaltaisten metsien alan kasvu. Tämä kehitys on jatkunut lievästi: mäntyvaltaisia metsiä on nyt 57 %, kun edellisessä inventoinnissa mäntyvaltaisten metsien osuus oli 55 %. Kuusivaltaisten metsien osuus on puolestaan hienoisesti laskenut edellisen

inventoinnin 32 %:sta nykyiseen vajaaseen 30 %:iin.

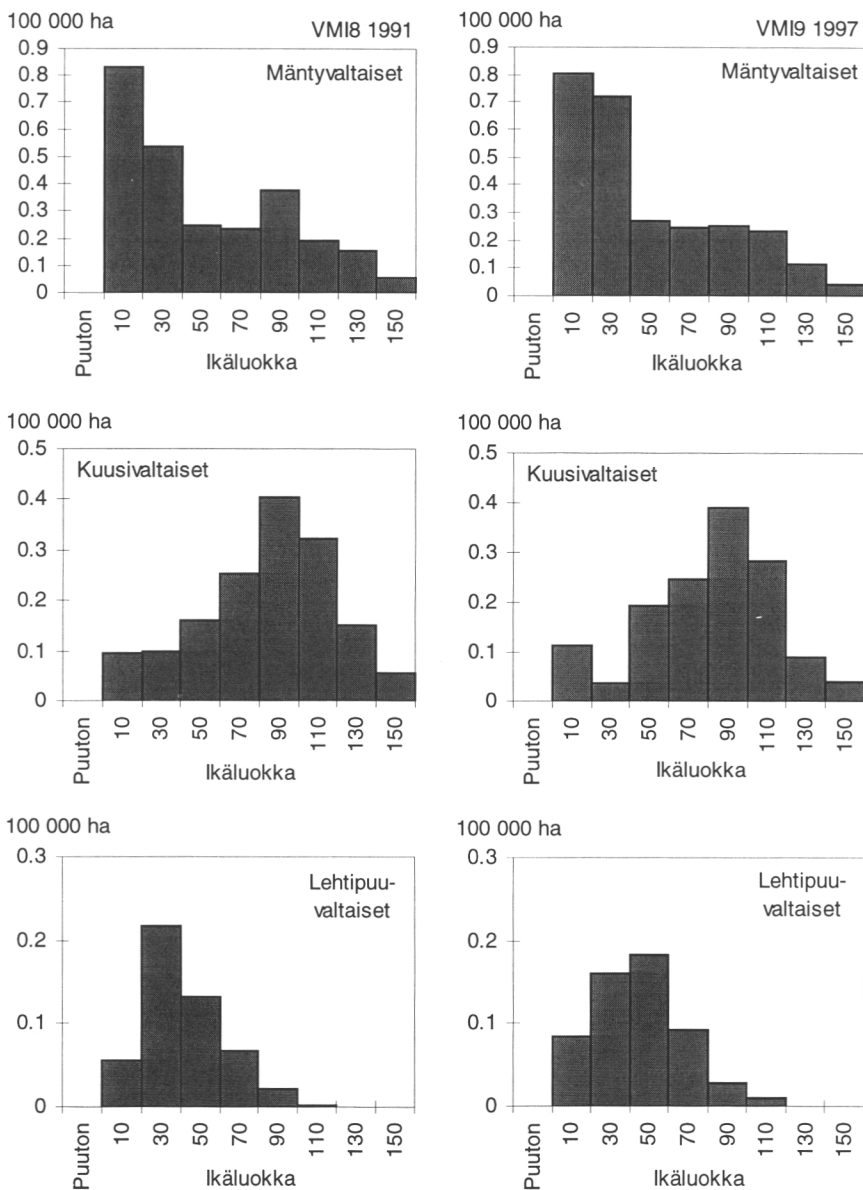
Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueen metsät jakautuvat varsin tasaisesti eri ikäluokkiin, tosin ikäluokkia 1–20 ja 21–40 vuotta on jonkin verran muita luokkia enemmän (kuva 3). Näiden kahden ikäluokan yhteenlaskettu osuus koko metsämaan alasta on 41 %. Kahdeksannessa inventoinnissa alle 40-vuotiaiden metsien osuus oli tätäkin suurempi, noin 49 %. Kahdeksannen inventoinnin tuloksissa erottui myös ikäluokka 80–100 vuotta muita varttuneita ikäluokkia selvästi suuremmalla osuudellaan. Nyt ikäluokan ala on vähentynyt lähinnä metsien ikääntymisen seurauksena.



Kuva 3. Metsämaan metsien ikäluokat 8. ja 9. inventoinnissa. Puulajeittain seuraavalla sivulla.

Männiköt ovat selvästi nuorempia kuin kuusikot – männiköissä ikäluokkien 1–20 ja 21–40 vuotta yhteenlaskettu osuus on peräti 57 %, kuusikoissa vastaava osuus on 11 % (kuva 4). Yli 80-vuotiaiden männiköiden osuus on 20 %, kuusikoissa vastaava osuus on 58 %. Edelliseen inventointiin verrattuna yli 80-vuotiaiden männiköiden ala on vähentynyt selvästi: 77 600 ha:sta 64 900 ha:iin. Myös yli 80-vuotiaiden kuusikoiden ala on laskenut 93 200 ha:sta 80 000 ha:iin. Tulosten perusteella uudistushakkuita on tehty kohtalaisen runsaasti ja järkevästi vanhimpiin ikäluokkiin painottuen. Ikäluokkajakaumien muutosten perusteella metsätalous on ollut kestävää.

Kehitysluokkajakauma on varsin tasainen: taimikoita on 24 %, nuoria kasvatusmetsiä 31 %, varttuneita kasvatusmetsiä 25 % ja uudistuskypsiä metsiä 18 % metsämaasta. Mäntyvaltaiset metsät painottuvat voimakkaasti nuoriin kehitysluokkiin ja kuusivaltaiset metsät varttuneisiin kehitysluokkiin. Puutonta alaa on 1,4 % metsämaasta.



Kuva 4. Ikäjakaumat puulajivaltaisuuksittain 8. ja 9. inventoinnissa.

Metsien metsänhoidollinen laatu

Inventoinnissa arvioidaan metsien metsänhoidollista tilaa asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä, vajaatuottoinen. Useimmin esiintyvä luokka on tyydyttävä, lähes 40 % metsämaan metsistä. Hyväksi luokiteltuja metsiä on noin 34 %. Edellisessä inventoinnissa hyväksi luokiteltuja metsiä oli selvästi enemmän kuin tyydyttäviä. Vajaatuottoisten metsien osuus metsämaan metsistä on nyt 7 %, kun osuus edellisessä inventoinnissa oli 8 %.

Vajaatuottoisten metsien osuus on vähentynyt lievästi kaikissa kehitysluokissa, myös vajaatuottoisten uudistusalojen osuus on alhaisempi kuin edellisessä inventoinnissa. Tosin uudistusaloja on inventoinnin aineistossa niin vähän, ettei niistä voi tehdä yleistäviä päätelmiä. Huomattavin muutos on uudistuskypsien vajaatuottoisten osuudessa.

Yleisimmät syyt metsikön laadun alennukseen ovat epätasaisuus ja tuhot. Puuston epätasaisuus on alentanut metsikön laatua lähes 90 000 ha:lla eli lähes 19 %:lla metsämaasta. Tuhot ovat olleet ensisijainen laadun alennuksen syy 60 000 ha:lla eli vajaalla 13 %:lla metsämaasta. Luontainen harvuus on kirjattu laadun alennuksen syyksi yli 80 000 ha:lla. On huomattavaa, että puuston epätasaisuus on myös nuorissa kasvatusmetsissä laadun alennuksen syynä selvästi yleisempi kuin esimerkiksi ylitiheys tai hoiattomuus.

Ehdotetut 10-vuotiskauden hakkuut

Noin 2/3:lle metsämaasta on maastoryhmä ehdottanut metsänhoidollista hakkuuta tai uudistamista lähimmän 10-vuotiskauden aikana. Taimikonhoitoa on ehdotettu 69 000 ha:lle, tästä 11 000 ha:lla taimikonhoito on jo myöhässä. Myöhässä olevia ylispuiden poistoja on huomattavan runsaasti: lähes 6 000 ha. Ensiharvennuksia on ehdotettu noin 63 000 ha:lle ja muita harvennuksia saman suuruiselle alalle. Ensiharvennuksen katsottu olevan jo myöhässä noin 11 000 ha:lla, muita harvennuksia on myöhässä noin 10 000 ha:lla. Ehdotettujen ensiharvennusten ala on 2,4 kertaa viimeisen 10-vuotiskauden aikana todettu ensiharvennusala. On tosin huomattava, että menneellä 10-vuotiskaudella lienee tehty ensiharvennuksia jonkin verran enemmän kuin inventoinnissa on voitu havaita. Osa tehdyistä harvennuksista on peittyä myöhemmin tehtyjen harvennusten alle, koska inventoinnissa kirjataan vain viimeinen todettu hakkuu. Vaikka harvennusrästejä on melko paljon, ylitiheys ei kuitenkaan ole ollut merkittävä metsien laadun alennuksen syy.

Uudistushakkuuta keinollista uudistamista varten on ehdotettu 74 000 ha:lle ja luontaista uudistamista varten 22 000 ha:lle. Uudistushakkuuehdotuksista 11 % on kirjattu kiireelliseksi, edellisessä inventoinnissa uudistushakkuuehdotuksista vain reilu prosentti oli kiireelliseksi kirjattuja. Kiireellisesti uudistettavaksi ehdotetuista metsiköistä kahdelle kolmasosalle on kirjattu myös tuho. Näistä kirjatusta tuhoista puolet on ollut lahovikaa. Myöhässä olevien uudistushakkuiden alan kasvu ilmenee myös siten, että tekeminen laatu ja tuhot on aiempaa useammin kirjattu metsikön laadun alennuksen syyksi.

Kaikki inventoinnissa kirjatut ehdotukset kuvastavat metsänhoidollisia tarpeita ja mahdollisuuksia, ne eivät välttämättä muodosta kestäväää tai järkevää hakkuusuunnitetta.

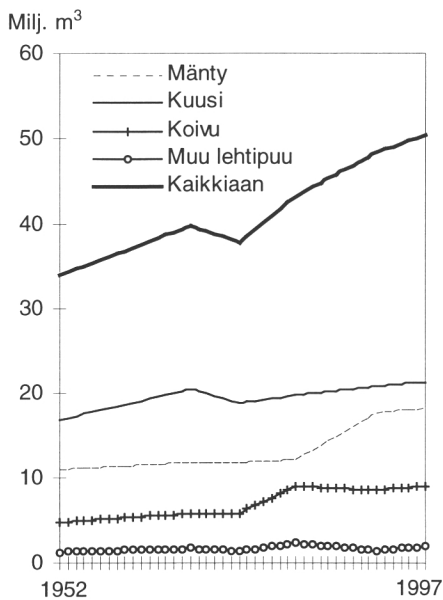
Tehdyt ja ehdotetut ojitukset

Menneellä 10-vuotiskaudella soiden uudisojituksia on tehty 5 600 ha:lla, ja lähes saman verran soistuneilla kankailla. Ojien perkausta on havaittu 15 500 ha:lla ja täydennysojitusta 11 000 ha:lla. Ojien perkausta on ehdotettu 31 600 ha:lle ja täydennysojitusta 12 400 ha:lle. Uudisojitukseen kelvollista suota olisi 11 000 ha ja uudisojitusta tarvitsevaa kangasta 9 000 ha. Ojituskelvottomuutta arvioitaessa ei ole otettu huomioon ojitus-hankkeen kokoa: osa ojitetuksi soveltuviksi kirjatusta aloista on liian pienialaisia kannattavuutta ajatellen.

Puuston tilavuus ja kasvu

Metsä- ja kitumaan puuston kokonaistilavuus on kasvanut edellisen inventoinnin 48,4 milj. m³:sta tämän hetken 50,4 milj. m³:iin (kuva 5). Metsämaan keskitilavuus on nyt 106 m³/ha ja metsä-kitumaan keskitilavuus 102 m³/ha. Pääpuulaji on edelleen kuusi, jota on 21,3 milj. m³. Männyn tilavuus on 18,2 milj. m³ ja koivujen 9,0 milj. m³. Kaikkien pääpuulajien tilavuus on kasvanut edellisestä inventoinnista. Tarkasteltaessa kokonaistilavuuden aikasarjaa on huomattava, että 7. ja 8. inventoinnin välissä tilastoitu maa-ala on noussut hyppäyksenomaisesti 5 %:lla.

Mäntyvaltaisissa metsissä puuston määrä on lisääntynyt selvästi ainoastaan nuorissa kasvatusmetsissä ja jonkin verran taimikoissa. Varttuneemmissa kehitysluokissa puuston määrä on vähentynyt. Kuusivaltaisissa metsissä uudistuskypsien puustojen kokonaistilavuus on kasvanut selvästi, nuorten kasvatusmetsien puusto on vähentynyt.

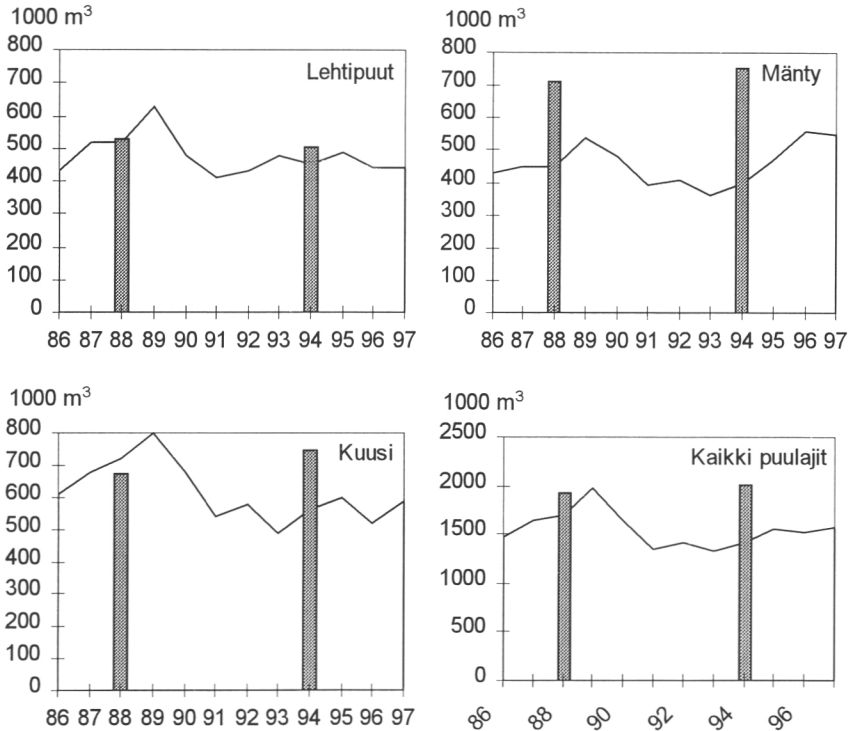


Kuva 5. Puuston kokonaistilavuus metsä- ja kitumaalla 1952–1997.

Puuston kasvu on yhdeksännen inventoinnin kasvunmittausjaksolla (1992–1997) ollut 2,0 milj. m³/v (kuva 6). Kahdeksannessa inventoinnissa mitattu kasvu oli 1,9 milj. m³. Männyn kasvu on 0,76 milj. m³/v ja kuusen kasvu 0,75 milj. m³. Kasvun lisäyksestä pääosa on kuusen kasvun (0,674 → 0,75) lisäystä, männyn kasvu on lisääntynyt hieman vähemmän (0,712 → 0,76). Ikäluokkarakenteen perusteella männyn kasvunlisäyksen olisi voinut olettaa suuremmaksi. Lehtipuiden kasvu on ollut 0,51 milj. m³/v, edellisessä inventoinnissa kasvu oli 0,53 milj. m³. Suopuustojen osuus puuston kokonaistilavuudesta on 24 % ja kasvusta 25 %.

Metsätase

Puuston vuosittainen kokonaispoistuma on vuosien 1992–1997 aikana vaihdellut poistumatilastojen mukaan 1,3 milj. m³:sta 1,6 milj. m³:iin (kuva 6). Kasvu on koko 90-luvun ollut poistumaa suurempi. Männyn vuosittainen poistuma on ollut pienimmillään vuonna 1993 noin 0,36 milj. m³ ja suurimmillaan vuonna 1996 noin 0,56 milj. m³. Kuusen poistuma on vaihdellut 0,49 milj. m³:sta 0,60 milj. m³:iin. Lehtipuiden poistuma on ollut pienimmillään 0,43 milj. m³ ja suurimmillaan 0,49 milj. m³. Kasvu on ollut poistumaa suurempi kaikilla pääpuulajeilla. Männiköiden ikäjakauma on puuvarannon kasvattamista suosiva, mutta kuusikoita voitaisiin uudistaa nykyistä reippaammin. Lehtipuiden poistuma on ollut ajoittain hyvin lähellä kasvua ja 80-luvun lopulla jopa kasvua



Kuva 6. Metsätase: vuosien 1987 ja 1994 kokonaiskasvu pylväillä ja poistuma viivoilla.

suurempi. Lehtipuustosta huomattava osa on sekapuustona havupuuvaltaisissa metsissä, joten lehtipuuvaltaisten metsien ikäluokkajakaumista ei välttämättä voi päätellä kestävä hakuu suunnitteen päälinjojakaan. Kahdeksannen inventoinnin perusteella arvioitu suurin kestävä kokonaispoistuman arvio oli lehtipuustolle 0,43 milj. m³/v. Poistuma on lähes koko 90-luvun ollut tätä suurempi.

Päätelmät

Toimenpide-ehdotusten perusteella näyttää ilmeiseltä, että harvennuksia on Rannikon Pohjanmaalla tehty vähemmän kuin hyvä metsänhoito edellyttäisi. Sama havainto on tehty muuallakin Etelä-Suomessa. Harvennus- ja taimikonhoitorästejä oli runsaasti jo 90-luvun alussa eikä rästien määrä ole oleellisesti muuttunut. Tämä lienee tulkittava niin, että käytännön metsätaloudessa jo hyvin suurilla pinta-aloilla on hylätty hyvän metsänhoidon malli. Toimenpiteitä ohjaavat voimat (pääasiassa toimenpiteistä lyhyellä tähtäimellä seuraavat tulot ja kustannukset) suosivat hyvästä metsänhoidosta poikkeavaa metsien käsittelyä, eikä nykyinen metsälainsäädäntö tulkintoinen tai metsätalouden valistustyö ole kyennyt voittamaan avohakkuusta pikavoittona käteen tulevan markan voimaa metsänhoidon konsulttina.

Harvennusten ja taimikoiden hoidon rästit eivät kuitenkaan vielä näy lisääntyneinä tuhoina tai metsien laadun oleellisena heikentymisenä.

80-luvun lopussa näyttää kuusen hakkuumäärät olleen lähellä sitä tasoa, joka riittäisi vanhojen kuusikoiden uudistamiseksi ilman suuria tuhoista aiheutuvia tappioita. Laman

myötä vähentyivät hakkuut ja viime vuosina männyn hakkuut ovat lisääntyneet kuusen hakkuuta nopeammin. Tämä on voi olla merkki siitä, että vanhimmat kuusikot ovat pysyväisluonteisesti hakkuutoiminnan ulkopuolella.

Sammandrag: Kustskog i Österbotten – nya resultat från riksskogstaxeringen

Med riksskogstaxeringar har man följt med de finska skogarnas utveckling ända sedan 1920-talet. Nu arbetar man med den nionde inventeringen som började år 1996. Fältarbetena gjordes inom kustens skogscentrals område i Österbotten under sommaren 1997. Föregående inventering var 1991.

Landarealen var 696 500 ha i det granskade området och av den var 526 700 ha skogsbruksmark. Skogsmarkens areal är 471 000 ha. Markklassernas arealer har inte just förändrats sedan föregående inventering. I den föregående inventeringen syntes en ökning av de talldominerade skogarnas arealandel. Den utvecklingen har fortsatt: talldominerade skogar utgör nu 57 %, medan andelen var 55 % i föregående inventering. Den grandominerade skogens andel har minskat från 32 % till nuvarande 29,5 %.

Fördelningen per utvecklingsklass är jämn: plantskog 24 %, unga gallringsskogar 31 %, gallringsskogar 25 % och förnyelsemogna 18 % av arealen skogsmark. De talldominerade skogarnas tyngdpunkt ligger i unga och de grandominerades i gamla utvecklingsklasser. Det skogliga tillståndet är nu lite bättre än i föregående inventering. Skog i underproduktion tog upp 7 % av arealen, medan den var 8 % i föregående inventering. Andelen i underproduktion har minskat något i alla utvecklingsklasser, så att även andelen förnyelseytor i underproduktion var mindre nu än i föregående inventering.

På ungefär 2/3 av skogsmarken har fältgruppen föreslagit beståndsvårdande avverkning eller förnyelse under inkommande 10 års period. Plantskogsskötsel har föreslagits på 69 000 ha och på 11 000 ha var plantskogsskötseln redan försenad. Första gallring har föreslagits på 63 000 ha och andra gallringar på lika stor areal. Första gallringen ansågs försenad på 11 000 ha och övriga gallringarna var försenade på 10 000 ha. Första gallring har föreslagits på en areal som var 2,4 ggr större än vad som registrerats för senaste 10 års period. Förnyelse med odling har föreslagits på 74 000 ha och naturlig förnyelse på 22 000 ha. Förslagen beskriver skogsvårdande behov och möjligheter, men uttrycker inte nödvändigtvis största möjliga eller bästa möjliga avverkningsmängd.

Skogs- och tvinmarkens stamvolym har ökat från 48,4 milj. m³ i den föregående inventeringen till nuvarande 50,4 milj. m³. Huvudträdslaget är ännu gran som uppgår till 21,3 milj. m³. Tallens volym är 18,2 milj m³ och björkens 9,0 milj. m³. Volymen har ökat för alla huvudträds lag sedan föregående inventering.

Skogens tillväxt har under inventeringens tillväxtperiod (1992–97) varit 2,0 milj. m³/år. I den åttonde inventeringen mättes tillväxten till 1,9 milj. m³. Tallens tillväxt var 0,76 och granens 0,75 milj. m³/år. Tallens tillväxt var klart större än granens i föregående inventering. Huvuddelen av tillväxtökningen är sålunda granens, men även tallens tillväxt har ökat något. Utgående från åldersklassfördelningen skulle man ha kunnat vänta sig en större tillväxtökning för tall.

Metsien terveydentilan seuranta Suomessa

Hannu Raitio
Metsäntutkimuslaitos
Parkanon tutkimusasema

Johdanto

Suomalaiset ovat aina olleet kiinnostuneita metsien tilasta ja syystäkin: onhan Suomi taloudellisesti metsistä riippuvainen teollisuusmaa. Pitkään oltiin huolissaan metsien riittävydestä, 1980-luvulla huolestuttiin metsien terveydentilasta ja nykyisin meitä askarruttaa metsien monimuotoisuus ja ilmastonmuutos. Huolenaiheisiin on pyritty vastaamaan perustamalla seurantajärjestelmiä, joiden tarkoituksena on antaa luotettava kuva tilanteesta. Ensimmäinen metsävarojamme kartoittava valtakunnan metsien inventointi toteutettiin Suomessa vuosina 1921–24. Parhailaan on käynnissä yhdeksäs inventointi, joka pureutuu paitsi metsävaroihin myös metsien terveydentilaan ja monimuotoisuuteen (Tomppo & Tonteri 1998, Reinikainen ym. 1998).

Ilman epäpuhtauksien vaikutus metsiin -projekti

Huoli ilman epäpuhtauksien aiheuttamista metsävaurioista voimistui Euroopassa 1980-luvulla. Sen seurauksena syntyi vuonna 1985 valtiosta toiseen tapahtuvan ilman epäpuhtauksien kulkeutumista koskeva yleissopimus (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), jonka nojalla Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan Talouskomission (YK/ECE) alaisuuteen perustettiin yleiseurooppalainen metsien terveydentilan seurantaohjelma (ICP-Forests). Nykyisin ohjelmassa on mukana yli 30 valtiota. Suomi lähti mukaan tähän ohjelmaan 'ilman epäpuhtauksien vaikutus metsiin' -projektin (ILME) myötä. ILME-projekti (1983–1990) oli samalla osana kansallista happamoitumisprojektia (HAPRO 1985–1990). ILME -projekti loi perustan metsien kunnan jatkuvalla seurannalla Suomessa. HAPRO:n loppuraportti ilmestyi vuonna 1990 (Kauppi ym. 1990) ja ILME-projektin vuonna 1993 (Hyvärinen ym. 1993).

Sammalten raskasmetallipitoisuuksien kartoitus

Valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin tueksi perustettiin vuonna 1985 noin 3000 pysyvää näytealaa. Perustamisen yhteydessä mitattiin havaintometsiköiden puusto, kartoitettiin pintakasvillisuus sekä kerättiin sammal- ja epifyyttijäkälänäytteet raskasmetallilaskeman kartoittamiseksi (Kubin 1990). Puustomittaukset ja sammalnäytteiden raskasmetallianalyysit on sittemmin toistettu viiden vuoden välein (Kubin 1998). Sammalien raskasmetallipitoisuuksien kartoitus on samalla laajentunut euroopanlaajuisiksi projektiksi.

Metsien kunnan laajamittainen seuranta

Metla inventoi puiden kunnan vuosittain kansainvälisesti sovituin menetelmin valtakunnallisesti edustavalla otannalla. Inventointi tehdään noin 400 pysyvällä näytealalla (kuva 1), jotka on valittu vuonna 1985 perustetuista valtakunnan metsien inventoinnin pysyvistä näytealoista. Puista määritetään useita eri tunnuksia: suhteellinen neulas- ja lehtikato eli harsuuntuneisuus, neulasvuosikertojen lukumäärä, oksatuhot, kuusella sekundaarioksien määrä, neulasten ja lehtien väriasiat, käpysato, abioottiset ja bioottiset tuhot, viherleväkasvuston esiintyminen neulasilla sekä epifyyttijäkälien esiintyminen näyteoksilla. Kaikista havaintometsiköistä on lisäksi kerätty maanäytteet ja osasta myös neulasnäytteet kemiallisia analyysejä varten. Vuonna 1997 arvioinnit tehtiin 460 metsiköstä ja yhteensä lähes 9000 puusta. Vuodesta 1995 lähtien tämä metsien tilan laaja-alainen seuranta (Taso I) on myös ollut osana EU:n metsien terveydentilan seurantaohjelmaa. Seurannan tulokset julkaistaan vuosittain koko Euroopan kattavana raporttina (UN/ECE & EC 1998a). Vuonna 1997 ilmestyi yhteenveto kymmenen vuoden tuloksista (Müller-Edzards ym. 1997). Omat erilliset euroopanlaajuiset yhteenvedot on julkaistu myös maaperän ja neulasten kemiallisista analyyseistä (Stefan ym. 1997, Vanmechelen ym. 1997).

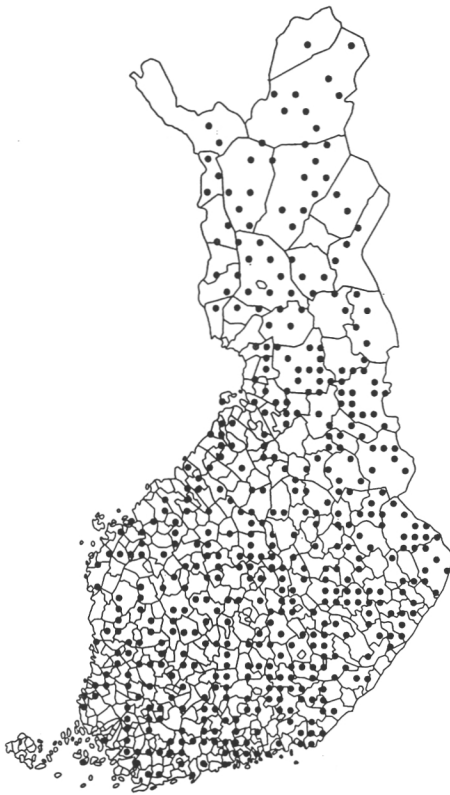
Ympäristön yhdennetty seuranta

Vuodesta 1987 lähtien Metsäntutkimuslaitos on osallistunut yhdessä muiden tutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa kansainväliseen pitkän aikavälin ekosysteemien seurantaohjelmaan (Ympäristön Yhdennetty Seuranta). Vuodesta 1989 lähtien ohjelmaa toteutettiin koeluontoisesti, kunnes vuonna 1992 se sai virallisen aseman valtiosta toiseen tapahtuvan ilman epäpuhtauksien kulkeutumista koskevan yleissopimuksen alaisuudessa (ICP – Integrated Ecosystems Monitoring). Ympäristön yhdennetty seuranta tutkii ympäristön tilaa luonnontilaisilla pienillä valuma-alueilla, joita Suomessa on neljä. Ohjelman ensimmäinen tulosten kansallinen yhteenveto ilmestyi vuonna 1995 (Bergström ym. 1995).

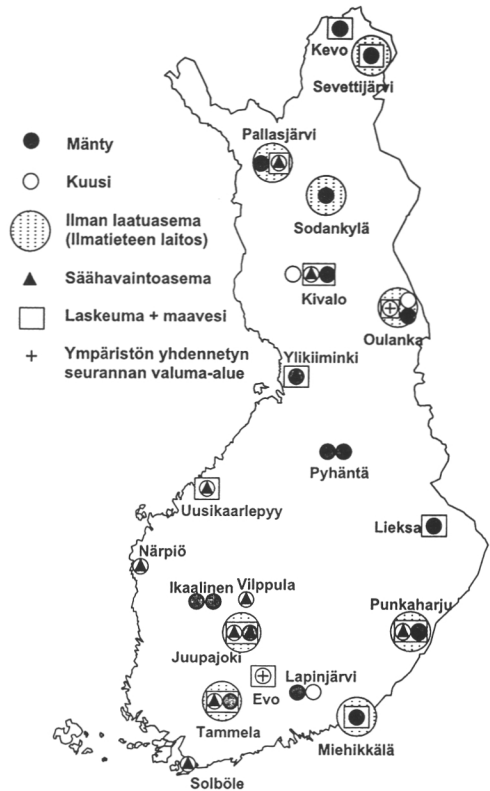
Alueelliset projektit

Lappia pidettiin pitkään puhtana tausta-alueena, mikä osaltaan vaikutti siihen, että sinne perustettiin ILME -projektin yhteydessä harvempi havaintoverkko kuin Etelä-Suomeen. 1980-luvun lopulla mielikuva Lapin puhtaudesta alkoi kuitenkin murentua Kuolasta kantautuneiden vakavien ympäristötuhojen sekä Lapissa ilmenneiden puustovaurioiden seurauksena. Niinpä toukokuussa 1989 perustettiin Metlan aloitteesta viisivuotinen, neljän yliopiston ja viiden tutkimuslaitoksen yhteinen Itä-Lapin metsävaurio- projekti. Loppuraportti 'Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena' julkaistiin vuonna 1995 (Tikkanen 1995).

Pari vuotta Itä-Lapin metsävaurioprojektin perustamisen jälkeen Metlassa käynnistettiin toinen suomalais-venäläinen yhteistutkimus ilman epäpuhtauksien laskeuman ja metsien terveydentilan selvittämiseksi Karjalan kannaksen – Kaakkois-Suomen ja Kostamuksen – Kainuun alueilla. Tutkimushankkeen tulokset julkistettiin vuonna 1997 sekä suomeksi että venäjäksi (Lumme ym. 1997).



Kuva 1. Laajamittainen metsien tilanseuranta, näytealaverkko 1997.



Kuva 2. Metsäekosysteemien intensiivisen seurannan havaintoalat.

Turun ja Porin lääninhallituksen aloitteesta käynnistyi vuonna 1992 tutkimusprojekti, jonka tavoitteena oli kartoittaa Satakunnan happamoitumiselle herkkien mäntymetsien terveydentila. Hankkeen toteutuksesta vastasivat Metlan Parkanon tutkimusasema ja Turun yliopiston Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. Hankkeen loppuraportti on parhaillaan koostamisvaiheessa. Samanaikaisesti 'Satakunta -projektin' kanssa syntyi Merenkurkun neuvoston sekä Vaasan ja Västerbottenin lääninhallitusten aloitteesta kolmivuotinen projekti, jonka tavoitteena oli kartoittaa kuusikoiden terveydentila ja tutkia siihen vaikuttavia tekijöitä Merenkurkun alueella. Projektin käytännön tutkimustoiminnasta vastasivat Ruotsin maatalousyliopiston metsänarvioimistieteen laitos sekä Suomessa Metla sekä Vaasan ja Kokkolan vesi- ja ympäristöpiirit. Loppuraportti 'Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella' ilmestyi vuonna 1996 (Raitio 1996). Yhdessä edellä mainitut kaksi länsisuomalaista hanketta muodostivat Länsi-Suomen metsien terveydentila -projektin, joiden vetovastuu oli Metlan Parkanon tutkimusasemalla.

Metsien terveydentilan tutkimusohjelma

Metsien kuntoa ja elinvoimaisuutta sekä siihen vaikuttavia tekijöitä tarkasteleva monitieteellinen tutkimus järjestettiin Metlassa viisivuotiseksi tutkimusohjelmaksi vuonna 1992. Tutkimusohjelmaa valmisteltaessa lähtökohtana oli kolme kysymystä: 1. Mitä muutoksia metsissämme tapahtuu? 2. Miksi metsien kunto vaihtelee ja puut oireilevat? sekä 3. Mitä metsien hoidossa voitaisiin tehdä metsien kunnon ylläpitämiseksi? Ohjel-

man väliraportti ilmestyi vuonna 1994 (Mälkönen ym. 1994) ja loppuraportti 'Ympäristömuutos ja metsien kunto' julkaistiin äskettäin Metlan tiedonantoja -sarjassa (Mälkönen 1998).

Metsäekosysteemien intensiivinen seuranta

Suomen liittyttyä vuonna 1995 Euroopan Unionin jäseneksi metsien terveydentilan seurantaan tuli tarkennuksia ja samalla seuranta muuttui Metlan viranomaistehtäväksi. EU:n jäsenmaissa seuranta pohjautuu vuosina 1986 ja 1994 vahvistettuihin säädöksiin ja niihin myöhemmin tehtyihin täydennyksiin. EU:n metsien terveydentilan seuranta koostuu kahdesta osasta: 1. Metsien kunnan laaja-alaisesta seurannasta (Taso I) sekä 2. Metsäekosysteemien intensiiviseurannasta (Taso II). Nykyiset asetukset ovat voimassa vuoden 2001 loppuun. Parhailtaan valmistellaan kuitenkin ko. säädösten uusimista seuraavalle viisivuotiskaudelle.

Metsäekosysteemien intensiivisen seurannan tavoitteena on parantaa tietämystä metsien terveydentilan ja ilman epäpuhtauksien sekä muiden stressitekijöiden välisistä vuoro-suhteista. Tätä varten on perustettu yhteensä yli 800 havaintometsikköä eri puolille Eurooppaa. Euroopan Unionin jäsenvaltioissa näistä on 501. Metsäekosysteemien intensiivinen seuranta noudattaa Euroopan metsien suojelua käsitelleiden Strasbourgin (1990) ja Helsingin (1993) ministerikokousten päätöslauselmia.

Intensiivisen seurantaohjelman puitteissa arvioidaan puiden latvuskuntoa, mitataan kasvua sekä analysoidaan lehtien ja maaperän kemiallista koostumusta kaikilla havaintoaloilla. Laskeumaa seurataan jatkuvatoimisesti suurimmalla osalla havaintometsiköistä. Lisäksi osalla metsiköistä tehdään meteorologisia mittauksia ja tutkitaan maaveden kemiallisia ominaisuuksia. Pintakasvillisuus kuvataan vuosittain osalla havaintoaloista ja viiden vuoden välein kaikissa metsiköissä. Kaikkien näiden tutkimusten osalta on määriteltä joukko pakollisia ja vapaaehtoisia muuttujia. Eri tutkimusalojen kansainväliset asiantuntijaryhmät ovat sopineet intensiiviseurannassa käytettävistä mittausmenetelmistä, jotta eri maiden tuloksista saataisiin mahdollisimman vertailukelpoisia. Useissa maissa tutkitaan vapaaehtoisesti myös useita muita muuttujia, esim. fenologiaa, kasvi- tauteja, kariketta, jäkälää, sammalia, hyönteisiä, sieniä ja juurten toimintaa.

Suomessa metsäekosysteemien intensiiviseurantaa varten on valittu eri puolilta maata 31 metsikköä, joista 13 on kivennäismailla kasvavia männiköitä ja 14 kuusikoita sekä neljä turvemaiden männiköitä (kuva 2). Metsiköt on pyritty valitsemaan Metlan, metsähallituksen, metsäyhtiöiden tai muiden yhteisöjen mailta, jotta metsiköiden pitkäaikainen seuranta olisi turvattu. Mainituista metsiköistä neljä on valittu ympäristön yhden- netyt seurannan havaintometsiköistä ja ne sijaitsevat luonnontilaisilla pienillä valuma- alueilla. Sen sijaan muut intensiivisen seurannan havaintoalat sijaitsevat pääosin normaaleissa talousmetsissä.

Intensiiviseurannan havaintometsiköt edustavat kunkin maan tärkeimpiä puulajeja ja vallitsevia kasvuoloja. Suomessa metsiköt on valittu pääsääntöisesti 40–80-vuotiaista männiköistä ja kuusikoista, jotka sijaitsevat lähellä ilmanlaadun taustamittausasemia.

Suomessa metsäekosysteemien intensiivinen seuranta on integroitu myös kansainväliseen AMAP-ohjelmaan (Arctic Monitoring and Assessment Program) sekä TEMS-tietokantaan (Terrestrial Ecosystems Monitoring Sites).

Kussakin maassa kansalliset tutkimuskeskukset (National Focal Center, NFC) huolehtivat havaintoalojen perustamisesta, havainnoinnista ja tietojen kokoamisesta. Suomessa tutkimuskeskuksen tehtävät koordinoidaan Metlan Parkanon tutkimusasemalta käsin, missä myös ylläpidetään hankkeen tietokantaa.

Tietojen validointia, tallennusta, jakelua ja arviointia varten Euroopan tasolla on perustettu intensiivisen seurannan koordinointi-instituutti (FIMCI) Hollantiin. Tietojen hallinnan lisäksi FIMCI julkaisee tulokset ja niiden yleisarvioinnin vuosittain teknisessä raportissaan (UN/ECE & EC 1998b). Lisäksi kukin maa laatii vuosittain kansallisen katsauksen tuloksistaan (Raitio ym. 1997).

Bioindikaatiotutkimukset

Ilman laadun bioindikaatiotutkimuksilla metsäympäristössä on pitkät perinteet. Bioindikaatioon perustuvaa seurantaa on tehty Suomessa kuormitetuimmilla alueilla jo 1970-luvulta lähtien. 1980-luvulla bioindikaatioseurannat kehittyivät järjestelmällisemmiksi ja kuluneella vuosikymmenellä niitä on myös laajennettu päästölähteiden välittömän vaikutusalueen ulkopuolisille tausta-alueille (Jussila 1998).

Metsien bioindikaatioseurannoissa ovat yleensä mukana kuormittajien, valtion, ympäristöhallinnon, kuntien sekä toteuttajien edustajat. Velvoite seurantojen tekemiseen on asetettu toiminnanharjoittajille yleensä ilmansuojelulain nojalla annetuissa viranomaispäätöksissä. Kunnat voivat osallistua seurantoihin toiminnanharjoittajina ja toisaalta lain mukaan kunnalla on myös velvollisuus olla selvillä alueensa ympäristön tilasta. Valtion ympäristöhallinnon tehtävänä puolestaan on ohjata seurantojen sisältöä ja toteutusta. Suomessa bioindikaatioseurantoja on tehty pääosin Länsi- ja Etelä-Suomen alueilla, joilla on eniten asukkaita ja teollisuutta (Ympäristötutkimus Oy Metsätähti 1994).

Kirjallisuus

- Bergström, I., Mäkelä, K. and Starr, M. (toim.). 1995. Integrated Monitoring Programme in Finland. First national report. Ministry of the Environment, Environment Policy Department, Report I. 138 s.
- Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E.-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.). 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446. 221 s.
- Jussila, I. 1997. Porin-Harjavallan ja Pohjois-Satakunnan alueen ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuosina 1996-1997. Sykesarja B 12. 78 s.
- Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.). 1990. Acidification in Finland. Springer Verlag, Berlin. 1237 s.
- Lumme, I., Arkhipov, V., Fedorets, N. & Mälkönen, E. (toim.) 1997. Männiköiden kunto Karjalan kannaksen–Kaakkois-Suomen ja Kostamuksen–Kainuun alueilla.

- Suomalais-venäläisen tutkimushankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 665. 75 s.
- Mälkönen, E. (toim.). 1998. Ympäristönmuutos ja metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691. 278 s.
- Mälkönen, E. & Sivula, H. (toim.). 1994. Suomen metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527. 287 s.
- Raitio, H. (toim.). 1996. Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd I Kvarkenregionen. Merenkurkun Neuvosto. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 145 s.
- Raitio, H., Derome, J., Lindgren, M., Lindroos, A.-J., Merilä, P., Nöjd, P. and Ukonmaanaho, L. 1997. European Programme for the Intensive Monitoring of Forest Ecosystems. National report 1996, Finland. Moniste, Metsäntutkimuslaitos Parkanon tutkimusasema. 40 s.
- Reinikainen, A., Mikkola, K., Vanha-Majamaa, I., Nousiainen, H. ja Tamminen, M. 1998. Metsä- ja suokasvillisuuden seuranta VMI:n yhteydessä. Teoksessa: Annila, E. (toim.). Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705: 19–73.
- Stefan, K., Fürst, A., Hacker, R. and Bartels, U. 1997. Forest foliar condition in Europe. Results of large-scale foliar chemistry surveys. UN/ECE and EC, Brussels, Geneva, Vienna. 206 s.
- Tikkanen, E. (toim.). 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasiitteena. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 232 s.
- Tomppo, E. ja Tonteri, T. 1998. Luonnon monimuotoisuuden arviointi valtakunnan metsien inventoinnissa. Teoksessa: Annila, E. (toim.). Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705: 7–17.
- UN/ECE and EC. 1998 a. Forest condition in Europe. Results of the 1997 crown condition survey. 1998 Technical report. ISSN 1020-3729. 118 s. + Liitteet I–V.
- UN/ECE and EC. 1998 b. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. Technical Report 1998. ISSN 1020-6078. 193 s.
- Vanmechelen, L., Groenemans, R. and Van Ranst, E. 1997. Forest soil condition in Europe. Results of a large-scale soil survey. UN/ECE and EC, Brussels, Geneva. 261 s.
- Ympäristötutkimus Oy Metsätähti. 1994. Ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta Uudenmaan läänissä. Uudenmaan lääninhallituksen julkaisuja 7. 171 s.

Sammandrag: Uppföljandet av skogens hälsotillstånd i Finland

Finländarna har alltid varit intresserade av skogens kondition och de har haft all orsak att vara det. Finland är i alla fall ett industrialiserat land som är ekonomiskt beroende av skogen. Under en lång period var man mest oroad över om skogstillgångarna räcker till, under 1980-talet började man uppmärksamma skogens hälsotillstånd och i dagens läge är vi bekymrade över skogarnas mångfald och klimatförändringarna. Problemen har man strävat att lösa genom att först grunda olika system för uppföljning för att få en tillförlitlig bild av situationen. För första gången kartlades skogstillgångarna i den första riksskogstaxeringen under åren 1921–24. Som bäst är den nionde inventeringen på gång och där undersöker man förutom skogstillgångarna även skogens hälsotillstånd och mångfald.

Oron för de skogsskador som luftföroreningarna förorsakade blev i Europa starkare under 1980-talet. Som resultat fick man år 1985 till stånd ett avtal som gällde transporten av luftföroreningarna från ett land till ett annat (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution). Utgående från avtalet startade den Europeiska Ekonomiska Kommissionen inom Förenta Nationerna (YK/ECE) ett allmänt europeiskt uppföljningsprogram för skogarnas hälsotillstånd (ICP-Forests). I dag hör över 30 länder till programmet. Finland gick med i programmet när Metla hade inlett det sk. ILME -projektet där man undersökte luftföroreningarnas inverkan på skogen. ILME -projektet, som var en del av det finska försurningsprojektet HAPRO 1985–1989, lade på det viset grunden till en kontinuerlig uppföljning av skogens hälsotillstånd i Finland.

Sedan år 1987 har Skogsforskningsinstitutet också deltagit tillsammans med andra forskningsorganisationer och universitet i ett internationellt program för långtida uppföljande av ekosystem. Med början år 1989 framåt tillämpades programmet på försök ända tills det år 1992 fick en officiell status under ett generellt bindande avtal som gäller transport av luftföroreningar över landgränserna (ICP – Integrated Ecosystems Monitoring).

Lappland ansågs länge som ett rent bakgrundsområde vilket gjorde att man där grundade nätverket med försöksytor i ILME-projektet glesare än i södra Finland. Under 1980-talet började bilden av vårt rena Lappland falla sönder som följd av de allvarliga miljöskadorna som kom fram på Kolahalvön och de skogsskador som påträffades i Lappland. Därför startade man på Metlas initiativ i maj 1989 ett fem års projekt där fyra universitet och fem andra forskningsorganisationer tillsammans undersökte skogsskadorna i östra Lappland. Slutrapporten 'Belastningen av Kolahalvöns föroreningar i Lapplands skogar' publicerades år 1995.

Ett par år efter att skogsskadeprojektet i östra Lappland hade börjat inleddes ett annat finskt-ryskt samprojekt för att utreda skogarnas hälsotillstånd på Karelska näset och områdena i sydöstra Finland, Kostamus och Kajaanaland. Forskningsresultaten publicerades år 1997.

Åbo och Björneborgs länsstyrelse tog år 1992 initiativet till ett forskningsprojekt där målet var att kartlägga hälsotillståndet i tallskogar känsliga för surt nedfall i Satakunda. Metlas forskningsstation i Parkano och Satakundas miljöforskningscentral som hör under Åbo universitet ansvarade för utförandet av det här projektet. Satakunda-projektets slutrapport håller som bäst på att sammanställas. På initiativ av Kvarkenrådet samt Vasa

och Västerbottens länsstyrelser startades samtidigt ett treårigt projekt med målet att kartlägga granskogens kondition i Kvarkenregionen och att undersöka vilka faktorer som inverkar på den. Det praktiska utförandet togs om hand av avdelningen för skogstaxation vid Sveriges lantbruksuniversitet, det finska Metla och Vasa och Karleby vatten- och miljödistrikt. Slutrapporten 'Granskogens hälsotillstånd i Kvarkenregionen' kom ut år 1996. Tillsammans bildade de två sistnämnda projekten forskningshelheten 'Skogens hälsotillstånd i västra Finland'.

Den tvärvetenskapliga forskningen som granskade skogens hälsotillstånd och vitalitet och inverkande faktorer organiserades år 1992 som ett fem års forskningsprogram inom Metla. När forskningsprogrammet sammanställdes låg utgångspunkten i tre olika frågor: 1. Vilka förändringar sker i våra skogar? 2. Varför är skogens kondition så varierande med olika symptom på träden? och 3. Vad kan man göra i skogsskötseln för att upprätthålla skogens kondition? Programmets slutrapport 'Miljöförändringarna och skogens kondition' publicerades nyligen i Metlas tiedonantoja -serie.

När Finland blev medlem i EU år 1995 medförde det preciseringar i uppföljandet av skogens hälsotillstånd och samtidigt blev uppföljningen en uppgift ålagd myndigheterna. I EU:s medlemsländer grundar sig uppföljandet på år 1986 och 1994 godtagna förordningar och senare gjorda kompletteringar. Uppföljandet av skogens hälsotillstånd består i EU av två delar: 1. Ett omfattande (extensivt) uppföljande av skogens kondition och 2. Ett intensivt uppföljande av skogsekosystemen. De nuvarande förordningarna är i kraft till slutet av år 2001. Som bäst förbereder man sig dock på att upprepa innehållet i förordningarna under följande fem års period.

Trädens höjdtveckling i Österbottens kustområde

Kristian Karlsson
Skogsforskningsinstitutet
Kannus forskningsstation

Inledning

Trädens och beståndens höjdtveckling kan beskrivas med funktioner. Avsikten med dem är att göra möjligast noggranna prognoser över kommande tiders tillväxt och beskriva utvecklingen. Prognoser används i skogsbruksplanering och beräkningar av skogens produktion och skogsbrukets ekonomi. Höjdtvecklingen för dominerande träd kan också användas som indikator på ståndortens produktionsförmåga (Hägglund 1981). För det här ändamålet har höjdkurvor ritats upp som kan användas i fältförhållanden (Gustavsen 1980, Vuokila & Väliaho 1980). Utgående från höjd och ålder härleder man med hjälp av kurvorna höjden vid hundra års ålder (SI = site index, ståndortsindex). Alternativa sätt att förutspå SI har gjorts, men närmast för att tillämpas i simuleringar med datamaskin (Ojansuu m.fl. 1991, Ojansuu 1996a)

I skogsforskningsinstitutets kustskogsprojekt har höjdtvecklingen varit ett centralt forskningsområde. I kustområdena är klimatet annorlunda än längre bort från kusten och därför är produktionsförmågan en annan även då skogstypen (ytvegetationen) är den samma. De ekologiska förhållandena är också mera varierande i kustområden och speciellt i skärgården vilket gör det svårare att direkt använda ekologiska faktorer för uppskattningar av produktionsförmågan. Det är lättare att använda beståndsdata som utgör resultatet av alla ekologiska faktorer tillsammans. Dessa två kriterier stöder användandet av beståndsdata såsom övre höjd vid uppskattningar av ståndortens produktionsförmåga i kust och skärgård.

Om beståndet blädats får man för små värden på ståndortsindexen och detta bör beaktas när man tillämpar övrehöjdsbonitering. Hela södra Finland har påverkats av blädningssvverkningar vilket gjort det svårt att få rätt bild av produktionsförmågan i nuvarande gamla (över 60–80 års ålder) granskogar (Tamminen 1993). Problemet är mindre i tallskog. Om man jämför produktionsförmågan i olika regioner med hjälp av ståndortsindex (medeltal per skogstyp el. dyl.) är frågan som man bör ta ställning till om blädningen påverkat skogen avsevärt mycket mera i någon region än annorstädes?

Oberoende av var man är i södra Finland kan man hitta bestånd med högt ståndortsindex och bestånd med lågt index. Gamla skogar är genomgående något mera lågväxta vid kusten än i inlandet, men växtplatserna är ändå frodiga och plant- och ungskog växer ofta mycket snabbt (Karlsson 1996a). Det är därför sannolikt att utvecklingsmönstret i kustskogen är annorlunda än i inlandet. I praktiken innebär det här att man till exempel i övrehöjdsboniteringen borde använda skilda höjdkurvor för kusten, men sådana har inte gjorts upp. Dessutom är det besvärligt att hantera en stor mängd funktioner för olika typer av bestånd och regioner. Ett alternativ är att beskriva höjdkurvornas form som en funktion av ekologiska faktorer eller geografiskt läge (t.ex. Monserud 1984, Wang m.fl. 1994) och på det sättet anpassa ett helt system av kurvor för varierande förhållanden.

I den här undersökningen jämfördes höjdkurvor för kustområdet med kurvor från andra områden. Dessutom undersöktes möjligheterna att förutspå höjdkurvornas form med variabler för mark, klimat och geografiskt läge.

Metoder och material

Materialet bestod av 46 tallar och 38 granar vars höjdtutveckling rekonstruerades med hjälp av stamanalys (Karlsson 1996b). Alla var belägna under 30 km från kustlinjen. Ett område med tall (28 träd) längre bort användes för jämförelser. En del uppgifter för de undersökta trädgrupperna ges i tabell 1. Höjdkurvor för kustens gran och för jämförelsematerialet för tall har presenterats tidigare (Karlsson & Walheim 1996, Karlsson 1995). Kurvorna var då baserade på en tillväxtmodell där kommande års höjdtillväxt (I_h) förutspåddes med ålder (A) och höjd (H):

$$I_h = b_1 * A^{b_2} * H^{b_3} * \exp(b_4 * H) \quad (0)$$

I den här undersökningen användes en annan typ av funktioner. Först beskrevs varje enskilt träds höjd (H) som funktion av enbart åldern (A):

$$H = b_1 \{ 1 - \exp(-b_2 A) \}^{b_3} \quad (1)$$

Sedan beräknades höjden vid 100 års ålder (SI) för varje träd med de trädvisa funktionerna. Efter det beskrevs höjden som en funktion av A och SI dvs. på samma som ovan men med alla träd i en funktion åtskilda med variabeln SI:

$$H = b_1 SI^{b_2} \{ 1 - \exp(-b_3 A) \}^{b_4} SI^{b_5} \quad (2)$$

I den här undersökningen var det centrala att undersöka hur höjdkurvornas form varierar mellan regioner och bestånd. Därför ersattes det ena uttrycket för SI med förhållandet mellan SI vid två olika åldrar såsom till exempel ålder 100 år och 30 år. Variabeln kallades för Z och funktionen som löstes hade formen:

$$H = b_1 SI^{b_2} \{ 1 - \exp(-b_3 A) \}^{b_4} Z^{b_5} \quad (3)$$

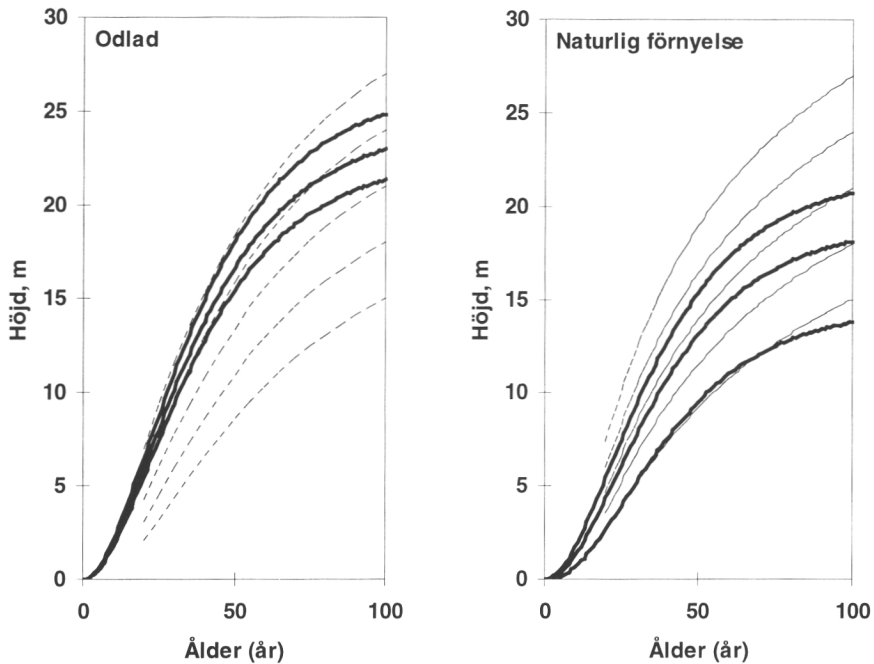
Ett litet värde på Z betydde att höjdkurvan var ”kraftigt stagnerande” medan ett stort värde beskrev en ”snabbt stigande” höjdkurva. En del markegenskaper hade registrerats på ytorna och med hjälp av det geografiska läget härleddes information rörande klimatet (Ojansuu & Henttonen 1983). Markens, klimatets och lägets inverkan på höjdkurvornas form undersöktes för att kunna förutspå variabeln Z och erhålla höjdkurva med rätt form. Utan tillgång till Z-värden kan man endast använda funktion 2 där H bestäms av ålder och SI, medan formen på kurvorna är oförändrad.

Tabell 1. Minimum–maximum för träden vid mättidpunkten och SI beräknat med funktion 1 skilt för varje träd.

Grupp av träd	n	Ålder	Höjd (m)	SI (m)
Naturlig tall, jämförelse	28	50–137	13–22	12–26
Odlad tall, kust	36	60–90	15–25	18–28
Naturlig tall, kust	10	100–150	14–26	11–25
Naturlig gran, kust	38	36–147	12–27	13–30

Resultat

De flesta funktioner för tall i kustområdet uppvisade en höjdtutveckling med något starkare stagnation med stigande ålder jämfört med kurvor som använts för södra Finland för uppskattning av växtplatsernas produktionsförmåga (figur 1). Odlade och naturligt uppkomna bestånd hade rätt så likadant utvecklingsmönster, dvs. kurvornas form var likadan. Däremot var de naturligt uppkomna bestånden genomgående belägna på mycket kargare marker. Detta framgår även av variationsbredden för de uppskattade SI-värdena i tabell 1. Motsvarande höjdkurvor för tall på sandmark (stenfri) längre bort från kusten (inlandsklimat) hade en höjdtutveckling som steg brantare än de allmänna kurvorna.



Figur 1. Höjdtutvecklingen för dominerande tallar (tjocka linjer; $P_{25\%}$, Md, $P_{75\%}$) i odlade och naturligt uppkomna bestånd vid Österbottens kust jämfört boniteringskurvor för odlad respektive naturlig tall i södra Finland.

Höjdkurvornas Z-värden var 2,1–2,3 för kustens tall och 2,3–2,5 för boniteringskurvorna för södra Finland. Högre Z-värde innebar brantare stigande höjdkurvor. Nämnade Z-värden gällde kurvorna i figur 1. Utvecklingsmönstret varierade inom materialet och de trädvisa Z-värdena för tall i kustområdet kunde förklaras på följande sätt:

$$Z = H_{100} / H_{30} = 17,39 + 0,076 * IAGE + 0,018 * STONE - 0,014 * T-SUM$$
$$R^2 = 0,65, RMSE = 10 \%, n = 46$$

Sambandet visade att höjdkurvornas form åtminstone påverkades av hur snabbt träden nått brösthöjd (IAGE), av stenigheten (STONE; markdjupet med stålstav i cm) och värmesumman (T-SUM). Värmesumman var en något bättre variabel än höjdläget över

havet, men båda variablerna beskrev läget i förhållandet till havet. Någon annan tolkning är knappast rimlig eftersom det geografiska området för tallens del var begränsat till kuststräckan mellan Vasa och Karleby. Värmesumman berodde då enbart på närliggande havsareal och höjdläget. Mera sten, läge närmare kustlinjen och snabb initialutveckling innebar en med åldern mera avtagande höjdtillväxt, medan lite sten och läge bort från kusten ledde till en fortsättningsvis snabb utveckling. När man hade tillgång till ovanstående uppgifter kunde höjdutvecklingen beskrivas noggrannare och med ett mera varierande tillväxtmönster än det man ser i figur 1.

För kustområdets gran kunde inte den enklaste funktionen (2) tillämpas med tillräckligt tillförlitliga resultat. Medelfelet för funktion 2 var drygt 30 % i det ursprungliga materialet, vilket inte ger acceptabla prognoser. Tillväxtmönstret var för komplext för att beskrivas endast med SI och ålder och detta krävde flera variabler i en funktioner av typ 3 som minskade medelfelet till under 10 %. Z-värdena för den här funktionen kunde erhållas med regressionen:

$$Z = H_{120} / H_{60} = 1,41 + 0,082 * IAGE - 0,013 * HUMUS - 0,43 * DUMMY$$
$$R^2 = 0,77, RMSE = 20 \%, n = 38$$

Höjdkurvornas form berodde sålunda på hur snabbt träden nått brösthöjd (IAGE) och humuslagrets tjocklek (HUMUS). Om jordarten var sorterad var Z-värdet 0,43 enheter mindre än på moränmark (DUMMY). Humuslagrets tjocklek mättes i den här undersökningen med en smal markborr. Borrens diameter var liten (30 mm) och man erhöll små värden på humusens tjocklek (20–80 mm).

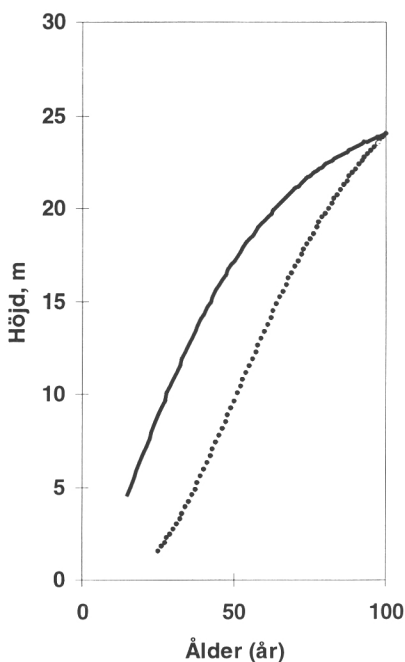
Tjockt humuslager och sorterad jord gav en mera med åldern avtagande höjdutveckling än tunn humus på morän. Snabb initialutveckling var förknippad med en mera markant stagnation vid senare ålder än vad man ser i de allmänna boniteringskurvorna för södra Finland. Detta konstaterades i även en tidigare undersökning (Karlsson & Walheim 1996) där materialet var det samma men metoden en annan. Däremot kom det i övrigt mycket varierande tillväxtmönstret inte fram i den tidigare undersökningen.

I många bestånd var höjdutvecklingen mycket långsam medan träden var unga. I materialet som helhet var det här utvecklingsmönstret dominerande. Den långsamma initialutvecklingen måste delvis ha varit beroende av tidigare beståndsbehandling, men till en del också på markens kvalitet. Markens inverkan kom fram i en granskning av ett mindre delmaterial där flera fysikaliska och kemiska karaktärer stod till buds. Förhållandet mellan mängden kol och kväve i humuslagret (C/N -ratio) var den variabel som korrelerade mest ($R = 0,64$, $n = 27$) med initialutvecklingens hastighet (antal år till brösthöjd). Karaktären förklarade på så sätt även delvis mönstret i höjdutvecklingen.

Granskning av resultaten

Höjdutvecklingen för dominerande tallar kunde förutspås noggrant i undersökningen. Kusttallens höjdtillväxt hämmades av stenig mark och ”utsatt läge”. När dessa faktorer beaktades erhöles höjdkurvor som bättre motsvarade verkligheten.

Det var svårare att beskriva kustgranarnas höjdtillväxt entydigt. Man var tvungen att inkludera en variabel som beskrev mönstret i höjdutvecklingen för att över huvudtaget få tillförlitliga utvecklingskurvor. Faktorerna som påverkade höjdkurvornas form var



Figur 2. Exempel på hur olika höjdtutveckling i kustens granskog kan leda till samma höjd vid 100 års ålder. Höjdtutvecklingens mönster hade samband med markens egenskaper, men sannolikt också med beståndets tidigare behandling.

stor osäkerhet. Detta gäller till exempel förhållandet C/N i humuslagret eller humuslagrets tjocklek. Uppgifterna mättes här när träden fälldes och man kan inte med fullständig säkerhet säga om variablerna varit orsaken till trädens tidigare utveckling eller om de är resultaten av beståndets utveckling. När man gör prognoser för framtiden är det säkrare att enbart använda variabler som inte förändras så mycket genom tiden.

Funktionerna har inte testats i något fristående material. Detta är nödvändigt och det är sannolikt att de måste kalibreras för tillämpning i praktiken. Kravet på kalibrering beror dels också på att funktionerna bygger på träd- och inte på beståndsdata och en så kallad omlagringsseffekt bör beaktas (Hägglund 1972). Man måste också ytterligare försöka beskriva skillnaderna mellan geografiska områden närmare. Funktionerna gäller nu i stort Kusten skogscentrals verksamhetsområde i Österbotten.

Diskussion: landhöjningskustens växtplatser

Utgående från det här arbetet som bygger på beståndsdata och andra undersökningar kan man granska växtplatserna mera allmänt. Växtplatsernas särdrag påverkar både hälsotillstånd och produktion vid landhöjningskusten.

knutna till marken och tydde på att fuktiga eller blöta ståndorter gjorde att initialutvecklingen blev långsam och gav upphov till ett specifikt utvecklingsmönster. Beståndets med ålder och storlek ökande evapotranspiration kan då ha varit den faktor som senare gjorde att höjdtillväxten igen blev bättre för de undersökta träden (figur 2). Granar på goda växtplatser och med snabb initialutveckling hade tillväxtkurvor som avtog något kraftigare med åldern än våra allmänna boniteringskurvor för södra Finland.

Mönstret i höjdtutvecklingen förklarades för både tall och gran med en variabel som beskriver antalet år det tar för träden att nå brösthöjd. Det här kan framstå som en självklarhet som inte behöver bevisas. Men karaktären kan vara nyttig om man kan använda den för att få bättre prognoser. Uppgiften ofta finns att tillgå i odlade och/eller skötta bestånd. Avvikande initialutveckling har inte kunnat beaktas med traditionella kurvor för övrehöjdsbonitering (Ojansuu 1996b).

En del av de variabler som beskriver markens egenskaper är förknippade med

I undersökningen hittade man inget tecken på att produktionsförmågan på en och samma ståndort skulle försämrats irreversibelt med tiden. Granskningen omfattade träd nära stränderna (< 5 m ö.h.) men inte egentlig strandzon. I ett otal andra studier beskriver man hur växtligheten på nyligen blottad strand utvecklas från en frodig mot karg sammansättning (flera i denna publikation). Detta betyder dock inte automatiskt att boniteten (bördigheten ur trädens synvinkel) fortgående skulle förändras lika markant. Den fuktiga marken utvecklas mot torrare när sedimenterat, organiskt material i marken bryts ned, växternas rötter luckrar upp marken och det samlas förna och humus i lager på marken. Först när växtligheten blivit barrskogsdominerad får ståndorten karaktären av en skogstyp och först i detta skede kan man se sambandet mellan vegetationstyp och beståndets produktion. Sambandet förblir sannolikt länge svagare än i de inre delarna av Finland där vegetationen utvecklats i tusentals år.

För stora träd föreligger knappast någon brist på vatten om marken såsom oftast i svenska Österbottens kust är finkorning morän eller sediment. Torksymptom kan där emot förekomma pga. överskott på vatten i markens ytlager. I strandzonerna gör ytfuktigheten och frodig ytväxtlighet att granens konkurrenskraft är överlägsen tallens även i de fall då ståndortens tillväxtpotential inte räcker till en ekonomiskt tillfredsställande produktion. Granen vandrar därför in på alla landhöjningsmarker, dock i mindre utsträckning på sorterad sand.

Ovanstående beskrivning skiljer sig från Appelroths (1947) klassiska presentation av 'trädslagsdynamiken på tillandningsmarker'. Avsikten är att framhäva att markens produktionsförmågan i ett bestånd beror på primära faktorer såsom till exempel kornfördelning, mineralsammansättning och topografi samt sekundära faktorer såsom kvävefixering och immobilisering av ämnen i näringscirkulationen. Därför kan man hitta granboniteter också längre in från stränderna och därför är inte alla strandzoner granboniteter trots frodig ytväxtvegetation.

SI värdena för gran visade även ett starkt samband med olika indikatorer för hälsotillståndet. Det är klart att kustgranens dåliga kondition till stor del beror på att den nuvarande, främst gamla granskogen växer på olämpliga marker och på att tidigare behandling (dimensionsavverkningar, utdragen naturlig förnyelse) lett till ogynnsamma förhållanden. Av detta följer en mycket viktig slutledning som i tidigare granskningar och presentationer inte noterats tillräckligt: nuvarande unga, skötta granskogar som växer på de bästa kustmarkerna kommer inte att gå samma öde till mötes utan deras hälsotillstånd kommer att förbli bättre än det vi ser i nuvarande förnyelsemogen granskog. De särdrag man konstaterade i utvecklingsmönstret bör inte tolkas som en utveckling mot dåligt hälsotillstånd, inte ens i de fall "stagnationen" i höjdkurvorna är märkbar.

Om man beaktar granens ståndorts krav och fäster uppmärksamhet vid växtplatsernas egenskaper kan gran i stor utsträckning odlas i kustområdet med tanke på dess tillväxt och produktion. Detta konstateras utan illusioner: kustens tillväxtförhållanden är anorlunda än mellersta Finlands och för granen leder förhållandena till exempel till något större eller något oftare förekommande barrförlust vid kusten jämfört med inlandet. Utsett läge medför större belastning men markens kvalitet bidrar med motståndskraft eller brist på sådan.

Litteratur

- Appelroth, E. 1947. Några skogliga särdrag hos den österbottniska skärgårds- och kustskogen. *Skogsbruket* 3: 67–76.
- Gustavsen, H.G. 1980. Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Summary: Site index curves for conifer stands in Finland. *Folia For.*, 454: 1–31.
- Hägglund, B. 1972. Om övre höjdens utveckling för gran i norra Sverige. Summary: Site index curves for Norway spruce in northern Sweden. Department of Forest Yield Research, Royal College of Forestry. *Res. Notes* 21: 1–298.
- Hägglund, B. 1981. Evaluation of forest site productivity. *Forestry Abstracts* 42.11: 515–527.
- Karlsson, K. 1995. Männiköiden kasvu ja tuotos karuilla kasvupaikoilla. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.) 1995. Metsäntutkimuspäivä Kälviällä 1994. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 540: 42–48.
- Karlsson, K. 1996a. Pohjanmaan rannikkoalueen talousmetsien seurantakokeet — Ett nätverk med fasta provtytor i Österbottens kustområde. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 606. 41 s.
- Karlsson, K. 1996b. Kasvupaikkojen puuntuotoskyvyn ja puuston kasvun alueellinen vaihtelu Pohjanmaan rannikolta sisämaahan. *Folia For.* 2: 113–132.
- Monserud, R.A. 1984. Height growth and site index curves for inland Douglas-fir based on stem analysis data and forest habitat type. *For. Sci.*, 30: 943–965.
- Ojansuu, R. 1996a. Kangasmaiden kasvupaikan kuvaus MELA-järjestelmässä. Julkaisussa: Hynynen, J. & Ojansuus, R. (toim.) 1996. Puuston kehityksen ennustaminen – MELA ja vaihtoehtoja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 612: 39–56.
- Ojansuu, R. 1996b. Kasvupaikan kuvaus metsän kehitystä ennustettaessa. Julkaisussa: Hökkä, H., Salminen, H. ja Varmola, M. 1996. Pohjoisten metsien kasvu – ennen, nyt ja tulevaisuudessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 589: 120–129.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösumman ja sademäärän johtaminen Ilmatieteen laitoksen mittauksista. Summary: Estimation of the local values of monthly mean temperature, effective temperature sum and precipitation sum from the measurements made by the Finnish Meteorological Office. *Silva Fenn.* 17.2: 143–160.
- Ojansuu, R., Hynynen, J., Koivunen, J. and Luoma, P. 1991. Luonnonprosessit metsälaskelmassa (Mela) – Metsä 200-versio. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 385: 1–59.
- Tamminen, P. 1993. Pituusboniteetin ennustaminen kasvupaikan ominaisuuksien avulla Etelä-Suomen kangasmetsissä. Summary: Estimation of site index for Scots pine and Norway spruce in south Finland using site properties. *Folia Forestalia* 819. 26 s.
- Wang, G.G., Marshall, P.L. and Klinka, K. 1994. Height growth pattern of white spruce in relation to site quality. *For. Ecol. Manage.*, 68: 137–147.
- Vuokila, Y. and Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Comm. Inst. For. Fenn.*, 99.2: 1–271.

Tiivistelmä: Puiden pituuskehitys Pohjanmaan rannikolla

Puiden ja metsiköiden pituuskehitystä voidaan esittää funktioilla. Funktioiden tarkoitus on tuottaa mahdollisimman tarkat ennusteet tulevasta kasvusta ja kehityksestä. Ennusteita hyödynnetään metsätalouden suunnittelussa ja metsän tuotosta ja tuottoa koskevista laskelmissa. Pituuskehitystä voidaan myös käyttää kasvupaikan tuotoskyvyn arvioinnissa. Tätä tarkoitusta varten pituuden kehitystä iän mukaan on esitetty graafisesti pituuskäyrillä. Valtapituuden ja iän avulla luetaan käyristä ennuste pituudelle sadan vuoden iällä (SI = site index).

Käytännön metsätaloudessa SI:n käyttö ei ole saavuttanut suurta suosiota. Kasvupaikkojen hyvyden arviointi pituuden ja iän perusteella on työläämpää ja vaikeampaa kuin metsätyyppien avulla. Joskus käyrien paikkaansapitävyyttä on myös kyseenalaistettu. Rannikkoseuduilla varttuneita ja vanhoja metsiä on lisäksi pidetty niin suuressa määrin harsintahakattuina, ettei pituus sen takia kuvaa kasvupaikan tuotoskykyä.

Rannikkometsähankkeessa on tutkittu valtapuiden pituuskehitystä. Aineisto koostui 46 männystä ja 38 kuusesta, joiden tähänastista pituuskehitystä selvitettiin runkoanalyysillä. Kaikki sijaitsivat alle 30 km etäisyydellä merestä. Erityyppisiä funktioita laadittiin ja joitakin niistä esitetään tässä tilaisuudessa.

Useimmat funktiot rannikkoalueen männyille kuvasivat pituuskehityksen, joka tasaantui voimakkaammin iän myötä kuin Etelä-Suomen männiköille laaditut ja kasvupaikkaluokitukseen tarkoitettut pituusikäyrät. Pituuskehityksen kulku, eli käyrien muoto, oli melko lailla samanlaista viljellyille ja luontaisesti syntyneille männyille. Vastaavat pituusikäyrät kauempana rannikolta ja hiekkamailla kasvaville männyille olivat taas yleisiä pituusikäyriä jyrkemmin nousevat. Vertailu osoitti melko selkeästi, että maankohoamisalueiden kiviset maat ja mereinen ilmasto rajoittavat mäntyjen pituuskasvua rannikkoalueella. Tutkimuksessa todettiin lisäksi, että pituuskehityksen kulku vaihteli jonkin verran rannikkoalueen sisällä. Tämäkin vaihtelu aiheutui vaihtelevan kivisistä maista ja siitä, miten metsiköt sijaitsivat meren suhteen.

Aikaisemmissa Merenkurkun kuusikoiden kuntoa koskevissa tutkimuksissa selvisi, että kuusella voi olla pituuskehitys joka puiden vanhetessa tasaantuu nopeammin kuin sisämaassa. Toinen erityispiirre kuusten pituuskehityksessä on jäänyt vähemmälle huomiolle. Erityisesti vanhoissa kuusikoissa pituuskehitys on ollut erittäin hidasta puiden ollessa nuoria. Myöhemmin pituuskasvu on kiihtynyt ja muodostunut suhteellisen hyväksi. Tutkitussa aineistossa tämä kehityskulku oli jopa vallitseva. Pituuskehityksen kulussa todettu vaihtelu voitiin osin selittää humuskerroksen paksuudella ja lajittuneen maan tai moreenimaan esiintymisellä. Myös hiilen ja typen suhde (C/N -ratio) humuksessa vaikutti pituusikäyrien muotoon.

Kaikkia kuusten pituuskehityksen kulkuun vaikuttavia tekijöitä ei voitu erottaa toisistaan. Erityisesti kuusella hidaskasvu johtui osin maan laadusta, mutta lisäksi hakkuutavoista, joiden seurauksena tutkitut puut nuoruudessaan olivat kituneet jopa 30–40 vuotta jätetyn puuston varjossa.

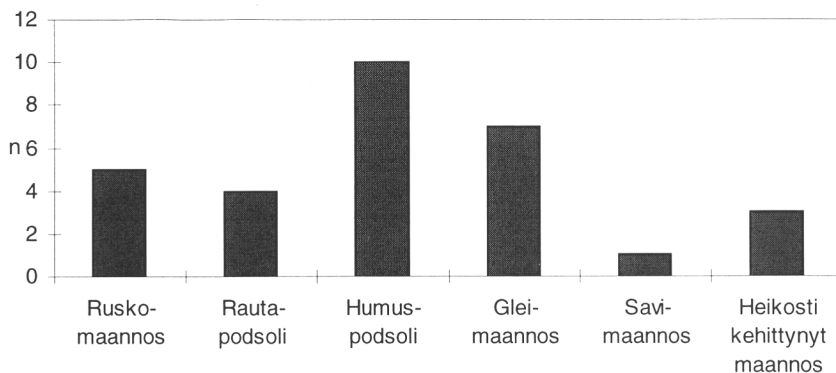
Maaperätekijät, latvuskunto ja ravinnetila maankohoamisrannikon kuusikoissa

Päivi Merilä
Metsäntutkimuslaitos
Parkanon tutkimusasema

Vaasan seudun rannikko on maaperätekijöiltään hyvin omaleimaista aluetta. Maankohoamisen (8–9 mm/v, Mäkinen ym. 1986) vuoksi merestä paljastuu jatkuvasti uutta maata, jolla kasvillisuus (esim. Palomäki 1963) ja maannos (Starr 1991) alkavat kehittyä. Maalaji on pääasiassa hiekaista tai hiesuista, paikoin savista moreenia. Vaasan graniittialueen erityispiirteisiin kuuluu myös huomattavan suuri lohkaraisuus ja kiviisyys, mikä johtuu Vaasan graniitin rakoilusta ja rapautumisesta.

Pohjamaalla useat tekijät – ilmasto, hienojakoinen maaperä ja maanpinnan tasaisuus – lisäävät soistumisalttiutta. Soistumista lisää myös maankohoaminen, koska maaperän kallistuskulma Pohjanlahtea kohti pienenee jatkuvasti. Tutkituissa kuusikoissa (n = 30, Merilä ym. 1996) kosteille kasvupaikoille tyypilliset maannokset – humuspodsoli ja gleimaannos – olivat tavallisia, kun taas kangasmaille tyypillistä rautapodsolia esiintyi vähän (kuva 1). Kuudesosa kuusikoista kasvoi verraten rehevillä kasvupaikoilla, joista tavattiin rusko- tai podsoloitunut ruskomaannos. Latvuskunto oli huonoin vanhoissa kuusikoissa, jotka olivat maannostyyppiltään gleimaannosta tai humuspodsolia (Merilä ym. 1998; taulukko 1, kuva 2). Näillä kasvupaikoilla humuskerros oli luontaisesti hapan ja vähäravinteista.

Pohjanmaan rannikko on talviaikana vähäsateista aluetta, mikä vaikuttaa routaoloihin. Vähälumisuudesta johtuen routakauden pituus on Vaasan seudulla ja koko Länsi-Suomessa pitempi kuin Itä-Suomessa, jossa maa paksun lumipeitteen suojaamana ei roustaannu syvälle suuremmasta pakkasummasta huolimatta (Huttunen ja Soveri 1993). Routaantumiseen vaikuttavat myös maaperän fysikaalinen rakenne, vesiolot, puulaji ja puuston määrä (Yli-Vakkuri 1960, Mustonen 1966). Turpeen lämmönjohtavuus on pienempi ja lämpökapasiteetti suurempi kuin kivennäismaan. Siksi suot ja soistuneet kangasmaat eivät roustaannu syvälle, mutta niissä routa säilyy keväällä pitkään. Tämä yhdessä vähälumisuuden ja hienojakoisen moreenin kanssa tekee Vaasan rannikkoseudun



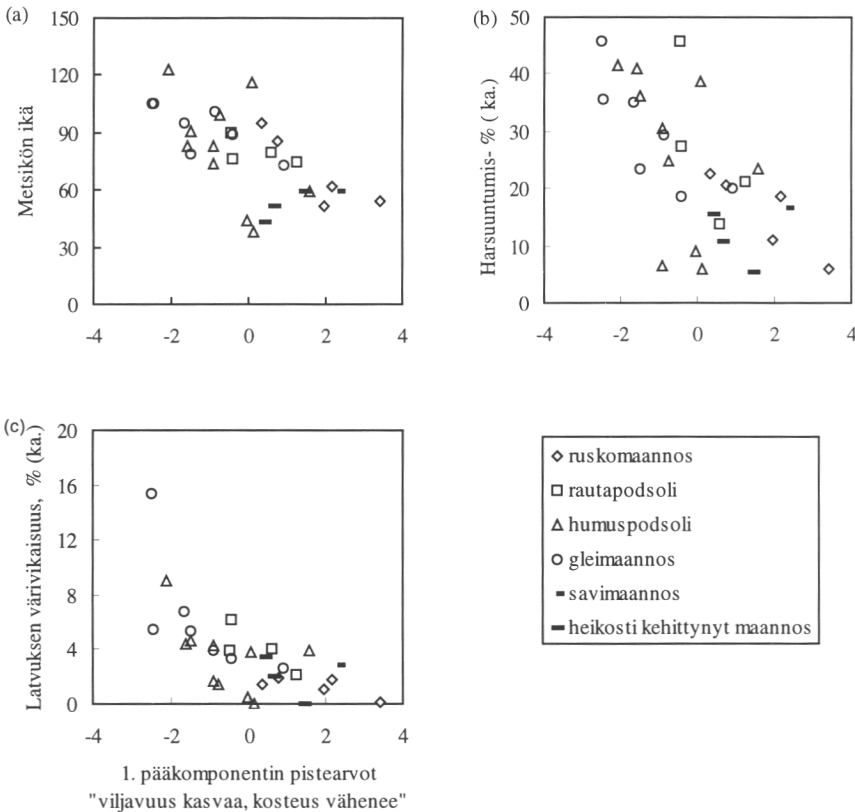
Kuva 1. Maannostyyppien jakauma tutkituissa kuusikoissa (n = 30).

Taulukko 1. Muuttujien lataukset pääkomponenttianalyysin 1. akselilla (Merilä ym. 1998).

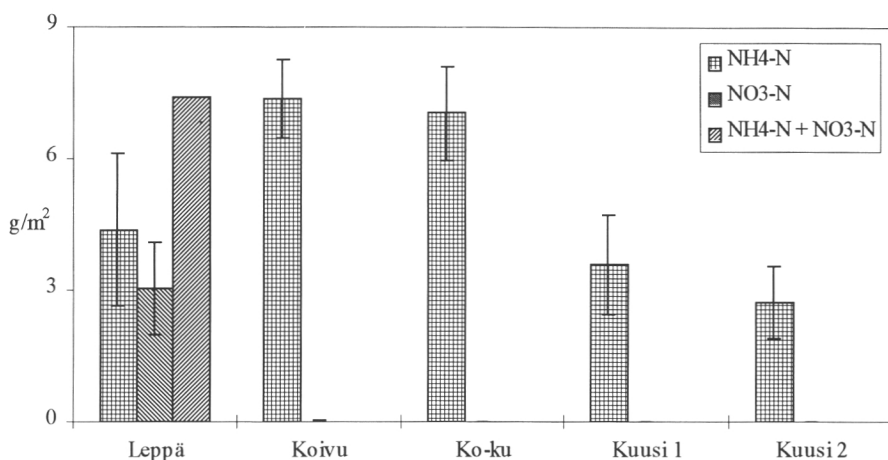
1. akseli "viljavuus kasvaa, kosteus vähenee"	
<i>Neulas-</i>	
N _C -pit.	0,50
B _{C+I} -pit.	-0,26
<i>Humuskerros:</i>	
N-pitoisuus	0,50
S-pitoisuus	0,46
pH _{H₂O}	0,28
Vesipitoisuus	-0,37
Selitysaste (%)	37,0

metsämaista voimakkaasti routivia.

Edellä mainitut tekijät – maan märkyys ja kylmyys etenkin kasvukauden alussa – vaikeuttavat puiden veden ja ravinteiden, erityisesti typen ottoa ja saattavat johtaa ns. kevätkuivumiseen (Kozłowski ym. 1991, Raitio 1996). Tämä näkyy puiden typen puutteena, latvuksen harsuuntumisena ja värivikaisuutena (Merilä ym. 1998). Toisaalta maan märkyys ja kylmyys myös hidastavat karikkeen hajoamista (Merilä & Ohtonen 1997). Kuusikon ikääntyessä ja latvuksen sulkeutuessa maan lämpöolot edelleen heikkenevät. Lisäksi kuusen neulas- ja seinäsammalkarike hajoavat hitaasti (Mikola 1955). Nämä tekijät vähentävät ravinteiden saatavuutta (kuva 3). Kuusikoiden huonokuntoisuus



Kuva 2. Viljavuusindeksin (viljavuus kasvaa, kosteus vähenee) suhde (a) metsikön ikään, (b) latvuksen harsuuntumiseen ja (c) värivikoihin. Viljavuusindeksi saatiin pääkomponenttianalyysin 1. akselin piste-arvoista (taulukko 1).



Kuva 3. Nettomineralisaatio ja -nitrifikaatio (g/m^2) primaarisuknessigradientin metsikkövaiheissa Björkössä. Tulos on neljän viiden viikon pituisen maastoinkubaation summa. Mittaukset toteutettiin 2.6.–20.10.1997. Kunkin metsikkövaiheen jokaisessa inkubaatiojaksossa oli 8 toistoa. Rannan puulajisuknessio: Harmaaleppävaltainen lehtipuuvaihe (leppä), koivikko (koivu), koivu-kuusi-sekametsä (ko-ku), kuusikko (kuusi 1 ja kuusi 2).

Merenkurkun alueella on siten pitkälti selitettävissä luontaisilla maaperätekijöillä ja maan lämpöoloilla.

Kirjallisuus

- Huttunen, L. & Soveri, J. 1993. Luonnontilaisen roudan alueellinen ja ajallinen vaihtelu Suomessa. Referat: Det regionala och tidmässiga variationen av tjälens i naturtillstånd i Finland. Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja sarja A no. 139: 1–77
- Kozłowski, T.T., Kramer, P.J. & Pallardy, S. G. 1991. The Physiological ecology of Woody Plants. Academic Press, San Diego. 657 s
- Merilä, P., Raitio, H. & Walheim, M. 1996. Kuusikoiden maaperä. Granskogarnas marktillstånd. Teoksessa: Raitio, H. (toim.). Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd i Kvarkenregionen. Merenkurkun neuvosto, Kvarkenrådet, s. 71–81.
- Merilä, P. & Ohtonen, R. 1997. Soil microbial activity in the coastal Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests of the Gulf of Bothnia in relation to humus-layer quality, moisture and soil types. *Biology and Fertility of Soils* 25: 361–365.
- Merilä, P., Lindgren, M., Raitio, H. & Salemaa, M. 1998. Relationships Between Crown Condition, Tree Nutrition and Soil Properties in the Coastal *Picea abies* Forests (Western Finland). *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(4): 414–421.
- Mikola, P. 1955. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajoamisnopeudesta. *Commun. Inst. For. Fenn.* 43.1. 46 s.
- Mustonen, S. 1966. Ilmasto- ja maastotekijöiden vaikutuksesta lumen vesiarvoon ja roudan syvyyteen. *Acta Forestalia Fennica* 79: 1–40.

- Mäkinen, J., Ekman, M., Midtsundstad, Å. & Remmer, O. 1986. The Fennoscandian land uplift gravity lines 1966–1984. Rep. of the Finnish Geodetic Institute 85(4).
- Palomäki, M. 1963. Über den Einfluss der Landhebung als Ökologischer Faktor in der Flora Flacher Inseln. Fennia 88(2): 1–75
- Raitio, H.(toim.) 1996. Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd i Kvarkenregionen Merenkurkun neuvosto, Kvarkenrådet. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 145 s.
- Starr, M.R. 1991. Soil formation and fertility along a 5000-year chronosequence. Teoksessa: Pulkkinen, E. (toim.) Environmental geochemistry in northern Europe. Geological Survey of Finland, Special Paper 9: 99–104

Sammandrag: Markfaktorerna, kronornas kondition och näringsförhållandena i granskog inom landhöjningsområdena

Kusten i Vasaregionen är ett mycket säreget område vad marken beträffar. Landhöjningen (8–9 mm/år) gör att det ur havet hela tiden blottas ny mark där växtligheten och jordmånen börjar utvecklas. Jordarten är huvudsakligen sandig eller mjälrik morän, på en del platser kan den innehålla lera. Till de speciella dragen i området med Vasagranit är också ett stort inslag av block och sten som beror på granitens stora benägenhet att spricka upp och vittra.

I Österbotten är det flera faktorer – klimat, finkornig jord och jämn topografi – som ökar tendensen till försumpning. Landhöjningen ökar även försumpningen eftersom markens lutning mot Bottniska viken minskar hela tiden. I de granbestånd (n = 30) som undersökts var de vanligaste jordmånarna humuspodsol och gley som är typiska på fuktiga växtplatser, medan man sällan stötte på järnpodsol som vanligen är utmärkande för momarkerna.

Österbottens kust är ett snöfattigt område och det här påverkar förekomsten av tjäle. Den tjälbundna perioden är därför längre i området runt Vasa och i hela västra Finland än i östra Finland, där det tjocka snötäcket hindrar tjälen att nå djupt i marken trots att köldsumman är större. Tjälen påverkas även av markens fysikaliska egenskaper, vattenförhållandena, trädslag och beståndets storlek. Torvens förmåga att leda värme är mindre medan dess värmekapacitet är större än mineraljordens. Därför bildas det inte djupgående tjäle i torvmarker och försumpad momark, men det tar länge innan den smälter på våren. Detta kombinerat med bristen på snö och förekomsten av finkornig morän gör att tjälbildningen är kraftig i skogsmarkerna längs kusten runt Vasa.

Nämnda faktorer – speciellt kylan och den blöta marken i början av vegetationsperioden – gör det svårt för träden att ta upp vatten och näringsämnen och kan leda till sk. vårutorkning. Den kan synas som kvävebrist, kronutglesning och missfärgade barr. Å andra sidan gör kylan och fuktigheten att förnan bryts ned långsamt, vilket ytterligare minskar utbudet på näring. När granskogen blir äldre och krontäcket sluter sig blir temperaturförhållandena ännu sämre. Dessutom bryts granens barrförna långsamt ned.

Granskogens dåliga kondition i Kvarkenregionen är sålunda i stort en följd av naturliga markfaktorer och av markens värmeförhållanden.

Kasvillisuuden kehitys Perämeren rannikolla

Jouko Siira
Oulun yliopisto
Perämeren tutkimusasema

Johdanto

Perämeri on maailman suurimman murtovesialueen, Itämeren, pohjoisin ja vähäsuolaisin osa. Se voidaan hyvin rinnastaa jokisuistoon. Perämeren muita erikoispiirteitä ovat maankohoaminen, vedenpinnan suuri korkeuden vaihtelu, viileys, kasvillisuuden erikoisuudet, maaperän paikallinen korkeahko suolapitoisuus ja Suomen puoleisten rantojen laakeus.

Perämeren suolapitoisuus pienenee etelästä pohjoiseen siirryttäessä Merenkurkun tienoilla se on noin 4 ‰, mutta pohjoisessa vain 1 ‰. Valtamerissä suolaa on kymmenkertainen määrä (3,5 ‰). Ero näkyy kasvillisuudessa, sillä Perämereltä puuttuvat esim. meren rannoille tyypilliset rusko- ja punalevät. Sensijaan putkilokasvilajisto on verraten monipuolinen. Vesikasvillisuus muistuttaakin enemmän sisävesien kuin valtamerien kasvillisuutta. Rannoilla on kuitenkin myös merenrannoille ominaisia lajeja, suolakko-kasveja eli halofyyttejä. Näiden lajimäärä vähenee etelä-pohjoissuunnassa.

Kasviston erikoisuudet

Perämeren lajistossa on kotoperäisiä eli endeemisiä lajeja. Nämä ovat kasveja, joita ei maapallolla tavata luonnonvaraisena missään muualla kuin täällä. Tällaisia ovat perämerensilmäruoho (*Euphrasia bottnica*) ja perämerenmaruna (*Artemisia campestris* ssp. *bottnica*). Rantakivikossa yleisellä pohjanlahdenlauhalla (*Deschampsia bottnica*) on nimensä mukaisesti hieman laajempi kasvialue. Upossarpiolla (*Alisma wahlenbergii*) on vielä laajempi alue, se on Itämeren kotoperäinen laji, mutta senkin pääalue on täällä Perämerellä.

Perämerellä on myös pohjoisia lajeja, joiden päälevintä on Jäämeren alueella. Tämä lajiryhmä tunnetaan ruijanesikkoryhmänä. Eräitä tavataan aina Itämeren eteläosaa myöten, mutta joidenkin erillisesiintymät rajoittuvat vain Perämerelle. Lajit ovat tulleet Itämeren alueelle jääkauden jälkeen, mutta miten ja milloin? Tästä on esitetty erilaisia teorioita. Ryhmän lajeja ovat ruijanesikko (*Primula nutans* var. *jokelae*), somersara (*Carex glareosa*), suolasara (*Carex halophila*), merisara (*Carex mackenziei*), vihnesara (*Carex paleacea*), nelilehtivesikuusi (*Hippuris tetraphylla*), merihanhikki (*Potentilla anserina* ssp. *egedii*), merinätkelmä (*Lathyrus japonicus* ssp. *maritimus*), suolayrtti (*Salicornia europaea*) jne.

Maan kohoaa – kasvillisuus muuttuu

Perämeren rannoilla kasvillisuus on jatkuvassa muutostilassa, sillä maankohoamisen vaikutuksesta vesi perääntyy ja maakasvillisuus valtaa alaa. Perämeren rannikolla

maankohoaminen on 8–9 mm vuodessa. Joet edistävät maatumista tuomalla varsinkin kevättulvan aikana liuenneita aineita, kivennäismaata ja eloperäistä ainesta – Pohjanmaalla vuosittain 150–300 kg jokaiselta sadealueen hehtaarilta. Näin Perämereen tulee yksistään Suomen puolelta 2,6 miljoonaa tonnia vuodessa. Maatumisen takia etenkin lahtien pohjukoiissa rantaviiva siirtyy nopeasti, Liminganlahdella jopa 18 m vuodessa. Topelius sanoi aikoinaan, että jokainen vuosisata lahjoittaa Suomelle ruhtinaskunnan. Suuri osa tästä tuhannen neliökilometrin laajuisesta alueesta on Perämeren rantaa. Maarantavaihetta kestää Perämerellä 50–160 vuotta. Tämän jälkeen kehitys johtaa erilaisiin metsiin, soihin tai ihmisen toimien seurauksena kuiviin niittyihin ja viljelymaihin.

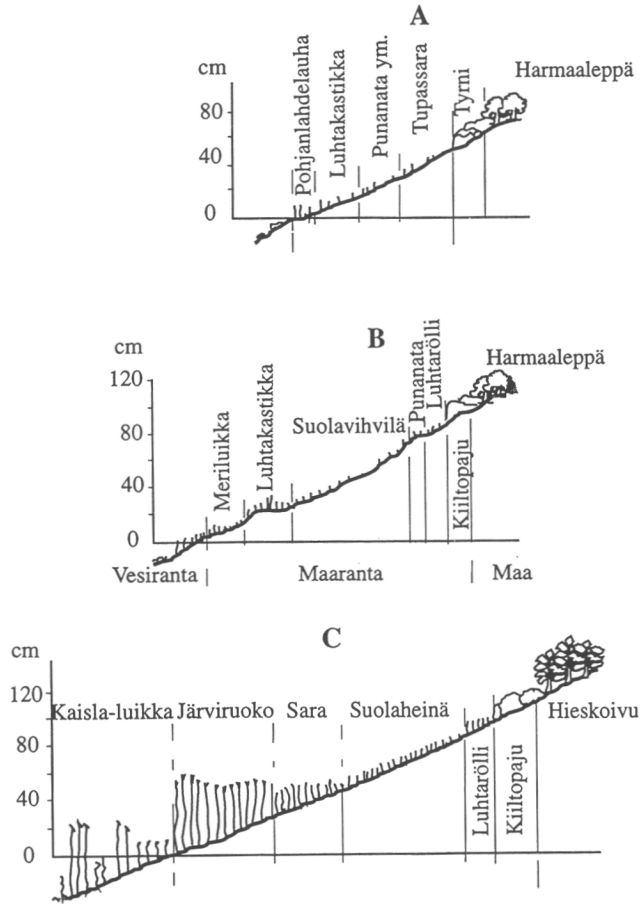
Merestä kohoava maa kasvittuu

Uuden maan kasvittuminen alkaa jo useita metrejä vedenpinnan alapuolella vesikasvien ansiosta. Maan kohottua vedenpinnan yläpuolelle on maakasvien vuoro. Ne tulevat joko vesitse: aallot tuovat siemeniä, talvehtimissilmuja, versonkappaleita ja kokonaisia kasveja. Pieniä siemeniä ja itiöitä tulee tuulen mukana ja myös linnut ja nisäkkäät kuljettavat kasvien leviäimiä. Ensimmäisiä lajeja ovat meriluikka (*Eleocharis uniglumis*), pohjanlahdenlauha (*Deschampsia bottnica*) ja helpi (*Phalaris arundinacea*). 50 vuoden ikäisillä kareilla on jo 16 lajia. Seuraavien 50 vuoden aikana uusia kasvilajeja saapuu saaren sisäosiin ja pioneerilajit jäävät asuttamaan rantoja. Pohjoisella Perämerellä Kruunien saaristossa on 100 vuoden ikäisillä ja noin yhden metrin korkuisilla saarilla 60 maakasvilajia ja 13 vesikasvilajia. Saaren iän kaksinkertaistuessa lajisto puolitoistaker-taistuu. Merenkurkussa lajimäärä kasvaa hitaammin: 100 vuoden ikäisillä saarilla on 22 lajia ja 200 vuoden ikäisillä 70. Rannikolla on samanikäisellä maalla monipuolisempi lajisto, sillä noin 200 vuoden ikäisellä maalla on lähes 150 lajia.

Kasvillisuus on vyöhykkeinen

Rannikolle on ominaista kasvillisuuden vyöhykkeisyys. Veden korkeus ja sen vaihtelu aikaansaavat vyöhykkeisyyden, sillä kasvilajeilla on enemmän tai vähemmän toisista poikkeavat kasvupaikkavaatimukset. Toisaalta kasvupaikkavaatimuksiltaan samanlaiset lajit viihtyvät toistensa seurassa. Kapea rantakaista on niittykasvillisuuden vallassa, sillä merivesi ja jäät estävät pensaiden ja puiden kasvun. Tätä keskivesitason ja kasvukauden ylävesitason välistä ranta-aluetta kutsutaan maarannaksi. Vastaavasti keskivesitason alapuolella olevaa vesikasvillisuuden hallussa olevaa aluetta kutsutaan vesirannaksi. Todellisten merien rannoilla vedenkorkeuden vaihtelu on säännöllistä kellon tarkkuudella tapahtuvaa vuoroveden vaihtelua.

Perämerellä vaihtelu on sensijaan säännötöntä tuulen ja ilmanpaineen aiheuttamaa, ja vaihtelu suurenee etelästä pohjoiseen siirryttäessä. Niinpä maaranta on laajempi Perämeren perukassa kuin Merenkurkussa. Vuoroveden vaikutus on vain 4–8 cm. Meriveden korkeuden ääriarvojen väli on ollut Kemissä 3,5 m, Oulussa 3,2 m ja Vaasassa 2,1 m. Vuosittainen ääriarvojen vaihtelu on suuri. Esimerkiksi Oulussa vuonna 1997 vaihteluväli oli 2,05 m (maksimi 1,25 m ja minimi -0,80 m). Vesi on korkeimmillaan myöhäissyksyllä ja talvella, jolloin tuulen vaikutus on suurimmillaan. Kasvukauden aikana (toukokuu-syyskuu) vedenkorkeuden vaihtelu ei ole yhtä suurta, sillä säätilassa ei tuolloin yleensä tapahdu suuria muutoksia.



Kuva 1. Kasvillisuuden vyöhykkeisyys kivikkorannoilla (A-kuvio) ja niittyrannoilla (B ja C). B-kuvio esittää avoimien niittyrantojen kasvillisuutta ja C-kuvio suojaisten lahtien kasvillisuutta.

Kasvilajistoon ja vyöhykkeiden laatuun ja laajuuteen vaikuttavat etenkin veden suolapitoisuus, maaperä, aaltojen ja jään vaikutus, rannan suojaisuus, rannan topografia ja ihmistoiminta. Rannat voidaan ryhmitellä geologisen rakenteen perusteella seuraavasti: 1. kalliorannat, 2. kivikkorannat, 3. hiekkarannat ja 4. hietarannat (niittyrannat). Näiden kasvilajisto ja vyöhykkeisyys poikkeavat toisistaan. Kuvassa 1 on esitetty kivikkorannan ja niittyrannan kasvillisuuden vyöhykkeisyyttä.

Kalliorannat

Juuri merestä kohonneet kalliorannat ovat niukkakasvisia. Kivipinnalla kasvaa vain jäkälää. Jäkälälajit sijoittuvat vyöhykkeisesti. Rannan yläosassa on sammaliakin. Putkilokasveja on vain kallionraoissa. Vähitellen maan kohottua kalliolle ilmaantuu puuvartiakin kasveja. Kuivuutta sietävät kanerva, kataja ja mänty ovat usein ensimmäisiä.

Kivikkorannat

Kivikkorantoja on saarilla ja niemien kärjissä. Kasvillisuutta on vain kivien väleissä. Vesirajassa on pohjanlahdenlauhaa ja meriluikkaa ja ylempänä sinnittelee moni niittyrannoilta tuttu laji järviruokoa myöten. Kasvustot ovat kuitenkin pieniä ja peittävyys vaihtelevan alhainen. Rannan yläosassa on paikoin mätäsaravyöhyke ja sen yläpuolella tyrnikasvustoja.

Hiekkarannat

Hiekka liikkuu helposti aaltojen ja tuulen mukana. Tuuli kasaa hiekkaa kinoksiksi, dyyneiksi, jotka aivan rannassa ovat pieniä, mutta suurenevat vanhemmiten sisämaahan päin. Liikkuvassa hiekassa kasvillisuutta on vain laikuittain. Ensimmäisiä hiekkarannan asuttajia ovat usein rönsyrölli (*Agrostis stolonifera*), suola-arho (*Honkenya peplodes*) ja konnanvihvilä (*Juncus bufonius*). Kasvaessaan dyynit samalla muuttuvat kuivemmiksi. Ns. valkeilla dyyneillä hiekka on vielä liikkuvaa ja kasvillisuus niukkaa: vain kuivuutta sietävät ja vahvajuurakkoiset lajit tai mätästävät heinät, kuten rantavehnä (*Leymus arenarius*), juolavehnä (*Elymus repens*), hietakastikka (*Calamagrostis epigejos*) ja lampaannata (*Festuca ovina*) pystyvät siinä kasvamaan. Vähitellen kasvipeite sitoo dyynin aloilleen: heinäpeite tihentyy ja ensimmäiset jäkälät ja sammalet ilmaantuvat dyyneille ja antavat niille tyypillisen harmaan sävyn. Näitä kutsutaankin harmaiksi dyyneiksi. Niille ilmestyy myös männyn taimia. Seuraavana ovatkin mäntyä kasvavat dyynit.

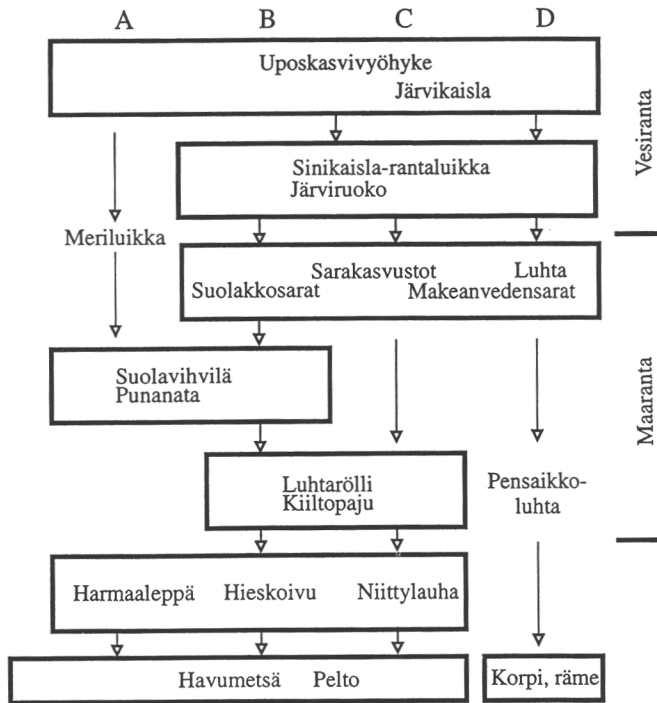
Niityrannat

Lahtien pohjukoihin ja entisten salmien paikoille syntyy laajojakin niittyjä. Laakeilla rannoilla on erotettu neljä erilaista kasvillisuuden kehityssarjaa (kuvassa 2: A, B, C ja D). Avoimilla rannoilla kasvillisuuden kehitys on yleensä A-vaihtoehdon mukainen: hapsiluikkaniityistä (*Eleocharis acicularis*) meriluikan (*Eleocharis uniglumis*) ja suolavihviläkasvustojen (*Juncus gerardi*) kautta lepikkoon. Isojen lahtien perukoissa kehitys on yleensä B- tai C-tyyppin kaltainen. B-tyyppin rannoilla on suolakkokasvillisuutta: sarat ovat suolasaraa (*Carex halophila*) tai vihnesaraa (*Carex paleacea*) ja tämän yläpuolella on usein suolavihviläniittyä. C-tyyppissä on makeanveden vaikutus ilmeinen: saraniitty on ensisijassa vesisaraa (*Carex aquatilis*) ja suolavihviläniitty puuttuu. Yhteistä molemmille on, että ruokomaisten kasvien vyöhykkeiden jälkeen tulee suurten sarojen vyöhyke, joka joko suoraan tai välivaiheen kautta muuttuu vähitellen luhtarölli-jokapainkansara (*Agrostis canina-Carex nigra*) -kasvillisuudeksi ja vihdoin niitylauhavyöhykkeeksi (*Deschampsia cespitosa*). Jos maatuvalle rannalle tulee runsaasti makeaa vettä, kehitys johtaa D-vaihtoehdon mukaisesti soihin. Olosuhteiden erilaisuudesta johtuu, että vyöhykkeisyydessä on usein suuriakin paikallisia eroja.

Nykyään laiduntamisen ja niiton suuresti vähennyttyä on rantaniittyjen ilme muuttunut. Järviruoko ja kiiltopaju ovat saaneet paikoin ylivalan. Koko maaranta metsään saakka voi olla ryteikköä, jossa rannan tuntumassa järviruoko on korkeinta ja kasvusto tiheintä, eikä muilla lajeilla ole juuri jalansijaa. Vähitellen ruovikko mataloituu ja harvenee. Muun lajiston perusteella voidaan täälläkin silti erottaa eri niittytyyppejä, vaikka järviruoko onkin valtalaji.

Niityt muuttuvat metsiksi

Puuvartisista kasveista ensimmäisiä kohoavalle maalle ilmestyviä ovat suomyrtti (*Myrica gale*), tyrni (*Hippophae rhamnoides*), hanhenpaju (*Salix repens*) ja kiiltopaju (*Salix*



Kuva 2. Niittyrannan kasvillisuuden sukkessio. Kuvassa veden vaikutus alenee ylhäältä alaspäin ja suolapitoisuus suunnassa A→D. A edustaa avoimia niittyrintoja ja muut (B–D) ± suojaisia rantoja. D-sarja esittää primaarisen soistumisen alkuvaihetta.

phyllicifolia). Näitä on ilmestynyt jo maarannan kohoamillekin, mutta pensakko-vyöhyke syntyy vasta maarannan ylärajalle. Tämän yläpuolella on kapea leppävyöhyke, joka on usein lehtomainen. Cajander erotti jo vuosisadan vaihteessa merenrantalehdot omaksi *Lychnis diurna*-tyypiksi, niissä runsaana kasvavan puna-ailakin (*Silene dioica*) mukaan. Nämä merenrantalehdot eivät ole kuitenkaan täysin metsätyyppeihin rinnastettavissa, sillä ne ovat lyhytikäisiä metsien kehitysvaiheita. Näitä on erotettu kolme tyyppiä: tesma (*Milium*), tesma-mesiangervo (*Milium-Filipendula*) ja mesiangervo (*Filipendula*)-tyyppi (Keränen 1966).

Lepikko muuttuu koivuvaltaiseksi metsäksi, sitten sekametsäksi ja tuoreeksi kangasmetsäksi (VMT) ja sitten kuivahkoksi ja kuivaksi kangasmetsäksi (EVT ja ECT) ja paikoin jopa karukokankaaksi (CIT). Kohotessaan maa tulee kuivemmaksi ja siitä huuhtoutuu yhä enemmän ravinteita. Kasvillisuuden kehitys käy leppävyöhykkeestä eteenpäin selvästi kuivempaan ja samalla niukkaravinteisempaan suuntaan.

Ranta soistuu

Niittyrintojen soistuminen saattaa alkaa jo, kun maa kohoaa merestä. Ensin syntyy monenkirjavia niittyjä, joiden lajistossa on lukuisia tulvaisuutta osoittavia ns. luhtalajeja. Seuraavaksi kehittyvässä saravyöhykkeessä muodostuu jo saraturvetta. Rahkasammalet viihtyvät heti meriveden suoranaisten vaikutuksen lakatessa. Ne ilmaantuvat rannalle usein yhdessä puiden kanssa. Rahkaturpeen muodostuminen alkaa. Tämä heikentää

kuitenkin puiden kasvua ja uudistumista. Vähitellen metsä taantuu, ja erilaisten korpi ja rämevaiheiden jälkeen runsaslajisesta rantaniitystä on kehittynyt karu aukea neva tai räme.

Rannan suora soistuminen, ns. primaarinen soistuminen, on tavallista, sillä rannikko-seutujen alle 500 vuoden ikäisistä soista 50 % on syntynyt juuri tällä tavalla.

Merenlahdesta järveksi

Merenlahdesta (flada) saattaa kuroutua rantajärvi (glo), kun aallot ja jäät kasaavat lahden suulle kannaksen, jota maankohoaminen suurentaa. Kun merenlahdesta on tullut järvi, sen suolapitoisuus alenee mutta kasviravinteita vapautuu runsaasti. Seurauksena on luontainen, nopea rehevöityminen. Tämä jää kuitenkin lyhytaikaiseksi vaiheeksi ja pian allas karuuntuu. Perämeren rantajärvet ovat yleensä matalia ja maan kohotessa pohjavesi alenee ja allas pienenee. Rannoille jo aikaisemmin tullut suokasvillisuus laajenee ja saattaa lopulta peittää koko altaan. Näin merenlahdesta on tullut suo.

Perämerenkin rannoilla on suolamaita

Maaperän suuri suolapitoisuus saattaa hidastaa kasvillisuuden sukkessiota tai muuttaa sen toisenlaiseksi.

Vaikka Perämeren veden suolapitoisuus on vain murto-osa todellisen meriveden suolapitoisuudesta, niin Perämerenkin rannoilla on suolamaita. Merien rannoilla maan suolapitoisuus on suurin lähellä vesirajaa, mutta Perämeren suolaisimmat paikat ovat yleensä maarannan keskivaiheilla 30–50 vuotta sitten merestä paljastuneella maalla. Tähän on syynä maaperätekiöiden lisäksi ilmasto. Alkukesällä rannikolla sataa yleensä vähän ja säät ovat aurinkoisia. Maan pinta lämpiää voimakkaasti ja siitä haihtuu runsaasti vettä. Kapillaari-ilmiö nostaa maan sisästä lisää vettä, jonka haihtuessa liuenneet suolat jäävät maan pinnalle värjäten sen valkoiseksi. Suolamaita on sekä neutraaleja kloridimaita että happamia sulfaattimaita. Kloridimaat ovat merien rannoille tyyppillisiä ja rajoittuvat yleensä maarannalle. Perämeren suolalaikut ovat synnyltään pääasiassa sekundaarisia, ihmisen ja karjan toiminnan tulosta. Niiton ja laiduntamisen vähennyttyä suolamaakasvillisuus on vähentynyt. Primaarisia suolamaita on vähän. Tällaisilla paikoilla on maaperässä korkea suolapitoisuus ja merestä kohoava maa saa heti suolamaakasvillisuuden.

Sulfaattimaita, jotka tunnetaan myös alunamaiden nimellä, on myös ranta-alueen yläpuolella. Maan happamuusarvot voivat olla pH 2–3. Tällaiset maat ovat kasvittomia. Syynä happamuuteen ovat ensisijassa Litorinakauden runsaasti rikkiä sisältävät maakerrokset. Pohjaveden pinnan alapuolella maa on sulfidien mustaksi värjäämä, mutta joutuessaan ilman kanssa kosketuksiin sulfidit hapettuvat sulfaateiksi ja samalla maa happamoituu. Vähitellen suolat huuhtoutuvat maan kohotessa ja pohjaveden aletessa, ja suolalaikut kasvittuvat. Luhtakastikka (*Calamagrostis stricta*) ja luhtavilla (*Eriophorum angustifolium*) ovat tyyppilajit. Happamien suolamaiden viljely on kuitenkin vaikeaa. Kehitystä voidaan nopeuttaa kalkitsemisellä. Puulajeista hieskoivu tulee ensimmäisenä suolalaikkujen reunamille. Myöhemmin sinne ilmestyy myös mäntyjä. Kuusi sensijaan karttaa näitä ns. alunamaita.

Tiivistelmä

Perämeren suolapitoisuus on alhainen ja vuoroveden vaikutus pieni. Perämeri on kuin iso jokisuisto. Mereinen vaikutus vähenee etelä-pohjoissuunnassa. Rannan kasvillisuus on vyöhykkeinen. Vedenkorkeus ja sen vaihtelu aiheuttavat vyöhykkeisyyden. Veden suolapitoisuus ja maaperä taas määräävät kasvillisuuden laadun. Perämerellä vedenkorkeuden vaihtelu suurenee ja myös ranta-alue laajenee etelästä pohjoiseen siirryttäessä. Vedessä ja maaperässä on kuitenkin siinä määrin elektrolyyttejä, että täälläkin kasvaa merenrantalajistoa. Kasvillisuudessa on omia erikoispiirteitä. Vyöhykkeisyyden yleiskuva on: 1. vesikasviyhdyskunnat, 2. rantaniityt (erilaisia vyöhykkeisiä niittykasviyhdyskuntia), 3. pensaikot, 4. lehtimetsät ja 5. havumetsät.

Kasvillisuuden pääteipiste on joko kangasmetsä tai soistuneilla alueilla räme tai sitten pelto. Ojituksen seurauksena myös soiden kasvillisuus muuttuu, niistä kehittyvät vähitellen metsäisiä turvekankaita. Perämeren alue kuuluu pohjoiseen havumetsävyöhykkeeseen. Mikä merkitsee sitä, että havumetsät ovat täällä vallitsevia ja niitä kohden suksessio etenee myös niin hylätyillä pelloilla kuin ojitetuilla soillakin.

Kirjallisuus

- Appelroth, E. 1948. Några av landhöjningens betingade skogliga särdrag inom den Österbottenska skärgården. Skärgårdsboken: 292–304.
- Ericson, L. & Wallentinus, H.-G. 1979. Sea-shore vegetation around the Gulf of Bothnia. Guide for the International Society for Vegetation Science, July-August 1977. *Wahlenbergia* 5: 1–142.
- Havas, P. 1961. Vegetation und Flora der nördlichen Küste des Bottnischen Meerbusens. *Arch. Soc. "Vanamo"* 16 (suppl.): 84–91.
- Havas, P. 1976. Zur Ökologie der Laubwälder, insbesondere der Grauerlen, an der Küste des Bottenwiek. *Aquilo, Ser. Bot.* 6: 314–346.
- Kalliola, R. 1973. Suomen kasvimaantiede. WSOY. Porvoo-Helsinki. 380 s.
- Keränen, P. 1966. Merenrantalettimetsistä, lähinnä merenrantaletidoista Siikajoen ja Kuivasojan välisellä rannikkoalueella. Pro gradu -tutkielma, Oulun yliopiston kasvitieteen laitos.
- Leiviskä, I. 1908. Über die Vegetation an der Küste des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. *Fennia* 27 (1): 1–209.
- Siira, J. 1970. Studies in the ecology of the sea-shore meadows of the Bothnian Bay with special reference to the Liminka area. *Aquilo, Ser. Bot.* 9: 1–109.
- Siira, J. 1984. Saline soils and their vegetation on the coast of the Gulf of Bothnia, Finland. *Ann. Bot. Fennici* 22: 63–90.
- Valovirta, E. J. 1937. Untersuchungen über die säkulare Landhebung als pflanzengeographischer Faktor. *Acta Bot. Fennica* 20: 1–173.
- Vartiainen, T. 1980. Succession of island vegetation in the land uplift area of the northernmost Gulf of Bothnia, Finland. *Acta Bot. Fennica* 115: 1–105.
- Voipio, A. (toim.) 1981. The Baltic Sea. Elsevier Oceanographic Series. Amsterdam.

Sammandrag: Växtlighetens utveckling längs Bottenvikens stränder

Vid stränderna kännetecknas växtligheten av olika zoner. Havets nivå och dess variation skapar tydligt urskiljbara zoner. Växtligheten och zonernas kvalitet och omfattning påverkas främst av vattnets och markens kvalitet, vågor och is, havsytans nivåfluktuationer, strändernas lutning och människans verksamhet.

Längs Bottenviken är landhöjningen 8–9 mm per år. Därför är växtligheten i ständig förändring. Vattenvegetationen förändras till strandängar och fortsättningsvis till växtsambällen med olika typer av landväxter. Utvecklingen till strandängar tar 50–160 år. Efter det här leder utvecklingen till skog, torvmarker eller som följd av mänsklig verksamhet till torra ängar eller odlingsmark.

I skogens utveckling kommer en zon av buskar först (grönvide, havtorn osv.), efter det en lövskog som i början är al (klibbal eller gråal) och senare går över till björkbestånd. Sedan följer barrskog, som i början är frisk momarksskog, men efter hand går över till torr momarksskog eller till och med till karg momark. När marken stiger blir den allt kargare och mera näringsämnen sköljs ur. Efter alskedet utvecklas växtligheten tydligt mot sådan som tål torrare och samtidigt näringsfattigare omgivning.

Stränderna kan också försumpas genast när de blottas ur havet. Först ser man olika strandängar och senare kärr-, mosse- och myrstadier. En direkt försumpning av stränderna, sk. primär försumpning, är vanlig eftersom 95 % av torvmarkerna som är under 500 år gamla har bildats på det här sättet i kustregionerna.

Växtligheten slutar antingen som momarksskog eller på försumpade områden som mossar eller åker. Efter dikning förändras också torvmarkernas vegetation och de utvecklas efter hand till skogsbevuxen torvmo.

Merenrannan kasvipeitteen gradienttilinja Hailuodossa

Kari Kukko-oja, Eero Kubin ja Jouko Siira
Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema
Oulun yliopisto, Perämeren tutkimusasema

Johdanto

Itämeren alueella merenrantojen kasvipeite on jatkuvassa sukkessiotilassa maankohoamisen seurauksena. Toisaalta rantakasvillisuudessa tapahtuu sekä vuosittain että muutamien vuosien välein toistuvaa muuntelua, jota syntyy voimakkaiden tuulijaksojen aiheuttamista meriveden korkeuden vaihteluista. Meriveden suoran vaikutuksen ohella liikkuva jääpeite rikkoo maanpintaa ja kasvipeitettä, minkä seurauksena tietyn paikan kasvilajeissa ja niiden runsaussuhteissa esiintyy lyhytaikaista vaihtelua. Tämä osittain vaikeuttaa pitkäaikaisen sukkession havainnointia.

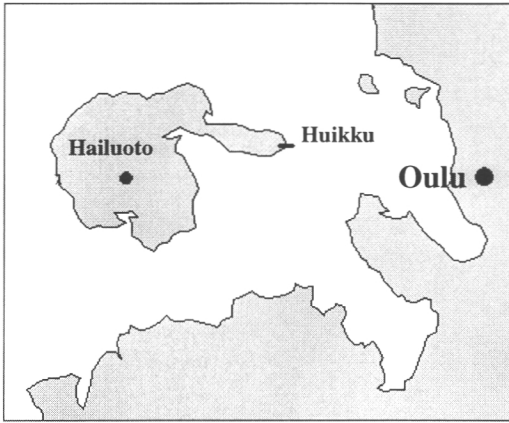
Itämeren ja Perämeren rantojen kasvillisuutta ja sen sukkessiota on tutkittu verraten paljon. Useimmat tutkimukset, kuten opinnäytteet, projektitutkimukset ja yksittäisten tutkijoiden apurahan turvin tekemät työt ovat jääneet kuitenkin kertaluontoisiksi. Niissä merenrannan kasvipeitteen pitkäaikaisia muutoksia on tarkasteltu vertaamalla uudempia tuloksia samoilta tienoilta aiemmin kerättyihin tutkimusaineistoihin ja -tuloksiin. Perämeren rannoilta ja Oulun tienoilta vertailupohjaa kasvillisuuden muuttumiselle on saatu etenkin Ilmari Leiviskän (1902, 1908) ja Jouko Siiran (1970) laajoista tutkimuksista.

Näytealojen sijoittaminen linjaan on tutkimustapana sovelias merenrannoille, ja sitä on käytetty aiemminkin Hailuodossa (esim. Siira & Merilä 1985). Yleensä näytealojen määrää on haluttu eri syistä rajoittaa, joten niitä on sijoitettu harkitusti sopiviin kohtiin, jollaisia ovat mm. eri kasvillisuus- tai korkeusvyöhykkeet (Tapani 1986, Aikio 1996). Pohjanlahden länsirannikolla on tehty tutkimuksia, joissa kasvipeiteanalyysit ja niihin liittyvät mittaukset on toistettu kuuden vuoden kuluttua (Cramer 1986). Näytealoja on sijoitettu meriveden keskivesitason alapuolelta täysikasvuisiin metsiin saakka. Näin on saatu aiempaa täsmällisempää tietoa lyhytaikaisvaihtelusta ja sen merkityksestä merenrannan kasvillisuudessa (Cramer & Hytteborn 1987).

Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusasema on vuonna 1994 perustanut yhdessä Oulun yliopiston Perämeren tutkimusaseman kanssa Hailuotoon gradienttilinjan, joka on sopiva maankohoamisrannan kasvipeitteen esittelyyn ja seurantaan eri kasvillisuusvyöhykkeissä (Siira & Kubin 1995). Tämä linja ulottuu vesirajasta dyynien kuivalle kangasmaalle saakka. Näytealoja on tiheimmässä kuin edellä kerrotuilla muilla gradienttilinjoilla. Metsäntutkimuslaitoksen ohella myös Suomen ympäristökeskus on viime vuosina ottanut maassamme vastuuta pitkäaikaisien biologisten seurantojen järjestämisestä. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksella on merenrantaniittyjen seurantalinja Perämeren etelä- ja pohjoisosissa (Autti 1993).

Tutkimusalue

Seurantakohteeksi valittiin Hailuodon Santosen Huikku saaren mantereenpuoleisessa kärjessä (kuva 1). Paikka on alueella, missä merestä kohonneen nuoren maan kasvi-



Kuva 1. Kasvipeitteen seurantalinnan sijainti.

peitteen eri kehitysvaiheet esiintyvät edustavina, ja missä ihmisen suorat vaikutukset luontoon ovat mahdollisimman vähäiset. Ranta on avoin, mutta vallitsevat tuulet eivät kohdistu siihen yhtä voimakkaana kuin saaren avomerenpuoleisille rannoille. Niittyraunna ei nykyään näy merkkejä laidunnuksesta. Metsää on jonkin verran harvennettu, selvimmän merenrantalepikossa ja koivikossa, mutta yleisesti ottaen valtapuusto on ollut pitkään hakaamatta. Linjalla on vain muutama iso kanto.

Mittaukset ja menetelmät

Linja vaaittiin vuonna 1994 kuuden metrin välein kaikkiaan 534 metrin matkalta. Pisteet merkittiin maastoon. Puusto ja pensasto mitattiin vaaituspisteistä. Säteeltään kolmen metrin ympyräkoealoista mitattiin jokaisen 1,3 m ylittävän puun pituus ja läpimitta sekä kirjattiin terveydentilan ilmiäsu. Paksuimmista lepidistä, hieskoivuista ja männyistä määritettiin kairaamalla niiden biologinen ikä. Erikseen laskettiin 0,3–1,3 m korkeat pensaats. Lisäksi mitattiin puiden kantojen läpimitta puulajeittain.

Maaperämittauksia varten kaivettiin vuonna 1995 yksitoista näytekuoppaa. Orgaanisesta pintamaasta määritettiin sen tilavuus pinta-alayksikköä kohti. Maanäytteistä määritettiin laboratoriossa maalaji sekä mitattiin kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, raudan, mangaanin, sinkin, kuparin ja boorin kokonaispitoisuudet (Halonen & Tulkki 1981, Lippo 1995), sekä kokonaistyyppi (Kubin 1978) ja kokonaisfosfori vanadomolybdaattimenetelmällä (AOAC METHODS-2.022-1980). Liukoisen kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja kloorin sekä ammonium- ja nitraattitypen pitoisuus määritettiin erikseen orgaanisesta kerroksesta ja kivennäismaasta (Lippo 1985), samoin liukoinen fosfori (SFS 3025). Lisäksi mitattiin maan happamuus ja sähkönjohtokyky.

Vuoden 1998 syyskuussa kuvattiin linjan kasvillisuuden kenttä- ja pohjakerros 1 m²:n koealoilta, joita sijoitettiin linjalle kolme jokaisesta vaaituspisteestä sisämaahan päin. Koealalta arvioitiin putkilokasvi-, sammal- ja jäkälälajien peittävyudet (Liljelund & Zetterberg 1986). Kasvillisuus kuvattiin keskivesitasosta alkaen. Osin keskivesitasen alapuolelle sijoittuvan linjan alkupäätä (60 m) tarkasteltiin vähemmän, eikä siitä ole yksityiskohtaisia peittävyysarvoja.

Alustavat tulokset ja tarkastelu

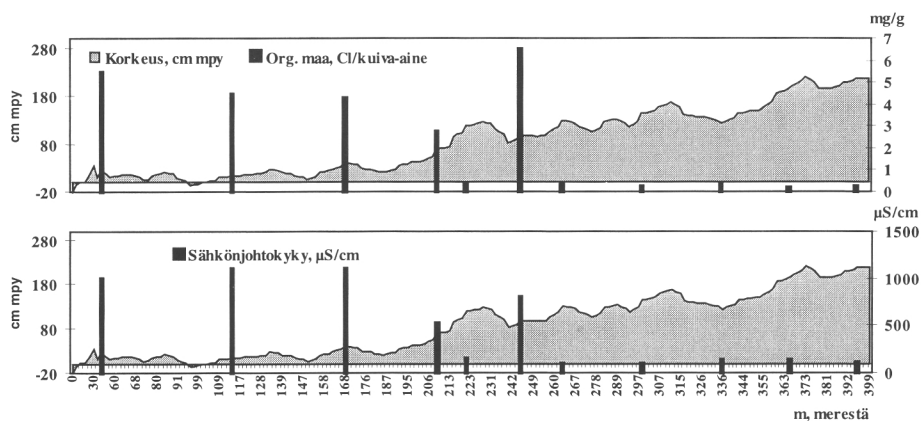
Pinnanmuodot

Linjan alkupää on meressä noin 20 cm meriveden keskivesitason alapuolella. Loppupään viimeinen vaittu piste on 402 cm lähtökohtaa korkeammalla. Maasto on loivasti aaltoilevaa. Merivirrat, aallot ja rantajäät ovat muovanneet maanpinnan särkiksi, loiviksi valleiksi ja kynnäiksi. Linjan loppupäässä yli 3 m merenpinnan yläpuolella on kolme dyynimuodostumaa.

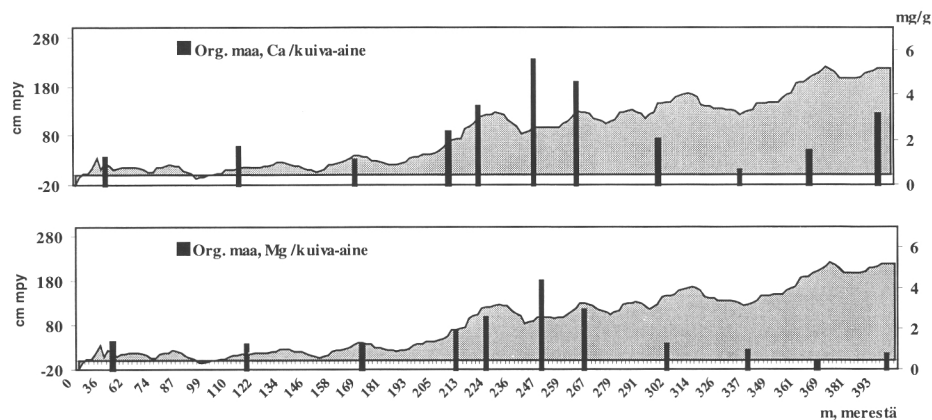
Maaperä

Seulonnan perusteella kivennäismaa oli kauttaaltaan tasalaatuista, lajittunutta hiekkaa, josta noin 90 % on raekooltaan välillä 0,125–0,5 mm.

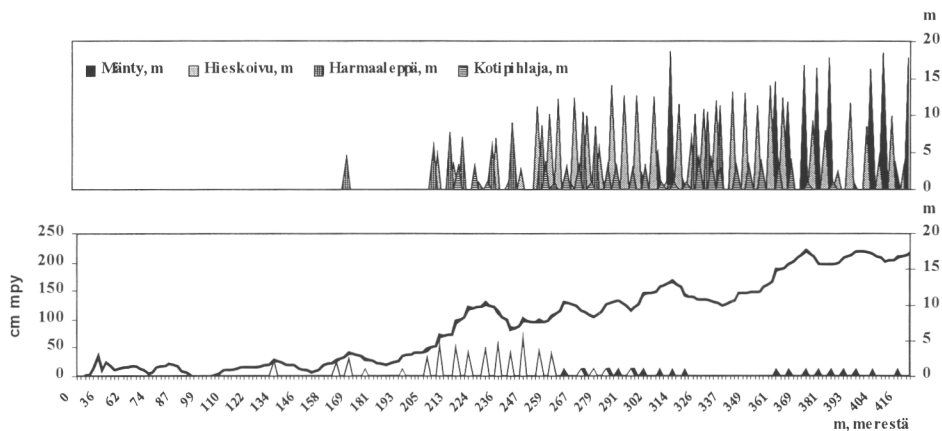
Maaperän ravinteet laskettiin maakerroksen kuivapainoyksikköä kohti. Kivennäismaan sähkönjohtokyky ja kloridipitoisuus olivat korkeat linjan alavissa osissa. Mittaustulokset osoittavat meriveden vaikutuksen intensiteettiä (kuva 2). Orgaanisen pintamaan ravinnepitoisuudet olivat suurimmillaan nuorten, kasvillisuudeltaan lehtomaisten metsä-



Kuva 2. Organisen maakerroksen kloridipitoisuus ja sähkönjohtokyky.



Kuva 3. Organisen maakerroksen liukoinen kalsium- ja magnesiumipitoisuus.



Kuva 4. Valtapuuston ja kiiltopajupensaiden pituuksien keskiarvo ja katajapensaiden esiintymisen Hailuodon Huikun mittauspisteissä. Alakuvassa kiiltopaju vaalea ja kataja tumma.

vaiheiden maaperässä. Liukoisista ravinteista etenkin kalsiumin ja magnesiumin korkeat pitoisuudet (kuva 3) osoittavat epäsuorasti kohtalaisen suurta biologista aktiivisuutta näillä kasvupaikoilla.

Puusto ja pensasto

Kiiltopajupensaita alkoi esiintyä 25 cm keskivesitason yläpuolella. Pensasto oli yhteensä 45 cm mpy:lta alkaen (kuva 4). Alimmat harmaalepät kasvoivat 40 cm mpy. Yhtenäinen lepikko alkoi 90 cm mpy:lla. Ylempänä mukaan tulivat hieskoivu ja kotipihlaja samalla kuin lepät harvenivat. Mänty ja kataja alkoivat kasvaa noin korkeudella 140 cm mpy.

Erityisesti selvä pensastovyöhyke osoittaa, että paikan nykyinen kasvipeite on saanut kehittyä laiduntamiselta rauhassa. Laidunnetuilla rannoilla pensaita esiintyy vasta selvästi ylempänä, tai pensastovyöhyke saattaa jopa puuttua kokonaan. Samoin puusto alkaa kehittyä yleensä vasta ylempänä, koska laiduntava karja syö kasvavia taimia (Siira 1970, Autti 1993).

Linjan arviointialoista on saatu laskennalliset tulokset puu- ja pensaslajeittain. Tulokset eivät ilmoita tunnuksia alueen metsästä yleensä, mutta ne soveltuvat vertailuun myöhemmin toistettavien mittausten kanssa.

Kasvipeitteen kenttä- ja pohjakerros

Kasvillisuuskuvauksissa määritettiin kaikkiaan 112 putkilokasvi-, sammal- ja jäkälälajia. Kuvauksissa voitiin nähdä kasvilajiston vähittäinen muuttuminen siirryttäessä keskivesitasosta ylöspäin. Maan kohotessa kasvilajeja vähitellen häviää ja uusia lajeja tulee tilalle. Jotkut lajit esiintyvät hyvinkin kapea-alaisesti tietyllä korkeudella meren pintaan nähden. Joidenkin toisten lajien esiintyminen on laaja-alaisempi. Meriveden vaikutuksen väheneminen voidaan erottaa maaperän kloridipitoisuuden ja sähkönjohtokyvyn ohella kasvillisuuden lajien sijoittumisella ja lajisuhteilla. Samoin ekologinen muuttuminen on nähtävissä lajikoostumuksessa vanhemmilla merestä paljastuneilla mailla.

Merenrantaniityllä on pääasiassa maanpinnan korkeuden mukaan vaihtuvia tyyppi-vyöhykkeitä, joiden sisällä eri tyyppilajit muodostavat kasvustoja. Linjan merenranta-niityistä voitiin alustavasti erottaa lähimpänä keskiveden rajaa kaisla-luikka-ruoko-vyöhyke, jossa kasvustoja muodostivat sinikaisla (*Schoenoplectus tabernaemontanii*), rantaluikka (*Eleocharis palustris* var. *lindbergii*), meriluikka (*E. uniglumis*) ja järvi-ruoko (*Phragmites australis*). Rönsyrölli-luhtakastikka-suolavihvilävyöhykkeessä vallitsivat rönsyrölli (*Agrostis stolonifera*), luhtakastikka (*Calamagrostis stricta*) ja merisara (*Carex mackenziei*). Tyyppilajeihin kuuluvaa suolavihvilää (*Juncus gerardii*) oli linjalla suhteellisen vähän. Saravyöhykkeessä laajoja kasvustoja muodostivat suolasara (*Carex halophila*) ja tupassara (*Carex nigra* ssp. *juncella*). Vihnesaraa (*Carex paleacea*) oli edellisiä vähemmän.

Niityt vaihtuvat kiiltopajupensastoiksi. Pensaikossa ei ollut erottajalajeja, vaan siellä kasvoi niityn yläosan kasveja ja toisaalta joitakin metsän pioneerilajeja. Nuorin harmaaleppävaltainen metsävaie oli täällä mesiangervotyyppin merenrantalehtoa (*Filipendula*-T.). Seuraavan hieskoivu-kotipihlaja-harmaaleppävyöhykkeen lehto-osassa tyyppilajeja olivat puna-ailakki (*Silene dioica*) ja tesma (*Milium effusum*) sekä runsaina esiintyvät tunnuslajit lillukka (*Rubus saxatilis*) ja lehtovirmajuuri (*Valeriana sambucifolia*). Samassa vyöhykkeessä oli myös lehtomaisia osia, joissa tunnuslajeiksi tulivat etelänisotalvikki (*Pyrola rotundifolia* ssp. *rotundifolia*), nurmirölli (*Agrostis capillaris*), metsälauha (*Deschampsia flexuosa*), kangasmaitikka (*Melampyrum pratense*) ja ruohokanukka (*Cornus suecica*). Havas (1967) on nimittänyt näitä ruohokanukka-metsälauhalehtimetsiksi. Mäntyvaltainen mänty-koivusekametsä oli tuoretta puolukka-mustikkatyyppin kangasmetsää (VMT). Nimilajien ohella sen alavimmassa osassa vanamo (*Linnaea borealis*) esiintyi runsaana. Seinäsammal (*Pleurozium schreberi*) oli pohjakeroksen ehdoton valtalaji. Kangaskynsisammal (*Dicranum polysetum*) ja metsäkerrosammal (*Hylocomium splendens*) olivat laikuittain runsaita. Variksenmarja-puolukka-tyypin kangasmetsä sijaitsi yli kolmen metrin korkeudella merenpinnasta. Tyyppillä kasvoivat runsaina sekä etelän- että pohjanvariksenmarja (*Empetrum nigrum* ssp. *nigrum*, *E. n.* ssp. *hermaphroditum*). Useat poron- ja torvijäkälälajit (*Cladonia*-suku) tulivat tälle tyyppille joskin peittävyydeltään niukkoina.

Pohdinta

Mittaustulokset muodostavat alkutilanteen myöhemmin toistettaville mittaussarjoille. Erityisesti puustotunnusten määritys on vastaaviin aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna monipuolinen ja yksityiskohtainen. Tuloksia voidaan hyödyntää työn jatkovaiheessa.

Maaperämittauspisteitä linjalla on vähän puusto- ja kasvillisuusmittauksiin verrattuna. Yhdestätoista pisteestä on saatu yksi lukema mitatuista ravinteista, ja sen takia ravinemittaukset tukevat toistaiseksi rajoitetusti muita mittauksia. Sähkönjohtokyvyn ja kloridipitoisuuden tulokset ovat kuitenkin johdonmukaiset ja selkeät, mutta monista muista ravinteista tarvitaan lisämateriaalia.

Kasvillisuusaineisto antaa mahdollisuuksia tilastolliseen käsittelyyn. Linja kasvillisuustyyppejä voidaan laskennalla täsmentää sekä tarkastella lajien ekologista asemaa, esimerkiksi lajien suhdetta meriveden korkeuteen tai miten eri lajit kestävät suoraa meriveden vaikutusta.

Kirjallisuus

- Aikio, S. 1996. Maamikrobiaktiivisuus kuivan kangasmetsän primäärisuoknessiossa. Pro Gradu -tutkielma. Oulun yliopisto. Biologian laitos. Oulu. 39 s.
- Autti, M. 1993. Perämeren niittyarantojen kasvillisuuden luokittelu ja luonnonsuojeluarvojen määrittäminen. Tutkielma. Oulun yliopiston kasvitieteen laitos. Oulu. 73 s.
- Cramer, W. 1986. Vegetation dynamics on rising se shores in eastern central Sweden. *Acta Universitatis Upsaliensis* 25: 1–21.
- Cramer, W. & Hytteborn, H. 1987. The separation of fluctuation and longterm change in vegetation dynamics of a rising seashore. *Vegetatio* 69: 157–167.
- Halonen, O. & Tulkki, H. 1981. Ravinneanalyysien työohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36: 1–23.
- Havas, P. 1967. Zur Ökologie der Laubwälder, insbesondere Grauerlenwälder, an der Küste der Bottenwiek. *Aquilo Ser. Botanica* 6: 314–346.
- Kubin E. 1978. Kasvimateriaalin tyyppipitoisuuden määrittämisestä. Oulun yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita No. 7: 1–21.
- Leiviskä, I. 1902. Oulun seudun merenrantojen kasvillisuudesta. *Acta Soc. F. Fl. Fennica* 23(5): 1–126.
- Leiviskä, I. 1908. Über die Vegetation av der Küste des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. *Fennia* 27(1): 1–209.
- Liljelund, L.-E. & Zetterberg G. (toim.) 1986. Biologiska Inventeringsnormer. BIN Vegetation. Naturvårdsverket Rapport 3278. Metodbeskrivningar. 266 s.
- Lippo, H. 1985. Maanäytteiden analysointi. Metsäntutkimuslaitos. Muhoksen tutkimusasema. Työohje. 4 s.
- Lippo, H. 1995. Kasvi- ja maanäytteiden ravinneanalyysien työohjeet. Metsäntutkimuslaitos. Muhoksen tutkimusasema. Laboratorio. Monistesarja nro 3.
- Siira, J. 1970. Studies in the ecology of the sea-shore meadows of the Bothnian Bay with special reference to the Liminka area. *Aquilo Ser. Botanica* 9: 1–109.
- Siira, J. & Kubin E. 1995. The vegetation succession on the coastal uplifted soils of the Gulf of Bothnia. Julkaisussa: Kubin, E. & Lippo, H. (toim.). Post-Congress Excursion 9. Environmental Forest Research and Forestry from the Coastal Uplift Soils to the Eastern regional Water Divide. 12–16 August 1995. Metsäntutkimuslaitos. Muhoksen tutkimusasema. Muhos. s. 8–9.
- Siira, J. & Merilä, E. 1985. *Puccinellia phryganodes* (Poaceae) in Finland: Occurrences and ecology up to 1983. *Annales Botanici Fennici* 22: 281–290.
- Tapani, P. 1986. Hailuodon merenrantakasvillisuuden vyöhykkeisyys ja suokessio. Pro Gradu -tutkielma. Oulun yliopisto. Kasvitieteen laitos. Oulu. 67 s.

Sammandrag: En gradientundersökning för uppföljandet av havssträndernas växtlighet i Hailuoto

Skogsforskningsinstitutets forskningsstation i Muhos inledde år 1994 en ny gradientundersökning i Hailuoto. En linje drogs upp för att man skulle kunna följa med landhöjningens effekter vid havsstranden. Linjen är placerad i ett område där de olika stadierna i markvegetationen är representativa och människans direkta inverkan på naturen är så liten som möjligt.

Platsen ligger vid Huikku i spetsen av Santonen på Hailuoto. På den öppna strandängen ser man inte längre tecken på bete. Skogen har gallrats något, tydligast i al- och björkbestånden, men i stort har det dominerande beståndet varit orört länge eftersom det bara finns några enstaka stubbar längs linjen. Linjen börjar i havet ca. 20 cm under medelvattenståndet och den har vägts av med 6 m:s mellanrum på en sträcka av 534 meter. Den sista avvägda punkten ligger 402 cm över utgångspunkten. Observationsplatserna är utmärkta i terrängen.

Marken har undersökts på 11 platser. Mängden organiskt material i ytlagret har mätts upp. De totala koncentrationerna av huvudnäringsämnen och för de viktigaste näringsämnenas del också de lösliga koncentrationerna bestämdes både i det organiska lagret och i mineraljorden. Dessutom har man mätt markens surhetsgrad och ledningsförmåga och bestämt jordarterna.

Trädbeståndet och buskskiktet har mätts på de avvägda platserna. På cirkulära provytor med radien 3 meter har man mätt diameter och höjd samt registrerat konditionen på alla träd som överstigit 1,3 meters höjd. De grövsta alarna, glasbjörkarna och tallarna har kärnborrats för att få reda på den biologiska åldern. Man har skilt räknat antalet buskar och träd mellan 0,3–1,3 meters höjd.

Under slutet av sommaren 1998 beskrevs fält- och bottenskiktet längs linjen. Provytorna var 1 m² till ytan och tre stycken placerades ut efter varandra från varje avvägd punkt framåt. På provytorna uppskattades kärlväxternas, mossornas och lavarnas täckningsgrad enligt skalan +, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95 och 100 %. Man lyckade uppskatta växtligheten från medelvattenståndet uppåt, men 60 m från linjens början blev ouppskattad.

Mätningarna har gjorts en gång med tanken att de skall vara utgångspunkten för ett uppföljande. I beskrivningarna av växtligheten ser man hur artsammansättningen ändras när man rör sig från medelvattennivå uppåt. Man kan se hur inverkan av havsvattnet och de ekologiska förhållandena ändrar både i markens egenskaper och i växternas artsammansättning.

På strandängarna förändras olika zoner och samhällen främst med höjdläget. De yngsta skogsstadierna är strandlundar där gråal är det första trädslaget, medan glasbjörkarna och rönn tar över efter det. Först är tallbestånden frisk momarkskog av lingon-blåbärstyp. Momark av typen kråkbär-lingon ligger vid den här linjen på mark som i över 300 års tid legat över medelvattenståndet.

Maankohoamisrannikon sulfidisavimaiden metsittäminen

Eero Kubin
Metsäntutkimuslaitos
Muhoksen tutkimusasema

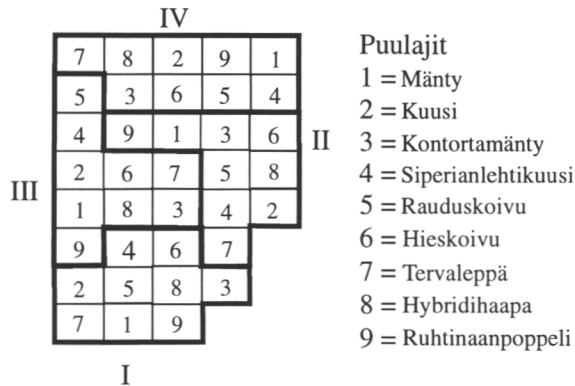
Johdanto

Metsäntutkimuslaitos hankki omistukseensa Kempeleen Niittyraannasta vuosina 1971–73 yhteensä 145 ha maata Perämeren rannikon vesijättömaiden metsitystutkimuksia varten. Kolmen vuoden kuluessa maanhankkimisesta perustettiin kaikkiaan 21 koetta, joissa tutkittiin ojitusta, ruo'on torjuntaa, maanmuokkausta, lannoitusta, taimilajia ja viljelytapaa sekä eri puulajien menestymistä (Valtanen 1975). Monet kokeet jäivät maaperällisistä tekijöistä johtuen lyhytaikaisiksi; pisimpään on seurattu eri puulajien menestymistä (Kubin & Valtanen 1993), johon myös tämän raportin aineisto pääosin perustuu.

Tutkimuskohde edustaa laajemmin Pohjanlahden rannikon alavia tasaisia maita, joiden sedimentit ovat syntyneet Litorinameren (esim. Rankama 1964) aikana. Maankohoamisen johdosta nämä runsaasti orgaanista ainesta, elektrolyyttejä ja rikkiä sisältävät savet ovat hapettumisvaiheessa, jota edistää niiden kuivattaminen ojituksella. Hapettuneiden kerrosten pH-luku on alhainen ja maan ilmavuuden muutos vaikuttaa rikin ohella esim. alumiinin, raudan ja mangaanin esiintymismuotoon (Aarnio 1931, Hutka ym. 1996). Maan ominaisuuksien vaihtelua lisäävät myös erilaiset suolalajit (Siira 1971, 1985), joiden vaikutus ulottunee pitkälle suokasvuston myöhempimpiinkin vaiheisiin. Näistä tekijöistä johtuen merestä vapautuvien sulfidisavimaiden metsittäminen muodostaa haasteellisen tutkimuskohteen, sillä savikoiden metsittäminen on todettu yleensä käytännössä vaikeaksi (Laiho 1990, Laiho & Hovila 1992, Svårförnyade... 1990, Rantanen 1992).

Aineisto ja menetelmät

Kempeleen Niittyraannan koekenttä kuuluu Muhoksen tutkimusaseman Pohjois-Pohjanmaalle ja Kainuuseen vuosina 1973–76 perustamaan puulajien vertailukokeeseen (Kubin & Valtanen 1993). Koealalla kasvanut järviruoko myrkytettiin kaislatuholla heinäkuussa 1973, viilutettiin kahden metrin välein lokakuussa saman vuoden syksyllä ja viljeltiin keväällä 1974. Verrattavat puulajit (kuva 1) ovat mänty, kuusi, siperianlehtikuusi, kontortamänty, rauduskoivu, hieskoivu, hybridihaapa ja ruhtinaanpoppeli. Viljelyn tavoiteteiheys (taulukko 1) oli 2500 kpl/ha (2469–2522). Täydennysviljelyä tehtiin vuosina 1975, 1976 ja 1978. Puulajikokeen lisäksi kuusta istutettiin vuonna 1983 luontaisesti syntyneen koivuverhoppuuston alle. Myös tämä alue oli kokeiden perustamisvaiheessa 1971–73 kertaalleen viljelty, mutta uudistamisessa oltiin epäonnistuttu.



Kuva 1. Puulajikokeen koelakaavio. Maanmuokkaus viiluttamalla syksyllä 1973 ja istutus seuraavana keväänä.

Taimet inventoitiin vuonna 1979 systemaattisella otannalla, vuosina 1982, 1987, 1992 ja 1997 tarkastettiin ruudun kaikki viljellyt taimet. Verhoppuuston alle istutettu kuusi inventoitiin vuonna 1996. Lohkojen väliset pituuksien erot testattiin kaikkien puulajien osalta Kruskal-Wallis-testillä ja puulajikokeen kuusen pituuserot suhteessa alikasvos-taimiin t-testillä.

Taulukko 1. Viljeltyjen puulajien alkuperä, taimilaji, perustamistiheys ja täydennysviljelyn (1975, 1976 ja 1978) määrä. Kontortamännyn alkuperä Brittiläinen Kolumbia, korkeus 885–945 m.

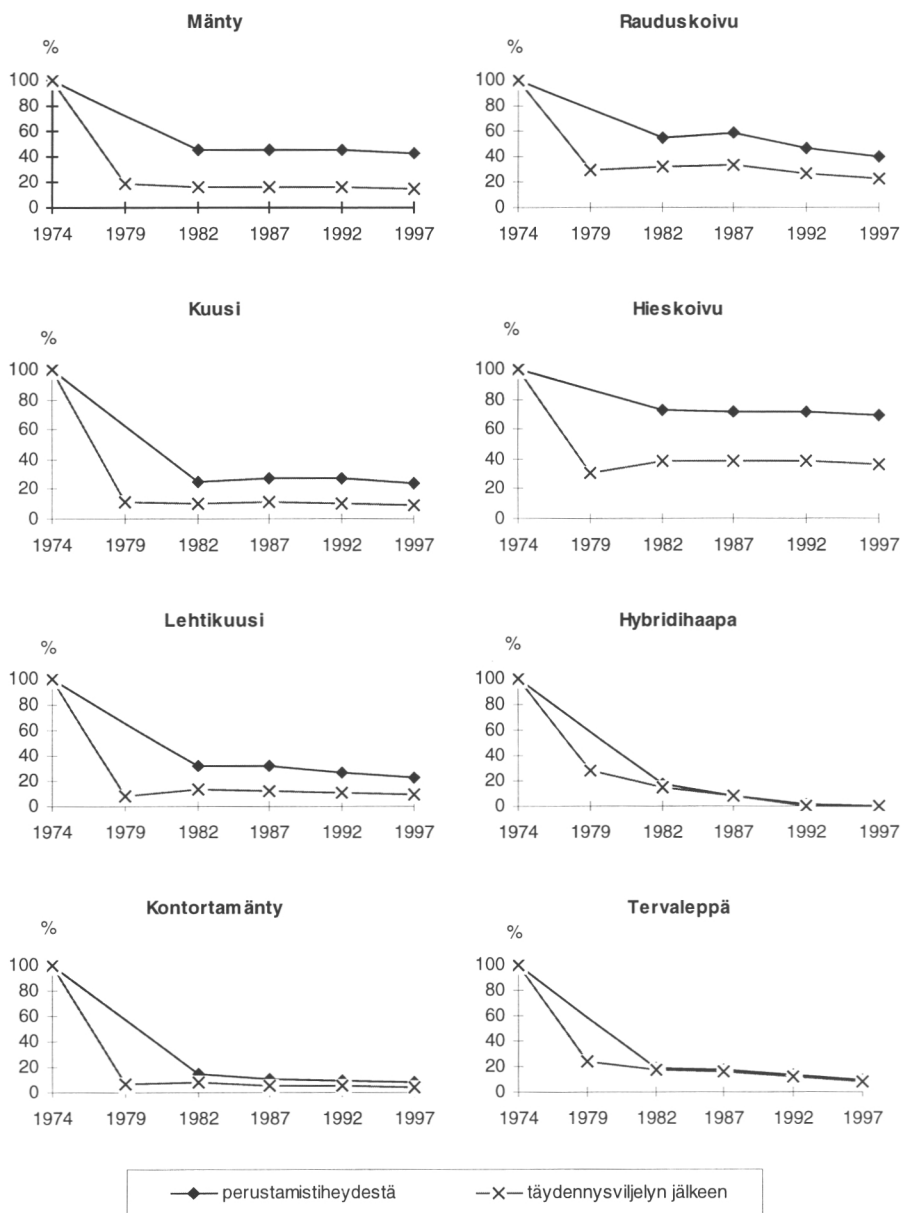
Puulaji	Alkuperä	Taimilaji	Perustamis- tiheys kpl/ha	Täydennys- viljely kpl/ha	Yhteensä kpl/ha
Mänty	Vaala	1M+1A	2475	4578	7053
Kuusi	Pyhäntä	1M+2A	2498	3947	6445
Siperian lehtikuusi	Kuhmo, Jauhovaara	1M+1A	2500	3834	6334
Kontorta- mänty	Kanada 53°N, 122°E	1M+1A	2500	2498	4998
Rauduskoivu	Muhos	1M+1A	2475	1842	4317
Hieskoivu	Muhos	1M+1A	2522	2191	4713
Hybridi- haapa	Muhos x Kanada	1LK+1A	2500	377	2877
Tervaleppä	Kiiminki	1M+1A	2500	280	2780
Ruhtinaan- poppeli	Oulu	Pistokas 1A	2469	1784	4253

Tulokset

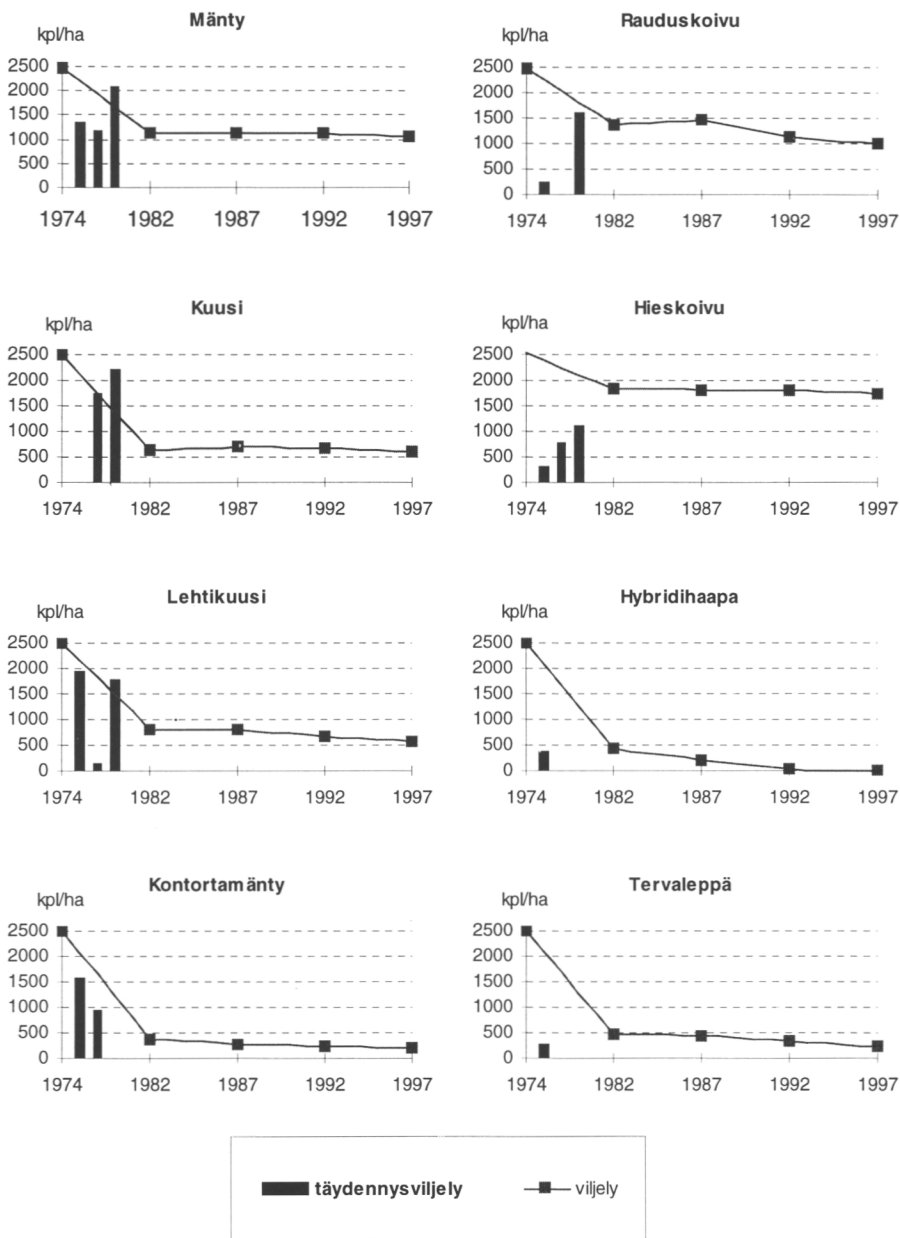
Seuraavilla sivuilla esitetään tulokset taimien elossaolosta ja pituuskehityksestä.

Elossaolo

Taimien ellossaolo oli heikkoa (kuva 2). Pudotus viljelyn jälkeen viidessä vuodessa oli jyrkkä ja vain hieskoivun täydennyksellä päästiin lähes tyydyttävään tulokseen. Kun viljelystä oli kulunut 17 vuotta, hieskoivua oli lähes 2000 kpl/ha (kuva 3). Kaikki ruhtinaanpoppelit ovat kuolleet, hybridihaapa lähes samoin ja tervaleppäkin on jäljellä vähän. Kaikkien havupuiden ellossaolo on alle 16 %. Eniten on jäljellä mäntyä, vähän yli 1000 kpl/ha (kuva 3).



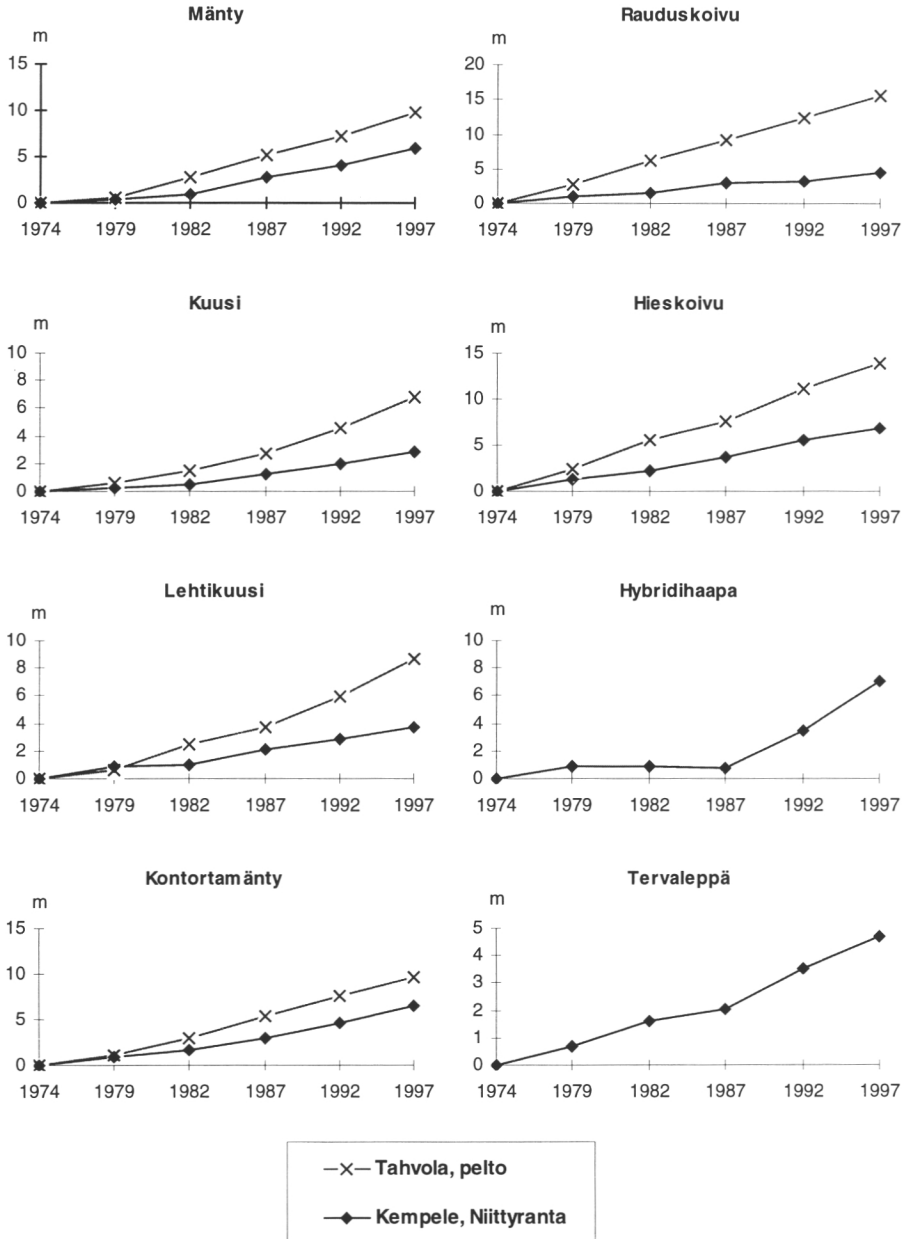
Kuva 2. Taimien ellossaolo prosentti laskettuna perustamistiheydestä sekä perustamis- ja täydennystaimien kokonaismäärästä.



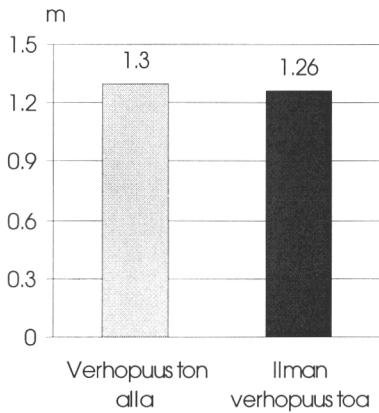
Kuva 3. Eri inventoinneissa todetut viljelytaimet sekä täydennystaimien määrä kpl/ha.

Pituus

Pituuskasvu oli heikointa kuusella, parasta hieskoivulla (kuva 4). Vastaavasti paras pituuskasvu samaan aikaan Tahvolan pellolle perustetussa kokeessa oli rauduskoivulla, Kempeleen Niittyrintaan verrattuna yli kolminkertainen. Myös muiden puulajien pi-



Kuva 4. Taimien pituuskehitys Kempeleen Niittyrintassa. Kuvaan on vertailuksi otettu vastaavat tulokset Tahvolan tilan pellolle tehdystä viljelystä poislukien hybridihaapa ja tervaleppä, joita ei viljelty Tahvolaan.



Kuva 5. Kuusen pituuskasvu puulajikokeessa 1974–1987 ja verhopuuston alle istutettuna (1983–1996). Keskipituusien erojen tilastollinen merkitsevyys $p = 0.0251$.

esim. männyllä välillä 5–7 m ja hieskoivulla välillä 5–8 m. Lohkojen väliset tilastolliset erot olivat erittäin merkitseviä kontortamäntyä ja lehtikuusta lukuun ottamatta kaikilla puulajeilla.

Taulukko 2. Keskipituudet (dm) eri lohkoissa vuoden 1997 inventoinnissa. Lohkojen välisten pituuserojen tilastollinen merkitsevyys = p .

Puulaji	Lohko				p
	1	2	3	4	
Mänty	70.5	53.9	54.0	58.8	0.0002
Kuusi	26.5	37.1	22.2	30.4	0.0007
Kontortamänty	73.1	65.4	58.9	43.3	0.0333
Lehtikuusi	42.9	36.7	24.4	34.6	0.0658
Rauduskoivu	63.6	51.0	33.3	28.4	0.0001
Hieskoivu	83.7	73.9	63.5	54.0	0.0001
Tervaleppä	52.8	40.7	56.0	32.7	0.0024

Tulosten tarkastelu

Kempeleen Niittyranan puulajikoe on alavalla vesijättömaalla, jossa taimien menestyminen on ollut kaikin puolin huonoa. Parhaiten on pysynyt elossa hieskoivu, joka yhdessä luontaisen täydennyksen kanssa pystyy muodostamaan täystiheän, mutta hitaasti kasvavan koivumetsikön. Seuraavaksi parhaiten menestyivät rauduskoivu ja mänty.

Kokeen perustamisvaiheessa alueelta tehtiin kasvillisuuskuvaus ja tutkittiin maan ravinteisuutta (Pirinen 1974). Tämän selvityksen mukaan maan elektrolyyttipitoisuus on korkea ja esim. natriumpitoisuuden kasvukaudenaikainen vaihtelu suurta. Kokonaisuudessaan alue muodostaa Pirisen (1974) mukaan erilaisista suolamaista koostuvan

kompleksin, jossa esiintyy myös sulfidisavea. Alueelta erotetuista viidestä niittytyypistä useimmat viittasivat myös suolamaille tyypilliseen kasvillisuuteen.

Yli 20 vuotta jatkunut eri puulajien seuranta vahvistaa vuonna 1974 tehdyt arviot, että maaperällisten tekijöiden vaihtelu aiheuttaa ongelmia mm. puiden juuriston kehitykselle ja alueen taimettumiselle. Nämä ovat niin suuria, että viljelytekniikalla niitä ei kyetä ratkaisemaan. Tutkimuksen selkeä päätulos onkin se, että merestä vapautuvia järvi-ruo'on vallassa olevia sulfidisavimaita ei kannata ryhtyä viljellen metsittämään. Maankohoaminen johtaa näiden alueiden vähittäiseen kuivumiseen ja luontaisen puulajisukession alkuun, jossa hieskoivulla on huomattava merkitys.



Kuva 6. Vuonna 1983 koivuverhopuuston alle istutettu kuusialikasvos kuvattuna 10.4.1996. Verhopuuston tiheys 1900 kpl/ha. Kuva Pentti Savilampi.

Kirjallisuus

Aarnio, B. 1931. Maaperäoppi. Porvoo. 194 s.

Hutka, R., Laitinen, T., Holmberg, M., Maunula, M. & Schultz, T. 1996. Happamien sulfaattimaiden ionivirtausmalli (HAPSU). Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 119+35 s.

Kubin, E. & Valtanen, J. 1993. Siperianlehtikuusen ja eräiden muiden puulajien alkukehityksestä Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Julkaisussa: Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464: 107–130.

- Laiho, O. 1990. Mätästys ja luontainen uudistaminen. Julkaisussa: Laiho, O. & Kilponen, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Porissa 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369: 22–30.
- Laiho, O. & Hovila, K. 1992. Männyn äesistutus savimaahan Somerolla. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1991. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 423: 10–18.
- Pirinen, P. 1974. Metsäntutkimuslaitoksen Kempeleen koealueen kasvillisuudesta ja ekologiasta. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopiston kasvitieteen laitos. 42 s.
- Rankama, K. 1964. Suomen geologia. Helsinki. 414 s.
- Rantanen, M. 1992. Juuret ja runko laatumittareina. Metsälehti 2/1992: 15.
- Siira, J. 1971. An area with high electrolyte content in the Liminka meadow region (The Bothnian bay coast of Finland). I. The distribution, vegetation and soil characteristics of saline patches. *Aquilo Ser. Bot.* 10: 29–80.
- Siira, J. 1985. Saline soils and their vegetation on the coast of the Gulf of Bothnia, Finland. *Ann. Bot. Fennici* 22: 63–90.
- Svårförnyade 1990. Svårförnyade styva lermarker. *Skogsbruket* 1/1990: 24–27.
- Valtanen, J. 1975. Kempeleen metsänviljelykokeet. Moniste. Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusasema.

Sammandrag: Möjligheterna att med odling beskoga landhöjningsområden

Skogsforskningsinstitutets forskningsstation i Muhos grundade i början av 1970-talet besogningsförsök på tillandningsmark vid Niityranta i Kempele söder om Uleåborg. Efter en över 20 år lång uppföljning kan man konstatera att det inte lönar sig att odla skog på sulfidhaltiga kraftigt vassbevuxna (*Pragmites australis*) marker utan det är skäl att lämna dem i naturtillstånd och låta skogen vandra in i form av naturlig trädslagssuccession. Odling där man beaktar den naturliga trädslagssuccessionen är på sin plats först i de senare skeden av successionen.

Muhos forskningsstation grundades år 1969 speciellt för forskningsbehoven i regionerna Österbotten och Kajanaland samt för att delta i den landsomfattande skogsforskningen. Grunden för försöksverksamheten utgjordes av Pyhäkoski (nuvarande Muhos) forskningsområde där man redan hade mycket fältförsök, speciellt på torvmark. Man hade då inte egna forskningsområden vid landhöjningskusten, men ny mark skaffades under åren 1971 och 1973 för att kunna användas i besogningsundersökningar. Man ansåg att undersökningarna var nödvändiga eftersom ny mark blottas i stor utsträckning framför allt längs låga stränder. Marken stiger ungefär 90 cm per hundra år vid Bottenvikens kust.

Försöksverksamheten var omfattande och under åren 1971–74 grundades sammanlagt 21 skilda försök som i början var tänkta som kortvariga. Många av försöken blev också kortvariga pga. att det var mycket svårt att beskoga de tillandningsmarkerna, dvs. marken som just stigit ur havet.

Ett av de försök som var mest omfattande och som följts med längst var ett trädslagsförsök som anlades 1974. I försöket odlades sammanlagt åtta olika trädslag. De var tall,

gran, siberisk lärk, kontorta, vårtbjörk, glasbjörk, hybridasp, klibbal och furstepoppel. Överlevnaden var dålig redan från början och man lyckades inte uppnå planteringsförband ens med upprepade kompletteringar. Glas- och vårtbjörk klarade sig bäst; av dem var glasbjörken avsevärt mycket bättre. Hybridaspens och furstepoppelns alla plantor har dött. Det svaga beskogningsresultatet var i grunden följden av produktionen och uppslammningen av organiskt material i det varma Litorinahavet som nu ses i form av svart och svaveldoftande mark. När sulfidjorden torkar upp och kommer i kontakt med syre sjunker markens pH-värde mycket lågt och förutsättningarna för beskogning blir då dåliga. På en del platser finns också neutrala kloridhaltiga marker där endast specifika saltörter trivs (*Salicornia europea*).

Enligt resultaten var glasbjörken det bästa alternativet i skogsodlingen. Men inte ens odlingen av glasbjörk är befogad när mindre än 40 % av plantorna inklusive kompletteringsplantor blir vid liv. Däremot är det en god lösning att plantera gran under en skärm av al och björk om man vill befrämja barrskog med odling. På det här sättet kan man rätt snabbt beskoga sådana stränder som inte belastas av sulfidleran och där utvecklingen från strandäng till momark är förhållandevis snabb. På sulfidmarkerna kan man inte vinna tiden utan man måste låta trädslagets naturliga succession förändra ståndorternas förhållanden så att de är lämpliga för skogsvegetation som trivs på momark.

Typpilaskeuman vaikutus puuston ravinnetilaan ja kasvuun länsirannikolla

Jyrki Hytönen & Kristian Karlsson
Metsäntutkimuslaitos
Kannuksen tutkimusasema

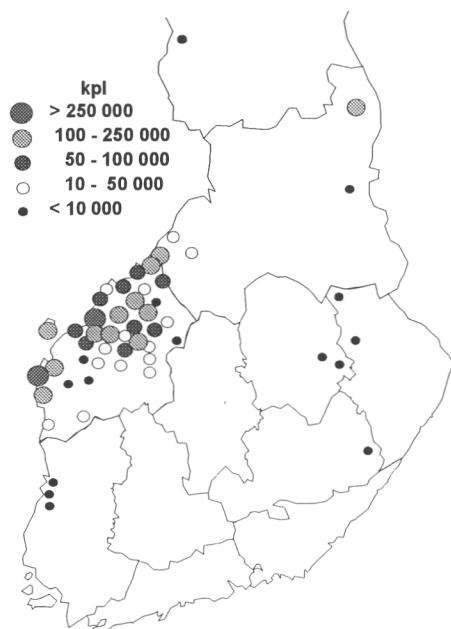
Johdanto

Vuotuinen keskimääräinen typpilaskeuma on Suomessa suurimmillaan etelärannikolla noin 10 kg/ha vuodessa ja vähenee pohjoista kohti niin, että se on Pohjois-Lapissa enää noin 2 kg/ha vuodessa. Typpipäästöjen vähentäminen näyttää olevan vaikeasti toteutettavissa, joten typpilaskeuman osuus metsäekosysteemin typpitaseessa saattaa edelleen kasvaa (Smolander ym. 1998). Laskeuman tyypestä on noin 30 % orgaanista tyypeä ja noin 70 % mineraalityypeä, jossa ammoniumtyypeä ja nitraattityypeä on likimain puoliksi (Smolander ym. 1998). Typpilaskeuman seurauksena maaperän typpitase saattaa vähitellen muuttua niin, että mineraalityypeä on ylenmäärin muiden ravinteiden tarjontaan verrattuna ja ekosysteemin toimintaan nähden. Laskeuman ammoniumtyppiyhdisteet voivat aiheuttaa luonnossa maaperän happamoitumista, metsäekosysteemin kyllästymistä tyvellä, kationien huuhtoutumista, kasvillisuuden ja vesistöjen rehevöitymistä (esim. Glatzel ym. 1987, Nihlgård 1985, Rollwagen & Zasoski 1988, Bobbink ym. 1992, Teitama ym. 1992, Nilsson & Wiklund 1994).

Typpilaskeuman pitkäaikaisvaikutuksia on tutkimuksissa vaikea arvioida, koska laskeuma sisältää useimmiten muitakin vaikuttavia aineita kuin tyypeä, ja laskeuma tulee kaikkialle. Tämän vuoksi typen maaperävaikutuksia on pyritty arvioimaan typpilannoituskokeiden avulla. Suomessa on kuitenkin myös paljon pieniä pistemäisiä typen päästölähteitä, joiden avulla on mahdollista arvioida typpilaskeuman vaikutuksia metsiin. Erään tällaisen laboratorion muodostavat turkistarhat.

Suomen ammoniakkipäästöistä (43 000 t vuonna 1986) arvioitiin 1980-luvulla tulevan lähes 80 % kotieläinten kasvatuksesta, vajaa 10 % turkistarhauksesta, noin 9 % väkilannoitteiden käytöstä ja loput prosessiteollisuudesta (Keränen & Niskanen 1987, Ilmaan tulevien... 1991). Päästöissä on huomattavia alueellisia eroja. Suomessa oli vuonna 1996 yhteensä 2174 turkistarhaa, joista pääosa Pohjanlahden rannikolla (Tarhaajan kalenteri 1998, kuva 1). Länsi-Suomessa myös lypsylehmien määrä on suurempi kuin muualla maassa.

Turkiseläimiä (minkki, kettu) kasvatetaan avokatokseen eli varjotaloon sijoitetuissa verkkohäkeissä ympäri vuoden. Turkiseläinten lehmään ja sikaan verrattuna typpipitoiset (Kjellerup & Lindhard 1977) ulosteet joutuvat ulos häkkien alle. Ulosteiden arvioitiin vuonna 1990 sisältävän tyypeä noin 8 milj. kg vuosittain (Ferm ym. 1990). Noin 40 % tyypestä on haihtuvassa ammoniakkimuodossa, kun lehmän, sian ja kanan lannasta ammoniakkimuodossa on vain 20–25 %. Eläinten lukumäärä on suurimmillaan heinäsyyskuussa, jolloin myös ulosteista haihtuvan ammoniakkin määrä on suurimmillaan. Haihtumiseen vaikuttavat mm. eläinlaji, eläinten ikä ja paino, rehun laatu, lannan käsittely ja varastointimenetelmät, ilman lämpötila, ulosteiden typpipitoisuus ja pH.



Kuva 1. Suomessa tuotettujen turkisnahkojen määrä kunnittain v. 1996.

Turkistarhojen lähistöllä 1980-luvun puolivälissä todettiin erityisesti ammoniumtyyppisen laskeuma latvuston alla erittäin korkeaksi tarhojen lähistöllä. Suuren minkkitarhan välittömässä läheisyydessä typpilaskeuma oli lähes 33 kg/ha ja muillakin tarhoilla 13–14 kg/ha (Ferm ym. 1990). Ammoniumtyppilaskeuma väheni selvästi etäisyyden tarhaan kasvaessa, mutta oli esimerkiksi 700 metrin etäisyydellä suuresta kettutarhasta vielä 7 kg/ha latvuston alla. Aukealla laskeumagradientti ei ollut yhtä selvä kuin metsän sisällä, mutta selvästi kohonneita ammoniumtyyppien arvoja todettiin suuren minkkitarhan lähistöllä. Samoin nitraatti-tyyppien laskeumat olivat tarhojen lähialueilla kohonneet, mutta ei läheskään samassa määrin kuin ammoniumtyyppien. Mitatut typpilaskeumamäärät ovat erittäin korkeita, jos niitä verrataan Pohjanlahden rannikkoalueen keskimääräiseen typpilaskeuman tasoon, joka tuolloin oli 1–3 kg/ha ammoniumtyyppiä ja 1–2 kg/ha nitraattityyppiä vuodessa.

Laskeuman mukanaan tuomia typpiyhdisteitä puut voivat hyödyntää aineenvaihdunnassaan ottamalla niitä suoraan lehtisolukoihinsa. Tämän seurauksena typpiyhdisteiden laskeuma puiden latvusten alla on normaaleilla typpilaskeumatasoilla alhaisempi kuin aukealla (Ferm ym. 1990). Puiden suoraan neulasten kautta ottaman tyypin määrä ja sen merkitys puiden typpitaloudelle on eri tutkimuksissa vaihdellut hyvin paljon (Vose & Swank 1990, Cadle ym. 1991, Eilers ym. 1992, Lumme 1994, Wilson & Skeffington 1994b).

Metsäntutkimuslaitos selvitti turkistarhojen lähimetsissä havaittujen metsäpuiden kasvuhäiriöitä ja niiden syitä 1980-luvun puolivälissä (Ferm ym. 1988, 1990, 1993). Tuolloin perustettiin turkistarhojen läheisyyteen pysyviä seurantakoealoja. Koealoilla tutkittiin mm. puiden kuntoa ja neulasten ravinnepitoisuuksia eri etäisyyksillä tarhoista. Turkistarhojen lähistöllä havaittiin puuston kasvuhäiriöiden ulottuvan noin 100 metrin etäisyydelle tarhasta asti (Ferm ym. 1988, 1990). Neulasista mitattiin tarhojen lähellä korkeita typpipitoisuuksia ja toisaalta alentuneita kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja boorin pitoisuuksia. Tyyppiä oli sitoutunut neulasissa pääasiassa arginiiniin (Ferm ym. 1990, Pietilä ym. 1991).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella mitä muutoksia yli kymmenen vuoden aikana oli tapahtunut puiden kunnossa ja neulasten ravinnepitoisuuksissa eri etäisyyksillä turkistarhoista. Tarhan etäisyyden lisäksi tarkastellaan myös koealojen läheisyydessä olevan tarha-alueen koon merkitystä. Kahteen kertaan toistettujen puustomittausten avulla voitiin nyt tehdä arvio myös vaikutuksista puuston kasvuun.

Aineisto ja menetelmät

Turkistarhojen läheisyyteen perustettiin 1986 kasvupaikaltaan (VT) ja puustoltaan mahdollisimman homogeenisiin mäntytaimikoihin tai nuoriin kasvatusmetsiköihin koealoja (ks. Ferm ym. 1988, 1990). Koealat valittiin metsiköstä linjalta, jonka keskipisteenä oli turkistarha tai tarhakeskittymä. Ensimmäinen koeala perustettiin mahdollisimman lähelle tarhan reunaa. Seuraavat koealat sijoitettiin noin 50 metrin välein. Kaikkiaan koealoja perustettiin 22 mäntymetsikköön yhteensä 77 kappaletta. Havaintometsiköt sijaitsevat Uudessakaarlepyyssä, Himangalla ja Kannuksessa.

Koealojen puusto mitattiin 1987, 1990 ja 1997 tavanomaisin menetelmin (Penttilä ja Honkanen 1986). Perusmittaukseen sisältyi arviot puiden teknisestä laadusta, tuhoista ja latvuksien muodosta. Lisäksi laskettiin neulasvuosikertojen ja ranganvaihtojen määrä sekä tehtiin havainnot viherleväkasvustojen esiintymisestä puiden tyvillä (ks. Ferm ym. 1988). Osa perustetuista koealoista jouduttiin hylkäämään uusintamittauksissa. Vuonna 1997 mitattiin 42 koealaa tarhojen lähellä.

Puustotunnukset laskettiin KPL-ohjelmistolla ja kasvutunnukset eri mittauskertojen erotuksina (Heinonen 1994). Analyysit perustuivat kaikkien kasvujaksojen (1987–90, 1990–97 ja 1987–97) hyödyntämiseen. Tiedoilla laadittiin yksinkertaiset metsikkötason kasvumallit, joissa ennustettiin tulevan jakson suhteellista kasvua jakson alun puustotiedoilla. Perusmuotoa oleviin funktioihin kokeiltiin lisätä puiden koealojen sijaintia ja puuston kuntoa kuvaavia tunnuksia. Näiden tunnusten hyvyttä arvioitiin mallin keski-
virheen pienenemisen perusteella.

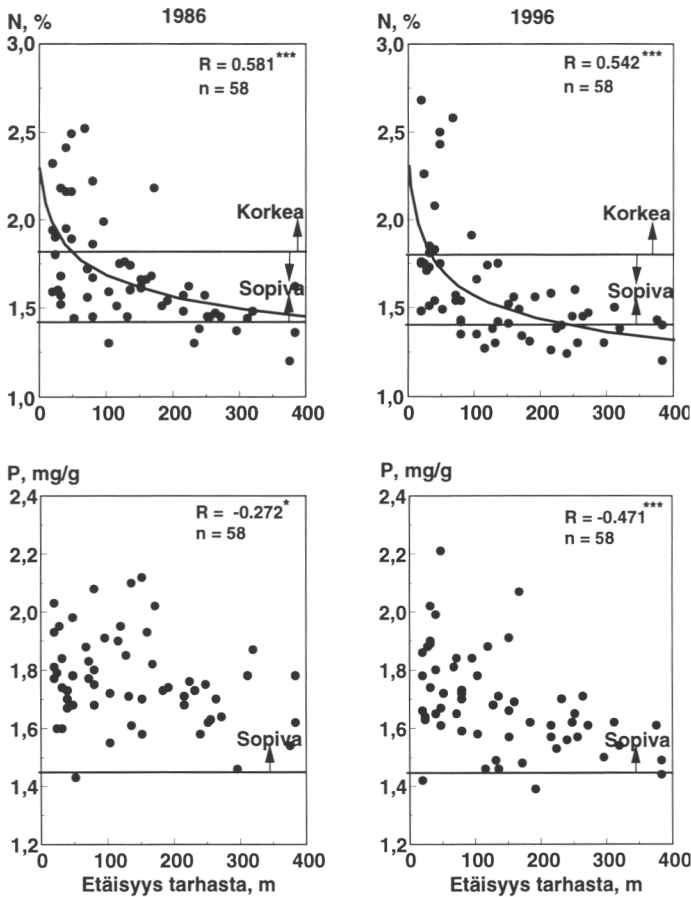
Neulasnäytteet kerättiin kaikilta koealoilta perustamistyön yhteydessä (1986–87) ja uudestaan talven 1997–98 aikana 63 koealalta. Neulasnäyte koostettiin vallitsevan latvuserroksen männyistä. Neulasista mitattiin niiden tuhkapitoisuus, sadan neulasen kuivapaino, typpi-, fosfori-, kalium-, kalsium-, magnesium-, rauta-, sinkki-, mangaani-, kupari-, ja booripitoisuudet Metsäntutkimuslaitoksella yleisesti käytetyillä menetelmillä (Halonen ym. 1983).

Turkistarhojen määrä koealojen läheisyydessä kartoitettiin. Peruskarttojen tiedot saatettiin maastotarkasteluun ajan tasalle. Koealojen etäisyys tarha-alueen reunasta mitattiin kartoilta. Lisäksi mitattiin peruskartoilta tarha-alueiden pinta-ala 100 m, 200 m, 300 m, 400 m ja 500 m säteellä koealoista katsottuna. Puuston kuntoa ja ravinnetilaa tarkasteltiin etäisyyden ja tarhan koon funktiona ja verrattiin tilannetta eri aikoina käyttäen samoja vuosina 1987 ja 1997 mitattuja koealoja.

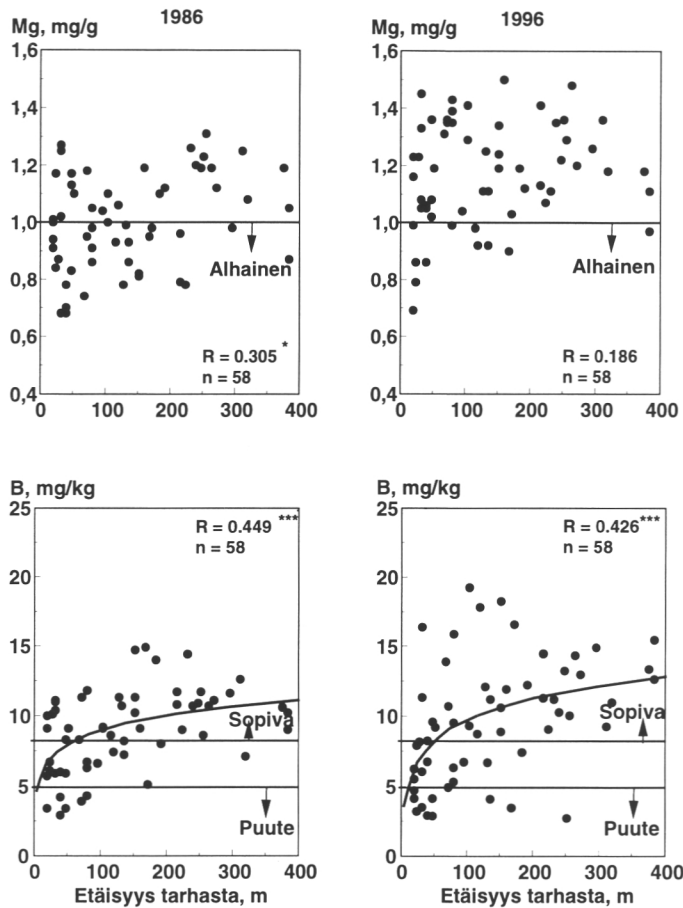
Tulokset

Neulasten ravinnepitoisuudet

Neulasten ravinnepitoisuuksissa tavattiin samanlaisia muutoksia kuin kymmenen vuotta aiemmin samoilta koaloilta tehdyssä tutkimuksessa (ks. Ferm ym. 1988, 1990). Männyneulasten typpipitoisuus oli edelleen lähellä tarhaa hyvin korkea, suurimpien arvojen ollessa yli 2,5 %. Kun etäisyys tarhalla kasvoi neulasten typpipitoisuus laski (kuva 2). Neulasten kaliumipitoisuus oli samantasoinen eri etäisyyksillä tarhoista eikä ollut yhdessäkään tapauksessa puuterajalla. Fosforipitoisuus puolestaan oli korkeimmillaan lähellä tarhoja. Lähellä tarhoja puolestaan eräiden ravinteiden pitoisuudet olivat sen sijaan alentuneet (kuva 3). Neulasten magnesiumipitoisuus ei korreloinut tarhan etäisyyden kanssa, mutta alhaisimmat pitoisuudet tavattiin lähellä tarhoja. Neulasten booripitoisuus oli yleisesti lähellä tarhoja alhainen (kuva 3).



Kuva 2. Männyneulasten typen ja fosforin pitoisuudet eri etäisyyksillä tarhoista.



Kuva 3. Männyn neulasten magnesiumin ja boorin pitoisuudet eri etäisyyksillä tarhoista.

Neulasten typpipitoisuuden kasvu lähellä tarhoja ja samalla joidenkin muiden ravinteiden pitoisuuksien lasku vaikuttivat erityisesti typen ja muiden ravinteiden ravinnesuhteisiin voimakkaasti. Neulasten ravinnepitoisuuksien suhteissa tapahtuu myös muutoksia tarhan etäisyyden funktiona. Tarhojen lähellä eräät typen ja muiden ravinteiden ravinnesuhteet ovat korkeimmillaan ja laskevat mitä kauemmaksi tarhoista siirrytään (taulukko 1).

Taulukko 1. Typen ja eräiden ravinteiden suhteiden korrelaatiot tarhaetäisyyden kanssa.

Ravinnesuhde	1986	1996
N/P	-0,518 ***	-0,333 **
N/K	-0,571 ***	-0,444 **
N/Ca	-0,444 ***	-0,344 ***
N/Mg	-0,483 ***	-0,453 ***
N/B	-0,489 ***	-0,449 ***
N/Cu	-0,406 ***	-0,303 *
N/Zn	-0,275 ***	-0,428 ***

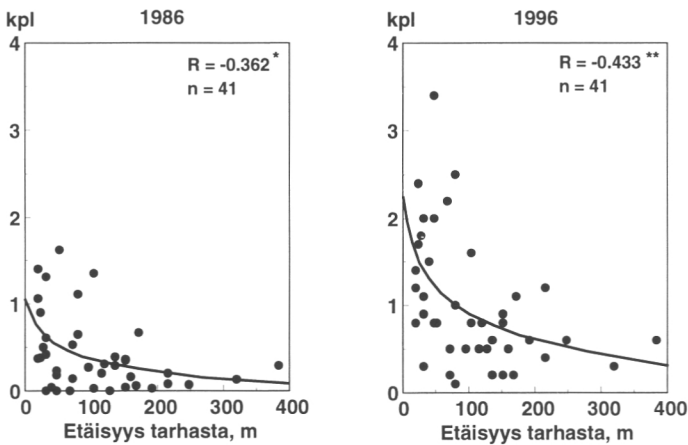
Puuston kunto ja laatu ja niiden riippuvuus neulasten ravinnepitoisuuksista

Turkistarhojen lähimetsissä tavattiin samankaltaisia kasvuhäiriöitä kuin kymmenen vuotta aiemminkin. Makroskooppisista tuntomerkeistä yleisiä olivat apikaalidominanssin heikkeneminen, jolloin latvakasvain jää lyhyemmäksi kuin saman vuoden ylimmät sivuhaarat, sekä ranganvaihtojen runsas esiintyminen.. Ranganvaihtojen lukumäärä väheni kun siirryttiin kauemmaksi tarhoista (kuva 4). Viimeisen kymmenvuotisjakson aikana ranganvaihtojen määrä lähellä tarhoja näyttää lisääntyneen. Vuonna 1987 latva-muodoltaan huonoja puita oli eniten lähellä tarhoja. Nyt vastaavaa korrelaatiota etäisyyden kanssa ei havaittu. Kuitenkin myös latvavaurioiden määrä näyttää lisääntyneen (kuva 5).

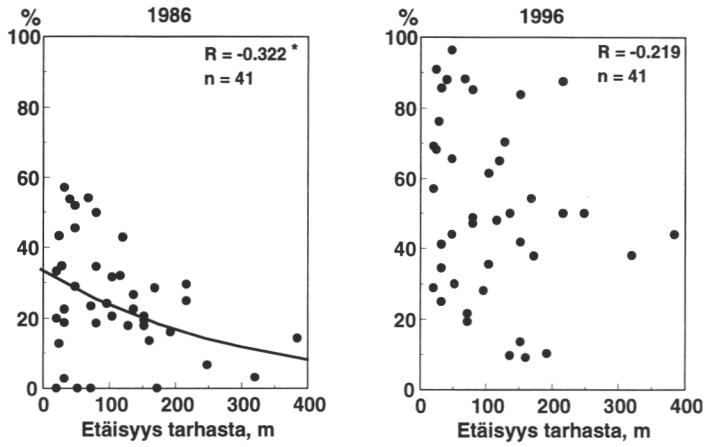
Tekniseltä laadultaan huonojen (oksaiset, mutkaiset, haaraiset) puiden osuus oli suurimmillaan lähellä tarhoja (kuva 6). Myös puiden tekninen laatu näyttää heikentyneen aivan päästölähteiden lähellä viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Myös viherleväk kasvustoja puiden rungoilla havaittiin runsaasti. Niiden määrä näytti lisääntyneen edellisestä mittauksesta. Osasyynä saattaa olla myös niiden tarkempi havaitseminen. Koealan etäisyys tarhasta ei enää korreloinut leväk kasvustojen esiintymisen kanssa, koska leväk kasvustoja esiintyi nyt runsaasti aina 400 m:n etäisyydelle asti

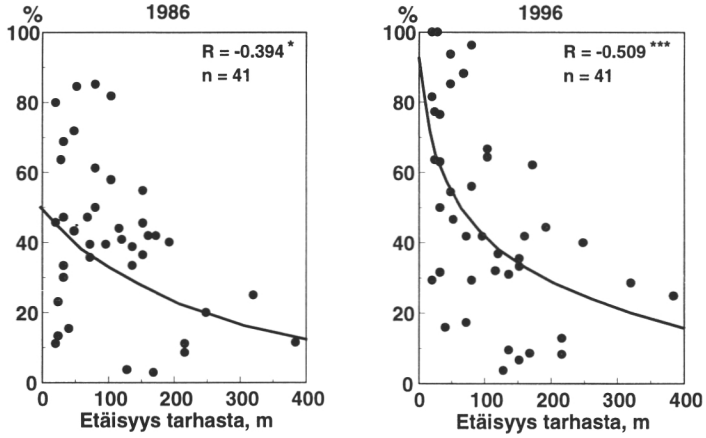
Niiden puiden osuus, joiden oksat olivat alkaneet kasvaa selvästi pituutta suhteessa päärankaan ja oksakulma oli pieni sekä puiden, joiden latvus oli pensasmainen eikä selvää päärankaa ollut erotettavissa osuus kasvoi neulasten tyyppipitoisuuden kohotessa ja magnesiumpitoisuuden laskiessa (kuva 7). Neulasten tyyppipitoisuuden noustessa myös ranganvaihtojen lukumäärä lisääntyi.



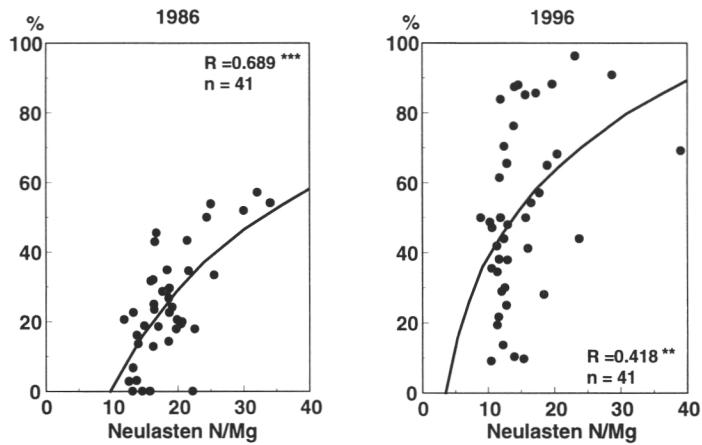
Kuva 4. Latvanvaihtojen määrä (kpl/puu) eri etäisyyksillä tarhoilta olevilla koealoilla.



Kuva 5. Latvamuodoltaan huonojen puiden osuus eri etäisyyksillä tarhoilta olevilla koealoilla.



Kuva 6. Oksaisten, mutkaisten tai haaraisten puiden osuus eri etäisyyksillä tarhoista.



Kuva 7. Latvamuodoltaan huonojen mäntyjen osuuden ja neulasten N/Mg-suhteen välinen korrelaatio.

Puuston kasvu ja sen riippuvuus neulasten ravinnepitoisuuksista

Mallit, joilla ennustettiin tilavuuden ja läpimitan kasvua, paranivat huomattavasti kun selittäjäksi lisättiin etäisyys turkistarhasta. Parhaiden funktioiden mukaan kasvu väheni logaritmisesti etäisyyden kasvaessa. Lähestyttäessä tarha-alueita ei ollut havaittavissa kasvun taantumista, joka olisi tullut ilmi harhana malleissa. Hajonta oli kuitenkin suurinta lähimpien koalojen tunnuksissa.

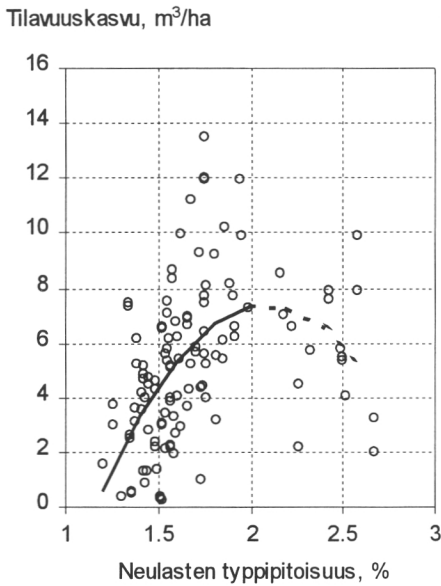
Tilavuuskasvu oli 70 % suurempaa 20 m etäisyydellä tarhasta verrattuna kasvuun 500 m etäisyyteen. Lähietäisyyksillä tarhoista läpimitan kasvu oli mallin mukaan 155 % kaukaisimpien koalojen kasvusta. Prosentteina ilmaistuna lannoitusreaktio oli riippumaton muista selittäjistä kuten puuston runkotilavuudesta. Malli, jolla ennustettiin pituuskasvua, ei parantunut kun tarhaetäisyys lisättiin malliin. Jakson pituuskasvua pidettiin siksi riippumattomana turkistarhojen typpipäästöistä.

Aineisto oli pieni kasvumallin laadintaa ajatellen. Yksittäiset havainnot ovat voineet vaikuttaa suuresti mallin rakenteeseen. Vaihtoehtoisessa lähestymistavassa ennustettiin kullekin puustolle nykyistä tilavuuskasvua olemassa olevalla mallilla (Nyyssönen & Mielikäinen 1978) ja tutkittiin kuinka paljon suurempi todellinen kasvu oli ollut verrattuna ennustettuun. Tätä ns. residuaalitarkastelua pidettiin vähemmän herkkänä aineiston yksittäisille havainnoille. Kasvunlisäykset olivat tässä tapauksessa samalla tavalla riippuvaisia etäisyydestä tarhasta. Kasvunlisäys lähietäisyyksillä oli kuitenkin hiukan pienempi kuin varta vasten laaditulla kasvumallilla. Residuaalitarkastelun perusteella puuston tilavuuskasvu oli 157 % ennustetusta 20 m etäisyydellä tarhasta ja 10 % lisäys saatiin 280 m etäisyydellä tarhasta. Nämä luvut pitää suhteuttaa keskipuustoon, joka oli 25 vuoden ikäistä ja runkotilavuudeltaan 60 m³/ha. Menetelmien vertailu antoi lisää varmuutta kasvumallilla todettuun ja turkistarhoista läheisyydestä johtuvaan kasvureaktioon. Samalla se kuitenkin osoitti, että kasvunlisäyksen suuruus voi vaihdella toistakymmentä prosenttiyksikköä aineistosta johtuen.

Kivennäismailla suoritettujen lannoituskokeiden avulla on laadittu malli metsätaloudellisten typpilannoitusten vaikutuksista puuston tilavuuskasvuun (Kukkola & Saramäki 1983). Tutkimuksessa havaittua kasvunlisäystä verrattiin tämän lannoitusmallin mukaiseen kasvureaktioon. Vertailun perusteella tämän aineiston kaltaisessa keskimääräisessä puustossa suurin todettu kasvunlisäys (2,47 m³/ha em. residuaalitarkastelusta) saataisiin aikaan vuosittain toistuvalla, 27 kg typpeä hehtaarilla sisältävällä urea-lannoituksella. Suuruudeltaan 10 % kasvunlisäykseen tarvittaisiin vertailun mukaan noin 7 kg/ha typpeä sisältävän vuotuisen urealannoituksen.

Ravinteiden saatavuus heijastuu neulasten ravinnepitoisuuksiin ja näitä pidetäänkin hyvinä puiden kuntoa kuvaavina muuttujina. Näiden tunnusten yhteyttä kasvuun testattiin lisäämällä niitä yksitellen kasvumalleihin. Eri näytteenottokerroista oli osin eri tunnuksia, joten kasvujaksot tarkasteltiin ensin erikseen.

Neulasten kokonaistyyppi-, ammoniumtyppi-, fosfori-, mangaani- ja sinkkipitoisuudella sekä sadan neulasen painolla voitiin parantaa perusmuotoa olevaa kasvumallia ensimmäisen jakson tilavuuskasvulle. Sadan neulasen paino ja kokonaistyyppi olivat muita parempia selittäjiä. Ainoastaan neulasten typpi- ja fosforipitoisuudella voitiin parantaa perusmuotoa olevaa kasvumallia toisen jakson tilavuuskasvua selitettäessä. Fosfori oli hiukan parempi selittäjä kuin typpi.



Kuva 8. Neulasten typpipitoisuuden ja vuotuisen tilavuuskasvun välinen korrelaatio turkistarhojen lähimetsissä.

erottamista toisistaan. Myös mangaanin, sinkin ja boorin lisääminen kasvumalliin pienensivät sen keskivirhettä, mutta niihin liittyi edellä kuvattuja tulkinnallisia ongelmia. Ne olivat myös huonompia selittäjiä kuin typpi. Useamman ravinnetunnuksen sisällyttämisestä malliin typen lisäksi ei ollut hyötyä. Typen ja muiden ravinteiden suhteet olivat myös huonompia selittäjiä kuin pelkkä typpi. Typen runsaus neulasissa oli siten selkeästi merkki hyvästä kasvusta. Korrelaatiokuvassa näkyy kuitenkin, että 2 % kokonaistyyppipitoisuus oli taitekohta, jonka jälkeen tilavuuskasvu ei enää parantunut (kuva 8).

Kokonaistypen ollessa yli 2 % muista ravinteista tuli kasvua rajoittavia tekijöitä. Korrelaatio oli erittäin voimakas useiden ravinteiden ja tilavuuskasvun välillä kun tarkastelu rajattiin metsiköihin, joissa neulasten kokonaistyyppi oli yli 2 % (taulukko 2). Erityisen selkeä riippuvuus löytyi tilavuuskasvun sekä magnesiumin, kalsiumin ja mangaanin välillä. Näiden ravinteiden korkeisiin pitoisuuksiin liittyi hyvä kasvu silloin kun tyyppiä oli tarjolla runsaasti. Muissa olosuhteissa näin selkeää riippuvuutta ei esiintynyt.

Taulukko 2. Neulasten ravinnepitoisuuksien tilavuuskasvun välinen korrelaatio kun neulasten typpipitoisuus oli yli 2 %.

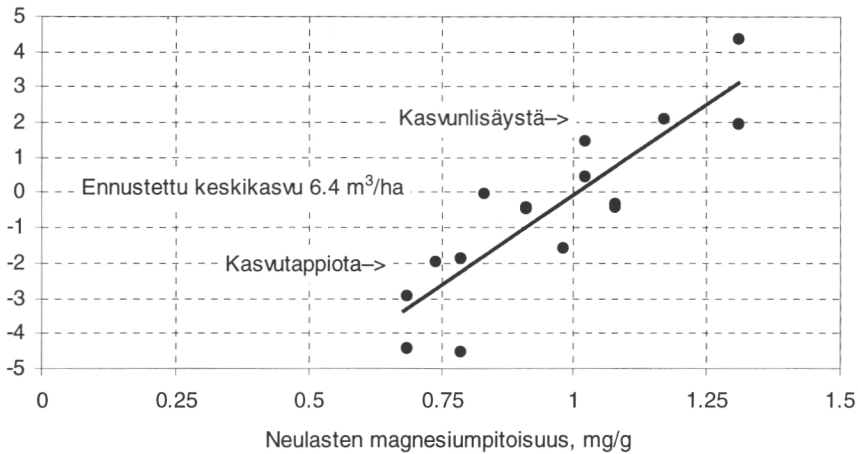
Ravinne	Korrelaatiokerroin
magnesium	0,86
mangaani	0,79
kalsium	0,70
sinkki	0,65
fosfori	0,57

Tunnukset, joilla oli positiivinen korrelaatio tarhaetäisyyden kanssa ja negatiivinen korrelaatio kasvun kanssa voidaan pitää voimakkaan kasvun ”tuloksena”. Natrium ja boori olivat tällaisia tunnuksia. Neulasten pitoisuudet olivat pienentyneet sitä enemmän mitä paremmin puut olivat kasvaneet. Sinkkiä taas tuskin voidaan pitää kasvua kiihdyttävänä tekijänä. Sitä oli kuitenkin kertynyt enemmän neulasiin lähellä turkistarhoja kuin kaukana niistä ensimmäisen jakson aikana. Joko sitä oli tarjolla normaalia runsaammin tai sitten puut olivat ottaneet sinkkiä normaalia enemmän vilkastuneen ravinteidenoton seurauksena.

Kun kaikkia kasvujaksoja tarkasteltiin yhdessä paransi neulasten typpipitoisuus merkittävästi kasvumallin selityskykyä. Kokonaistyyppi oli kuitenkin korreloitunut runkotilavuuden kanssa ($r = 0,31$), mikä vaikeutti näiden muuttujien vaikutusten

tarjolla runsaasti. Muissa olosuhteissa näin selkeää riippuvuutta ei esiintynyt. Korkean typpipitoisuuden omaavissa ja hyvin kasvavissa metsiköissä neulaset sisälsivät myös paljon fosforia ja sinkkiä. Neulasten typpipitoisuuden ollessa yli 2 % tavattiin ennustettua huonompaa kasvua 11 tapauksessa (9 %) ja ennustettua parempaa kasvua 5 tapauksessa (4 %). Ennustettua huonompaa kasvu oli silloin kun magnesiumin pitoisuus oli alle 1 mg/g (kuva 9).

Tilavuuskasvu, m³/ha



Kuva 9. Poikkeamat mallilla ennustetusta kasvusta suhteessa neulasten magnesiumipitoisuuteen niissä turkistarhojen lähimetsissä, joissa neulasten typpipitoisuus oli yli 2 %.

Tarkastelu

Kymmenen vuoden aikana tarhauksessa on tapahtunut suuria muutoksia. Lannan käsittelyssä karjataloudessa ja turkistarhauksessa voidaan ottaa ja on otettu käyttöön päästöjen vähentämiskeinoja (Ilmaan tulevien... 1991). Ulosteiden käsittely on parantunut: ulosteiden säännöllinen keräily, kuivikkeiden käyttö (esim. turve; Niemelä 1986, Manninen ym. 1988) ja kompostointi ovat keinoja vähentää ilmaan haihtuvien typpiyhdisteiden määrää. Myös turkistarhojen lukumäärä on pienentynyt 5600:sta noin 2200 tarhaan. Kokonaispäästömäärät ovat siksi myös ilmeisesti oleellisesti pienentyneet. Tarhojen nahkatuotanto on vaihdellut vuosien aikana huomattavasti. Tämä on merkinnyt myös päästöjen määrän vaihteluita.

Päästölähteiden lähellä esiintyi edelleen puiden kasvuhäiriöitä kuten kymmenen vuotta aiemmin (ks. Ferm ym. 1988, 1990). Samankaltaisia ravinneperäisiä kasvuhäiriön oireita on kuvattu etenkin metsitetyiltä pelloilta ja turvemaiden männiköistä. Samankaltaisia oireita aiheuttaa myös liiallinen typpilannoitus, jolloin latvasilmujen ohella kuolee myös yläoksien kärkisilmuja. Latvanvaihdokset vaikuttavat myös puiden tekniseen laatuun. Lähellä tarhoja puiden laatu todettiin huonoksi. Puustovauriot olivat hyvin lähellä tarhoja (<150 m) suurimmillaan.

Männyn neulasten ravinnepitoisuudet olivat samankaltaisia kuin kymmenen vuotta aiemmin. Edelleen neulasten typpipitoisuus oli kohonnut lähellä päästölähteitä (<100 m). Vielä 100–150 metrin päässä neulasten typpipitoisuudet olivat vertailuarvoja selvästi korkeampia. Sen lisäksi, että puiden latvusto voi kerätä kuivalaskeumaa, latvustosta voi myös huuhtoutua mm. kaliumia, kalsiumia, magnesiumia ja mangaania. Erityisesti typen ja em. ravinteiden väliset suhteet neulasissa voivat ammoniumtyppilaskeuman vaikutuksesta muuttua (van Dijk & Roelofs 1988, Flaig & Mohr 1990, Boxman ym. 1991, van der Eerden ym. 1992, Wilson & Skeffington 1994b). Tässä tutkimuksessa neulasten magnesium- ja booripitoisuudet olivat alimmillaan lähellä tarhoja, mutta neulasten kaliumipitoisuus ei muuttunut etäisyyden kasvaessa ja fosforipitoisuus oli korkeimmillaan

tarhojen lähellä. Siten erityisesti typen ja muiden ravinteiden suhteet muuttuivat huomattavasti. Itävaltalaisissa kuusikoissa havaittiin puustovaurioiden lisääntyvä kun typen ja magnesiumin suhde ylitti 15 (Katzensteiner ym. 1992). Tämän tutkimuksen männiköissä N/Mg-suhde oli usein yli 15 kun etäisyys typpilähteeseen oli alle 150 m.

Turkistarhojen typpipäästöt lisäsivät lähimetsien kasvua. Kasveille käyttökelpoisen typen niukkuus rajoittaakin yleensä metsien kasvua Suomessa, jossa toistuvat voimakkaat typpilannoitukset lisäävät puiden kasvua jopa lehtomaisen kankaan kuusikoissa (Smolander ym. 1998). Mallitetun kasvureaktion suuruuden perusteella turkistarhojen lähimetsät sitoivat huomattavia määriä typpeä kasvuunsa. Typen tarjonta johti edelleen kasvun kiihtymiseen vaikka neulasten typpipitoisuus kohosi yli kahden prosentin, mutta silloin ainoastaan jos muita kivennäisaineita, kuten magnesiumia, oli tarpeeksi.

Johtopäätöksiä

Päästölähteiden lähellä havaittiin edelleen merkkejä puustojen vaurioitumisesta (latvavaurioita) sekä muutoksia neulasten ravinnepitoisuuksissa. Nämä vaikutukset olivat merkittäviä vain hyvin lähellä päästölähteitä (< 150 m). Tältä osin tutkimuksen tulokset olivat samankaltaisia kuin 1980-luvun loppupuolellakin (Ferm ym. 1988, 1990). Sen sijaan puuston kasvu näyttää lisääntyneen lähimetsissä typpilaskeuman seurauksena. Siten metsät eivät päästölähteiden lähialueillakaan näyttäisi olevan vielä typen kyllästämiä. Päästölähteiden lähialueilla, missä laskeuma on suurimmillaan, saattaisi lannoitus parantaa puiden terveydentilaa (esim. Boxman ym. 1994). Laskeuman jatkuminen pitkään voi aiheuttaa välillisesti maaperän ja vesistöjen happamoitumista (Ilmaan tulevien... 1991). Arvioitaessa päästöjen haitallisia vaikutuksia on myös huomioitava samalla lisääntynyt puuston kasvu ja päästöjen lannoitusvaikutus lähialueille.

Kirjallisuus

- Bobbink, R., Heil, G.W. & Raessen, M.B.A.G. 1992. Atmospheric deposition and canopy exchange processes in heatland ecosystems. *Environmental Pollution* 75: 29–37.
- Boxman, A. W., Cobben, P.L.W., Roelofs, J.G.M. 1994. Does (K+Mg+Ca+P) fertilization lead to recovery of tree health in a nitrogen stressed *Quercus rubra* L. stand? *Environmental Pollution* 85: 297–303.
- Boxman, A.W., Krabbendam, H., Bellemakers, M.J. & Roelofs, J.G.M. 1991. Effects of ammonium and aluminium on the development and nutrition of *Pinus nigra* in hydroculture. *Environmental Pollution* 73: 119–136.
- Cadle, S.H., Marshall, J.D. & Mulawa, P.A. 1991. A laboratory investigation of the routes of HNO₃ dry deposition to coniferous seedlings. *Environmental Pollution* 72: 287–305.
- van Dijk, H.F.G. & Roelofs, J.G.M. 1988. Effects of excessive ammonium deposition on the nutritional status and condition of pine needles. *Physiologia Plantarum* 73: 494–501.

- van der Eerden, L.J., Lekkerkerk, L.J.A., Smeulders, S.M. & Jansen, A.E. 1992. Effects of atmospheric ammonia and ammonium sulphate on Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Environmental Pollution* 76: 1–9.
- Eilers, G., Brumme, R. & Matzner, E. 1992. Above-ground N-uptake from wet deposition by Norway spruce (*Picea abies* Karst.). *Forest Ecology and Management* 51: 239–249.
- Ferm, A., Hytönen, J., Kolari, K.K. & Veijalainen, H. 1988. Metsäpuiden kasvuhäiriöt turkistarhojen läheisyydessä. Sammandrag: Tillväxtstörningar i skogsträd i närheten av pälsfarmer. Summary: Growth disturbances of forest trees close to fur farms. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 320. 77 s.
- Ferm, A., Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1990. Effects of high nitrogen deposition on forests: Case studies close to fur animal farms. In: *Acidification in Finland*, Ed. Kauppi et al. Springer-Verlag. S. 635–668.
- Ferm, A., Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1993. Typpilaskeuman vaikutukset turkistarhojen lähimetsissä. Teoksessa: Metsäluonto ja ilmaansaasteet, Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E.-L., Mikkeliä, H. & Nieminen (toim). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 170–176.
- Flaig, H. & Mohr, H. 1990. Auswirkungen eines erhöhten Ammoniumangebots auf die Keipflanzen der gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). *Allgemeine Forst und Jagdzeitung* 162(2): 35–42.
- von Glatzel, G., Kazda, M., Halbwachs, G. & Katzensteiner, K. 1987. Ernährungsstörungen bei Fichte als Komplexwirkung von Nadelschäden und erhöhter Stickstoffdeposition – ein Wirkungsmechanismus des Waldsterbens? *Allgemeine Forst und Jagdzeitung* 158(5/6): 91–97.
- Halonen, O., Tulkki, H. & Derome, J. 1983. Nutrient analysis methods. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 121. 28 s.
- Heinonen, J. 1994. Koalojen puu- ja puustotunnusten laskentaohjelma KPL. Käyttöohje. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 504. 80 s.
- Ilmaan tulevien ammoniakkipäästöjen vähentäminen. 1991. Ammoniakkityöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto. Työryhmän mietintö 58. 52 s.
- Katzensteiner, K., Glatzel, G. & Kazda, M. 1992. Nitrogen-induced nutritional imbalances – a contributing factor to Norway spruce decline in the Bohemian Forest (Austria). *Forest Ecology and Management* 51: 29–41.
- Keränen, S. & Niskanen, R. 1987. Typpilannoituksen vaikutus hapamoitumiseen Suomessa. Kairjallisuusselvitys. Ympäristöministeriö. Ympäristön- ja luonnon-suojeluosasto. Sarja D/30. 64 s.
- Kjellerup, V. & Lindhard, J. 1977. Minkodlingens inhold af plantennaeringstoffer. *Dansk Pelsdyravl* 4: 130–131.
- Kontunen-Soppela, S., Taulavuori, E., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Hytönen, J. 1997. Growth disorders in Scots pines growing in afforested fields – disorders in amino acid and protein pools. *Scripta Geochimica Fennica*, Ser A, No 5. 13 p.
- Kukkola, M. & Saramäki, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soil. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvun-

- lisäys kivennäismaiden männiköissä ja kuusikoissa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 114: 1–55.
- Lumme, I. 1994. Nitrogen uptake of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) seedlings from simulated wet deposition. *Forest Ecology and Management* 63: 87–96.
- Manninen, A., Kangas, J., Linnainmaa, M., Vatanen, M. & Husman, K. 1988. Ammoniakin aiheuttamat haitat karjasuojissa ja niiden ympäristössä: Haitojen torjunta turpeen avulla. *Ympäristö ja Terveys* 19(8): 540–542.
- Niemelä, P. 1986. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. Maatalouden tutkimuskeskus. *Tiedote* 12. 15 s.
- Nihlgård, B. 1985. The ammonium hypothesis – an additional explanation to the forest dieback in Europe. *Ambio* 145(1): 2–8.
- Nilsson, L-O., Wiklund, K. 1994. Nitrogen uptake in a Norway spruce stand following ammonium sulphate application, fertilization, drought and nitrogen free fertilisation. *Plant and Soil* 154: 221–229.
- Nyysönen, A. & Mielikäinen, K. 1978. Metsikön kasvun arviointi. Summary: Estimation of stand increment. *Acta Forestalia Fennica* 163. 40 s.
- Pietilä, M., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P., Ferm, A., Hytönen, J. & Pätilä, A. 1991. High nitrogen deposition causes changes in amino acid concentrations and protein spectra in needles of the Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Environmental Pollution* 72: 103–115.
- Reinikainen, A., Veijalainen, H. & Nousiainen, H. 1998. Puiden ravinnepuutokset – metsänkasvattajan ravinneopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 688. 44 s.
- Rollwagen, B.A. & Zasoski, R.J. 1988. Nitrogen source effects on rhizosphere pH and nutrient accumulation by Pacific Northwest conifers. *Plant and Soil* 105: 79–86.
- Smolander, A., Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1998. Metsäekosysteemin toiminta tyyppikuormituksen aikana. Teoksessa: Mälkönen, E. (toim.) 1988. Ympäristömuutos ja metsien kasvu. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 175–182.
- Tarhaajan kalenteri 1998.
- Tietama, A., Riemer, L., Verstraten, J.M., van der Maas, M.P., van Wijk, A.J. & van Voorthuyzen, I. 1992. Nitrogen cycling in acid forest soils subject to increased atmospheric nitrogen input. *Forest Ecology and Management* 57:29–44.
- Vose, J.M. & Swank, W.T. 1990. Preliminary estimates of foliar absorption of ¹⁵N-labeled nitric acid vapor (HNO₃) by mature eastern white pine (*Pinus strobus*). *Canadian Journal of Forest Research* 20:857–860.
- Wilson, E.J. & Skeffington, R.A. 1994a. The effects of excess nitrogen deposition on young Norway spruce trees. Part I. The soil. *Environmental Pollution* 86: 141–151.
- Wilson, E.J. & Skeffington, R.A. 1994b. The effects of excess nitrogen deposition on young Norway spruce trees. Part II. The vegetation. *Environmental Pollution* 86: 153–160.

Sammandrag: Kvävedepositionens inverkan på skogens näringsförhållanden och tillväxt vid den finska västkusten

Den årliga depositionen av kväve är som störst ca. 10 kg per hektar och år vid den finska sydkusten och den avtar norrut så att den bara är ca. 2 kg per hektar och år i norra Lappland. Det verkar svårt att minska avsevärt på kväveutsläppen och därför kommer depositionens roll i skogsekosystemets kvävebudget fortgående att bli starkare. Det kan också vara svårt att uppskatta kvävedepositionens långtida påverkan i undersökningar eftersom depositionen oftast innehåller andra ämnen förutom kväve. Dessutom erhåller alla områden deposition. I Finland har vi dock rikligt med små koncentrerade kvävekällor där man kan uppskatta kvävedepositionen inverkan på skogen.

I undersökningen uppskattades kvävedepositionens inverkan på skogens näringsförhållanden och tillväxt. Materialet bestod av försöksytor som grundades i medlet av 1980-talet i närheten av pälsfarmer längs Österbottens kust. Kvävedepositionen konstaterades då vara orsaken till förändringar i näringsbalansen och synliga skador på träden. Nu togs nya barrprov från träden på provytorna och näringskoncentrationerna analyserades. Dessutom mättes bestånden och tillväxten beräknades som skillnaden till föregående mätningar. Målet var att granska de förändringar som skett under den gångna perioden på över tio år. Med hjälp av upprepade mätningar av bestånden kunde man även uppskatta depositionens inverkan på skogens tillväxt.

Nära kvävekällorna syntes ännu tecken på skador (toppskador) eller tillväxtstörningar i bestånden och man såg tydliga förändringar i barrens näringskoncentrationer. Barrens kvävekoncentration hade stigit nära pälsfarmerna och samtidigt hade förhållandet mellan kväve och en del andra näringsämnen förändrats (bl.a. N/Mg). Den här inverkan var endast betydande nära kvävekällorna (< 150 m).

Skogens tillväxt hade ökat märkbart som följd av kvävedepositionen. Tillväxten ökade med stigande kvävekoncentration i barren upp till en gräns på ca. 2 %. När kvävekoncentrationen översteg 2 % blev tillgången till andra näringsämnen och främst då magnesium avgörande för tillväxten. Med hjälp av näringsanalys av barren kunde man uppskatta inverkan av riklig kvävedeposition på trädens tillväxt och kondition. När man drar slutsatser angående kväveutsläppens negativa verkningar måste man också beakta den ökade tillväxten.

Miksi ja miten tutkitaan päätöksentekoa rannikon yksityismetsissä?

Leena A. Hytönen
Metsäntutkimuslaitos
Kannuksen tutkimusasema

Tausta

Tällä vuosikymmenellä metsätalouden kestävyys käsite on laajentunut perinteisestä puuntuotannollisesta ja taloudellisesta kestävydestä käsittämään myös ekologisen ja sosiaalisen kestävyys. Metsätaloudessa on turvattava myös luonnon monimuotoisuuden säilyminen ja paikallisten asukkaiden oikeudet ja elinkeino. Suomen nykyiseen metsäpolitiikkaan vaikuttavat Rion sopimus, Tokion ilmastokokous ja suomalaisten alulle panema kestävä metsätalouden kriteerejä ja indikaattoreita määrittävä eurooppalainen ministerikokous.

Uusien periaatteiden myötä metsänhoitosuosituksia on muutettu ennen kaikkea ekologisen näkökulman mukaiseksi. Sosiaalista ulottuvuutta on otettu huomioon mm. osallistavalla suunnittelulla, jota on toteutettu Metsähallituksen alueiden suunnittelussa sekä kansallista metsäohjelmaa ja metsätalouden alueellisia tavoiteohjelmia muodostettaessa.

Metsätalouden toimintatapojen uudistamisen tarve on ollut markkinalähtöistä. Puolueetonta sertifiointia tarvitaan vakuuttamaan paperinostajat harjoitettavan metsätalouden kestävydestä. Suomessa ollaan yhtä mieltä metsätalouden sertifiointikriteereistä, mutta itse sertifiointijärjestelmä on vielä keskustelun alla.

Yksityismetsätalouden puolella sertifiointin järjestäminen käytännössä on haasteellista. Pinta-alaltaan pienten tilojen sertifiointia yksitellen tuskin voidaan järkevästi hoitaa. Jotta saataisiin parhaat ekologiset ja sosiaaliset hyödyt, olisi hyvä hoitaa sertifiointi aluetasolla useamman metsänomistajan alueella ja ottaen huomioon alueen ominaispiirteet. Käytännössä tämä tarkoittaa alueittaista ryhmäsertifiointia, joka voi tapahtua joko metsäkeskustasolla aivan kuten alueellinen tavoiteohjelma tai esim. metsänhoitoyhdistystasolla, jolloin tehtäisiin alue-ekologista suunnittelua. Sertifiointin läpivienti edellyttäisi yhteistyötä metsänomistajien kesken ja mahdollisesti myös osallistavaa suunnittelua. Tässä esiteltävän tutkimuksen päämääränä onkin selvittää:

- 1) Miten kansalaisten osallistuminen yksityismetsien suunnitteluun ja metsänomistajien yhteistyö sopii nykyiseen metsäsuunnittelujärjestelmään?
- 2) Miten metsäsuunnittelua muuttaisi se, että tunnistetaan eri alueiden laadullinen erilaisuus? Millainen päätöksenteon tukijärjestelmän tulisi silloin olla, jotta se ottaisi huomioon alueiden ekologisen ja sosiaalisen ainutlaatuisuuden?

Osallistava suunnittelu kestävän metsätalouden välineenä

Metsätalouden alueellisen tavoiteohjelman (ts. metsäkeskuksen) suunnittelutaso pysyy ratkaisuisaan periaatetasolla. Esimerkiksi sertifiointista voidaan päättää, että metsänomistajien on suojeltava ekologisen kestävyuden turvaamiseksi metsiään 5%. Jokaisen metsänomistajan alueella siis suojeltaisiin 5 % riippumatta siitä, löytyykö kyseisen metsänomistajan mailta mitään ekologisten tavoitteiden kannalta säästämisen arvoista.

Alue-ekologisen suunnittelun tasolla nimetään ne kuviot, jotka ekologisen kestävyuden turvaamiseksi jätetään käsittelyjen ulkopuolelle tai käsitellään erityisen varovaisesti. Haasteena osallistumisen ja sertifiointin toteuttamisessa tällaisessa alue-ekologisessa suunnittelussa on mm. yksityismetsänomistajien tietosuojan turvaaminen, koska päätöksenteossa käsiteltäisiin luottamuksellisia kuviotietoja. Toinen haaste on oikeudenmukaisuuden toteutuminen. Ekologisesti kestävä ratkaisu saattaa sijoittaa suojelua kohtuuttomasti yhden metsänomistajan alueelle jättäen jonkun toisen kokonaan ilman suojelukustannuksia. Tällöin suunnittelumenetelmän pitäisi kyetä arvioimaan kustannukset, jotta mahdollisista kompensatioista voitaisiin keskustella. Päätösvalta pitäisi viime kädessä jäädä metsänomistajalle itselleen. Kokonaisvaltainen alueen suunnittelu takaisi kuitenkin alueellisesti parhaan lopputuloksen.

Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueelle on valmistunut alueellinen tavoiteohjelma vuonna 1998. Eri osapuolet kuten metsäteollisuuden, ympäristöjärjestöjen ympäristökeskuksen, metsänhoitoyhdistysten ja kuntien edustajat osallistuivat tavoiteohjelman muodostamiseen. Pääasiassa ohjelmassa käsiteltiin metsänhoitoa, pienimuotoisen puunjalostusteollisuuden edistämistä ja puun energiakäyttöä. Myös ohjelman vaikutusta biodiversiteettiin ja luonnonsuojeluun käsiteltiin. Käytännössä alueellinen tavoiteohjelma toteutuu metsänomistajien tekemissä metsikkötason päätöksissä.

Rannikon metsäkeskus kehittää yhdessä Metsätalouden Kehittämiskeskus Tapion ja ruotsalaisten yksityismetsätalouden organisaatioiden kanssa alue-ekologisia suunnittelumenetelmiä yksityismetsätalouden suunnittelutarkoituksiin. Kokeilualue sijaitsee Kristiinankaupungin ja Närpiön alueella. Kyseessä on sekä kaupungin että yksityisten ihmisten omistamien metsien suunnittelua.

Etelä-Pohjanmaan tapaustutkimuksessa avainkysymys on kahden suunnittelutason, metsäkeskuksen alueellisen tavoiteohjelman ja alue-ekologisen suunnittelun, vertaileminen. Miten kansalaisten osallistuminen, kestävyuden ulottuvuudet ja sertifiointi sopivat nykyiseen yksityismetsien metsäsuunnittelujärjestelmään? Mitkä ovat yhteistyön ja osapuolien osallistumisen tarpeet kahdella suunnittelun tasolla, metsäkeskuksen alueellisen tavoiteohjelman tasolla ja alemmalla, alue-ekologisen suunnittelun tasolla? Mitkä ovat eri osapuolien asenteet ja käsitykset yhteistyöstä ja kansalaisten osallistumisesta? Mitkä ovat hyväksi koettuja yhteistoiminta- ja kommunikaatiomalleja? Haastattelemalla paikallisia yksityismetsätalouden ammattilaisia, metsänomistajia ja muita asianosaisia etsitään vastauksia näihin kysymyksiin. Muut asianosaiset ovat paikallisia metsistä kiinnostuneita osapuolia, kuten metsästäjiä ja luonnonsuojelijoita.

Tutkimus on suomalainen osa yhteispohjoismaisessa projektissa: "Public participation as a means to sustainable forest management" (kansalaisten osallistuminen kestävän metsätalouden keinona). Tutkimuksen rahoittaa pohjoismaisen ministerineuvoston alai-

nen metsäntutkimuksen pohjoismainen yhteistyölahtakunta (SNS). Suomalaisia tausta-organisaatioita ovat Metsäntutkimuslaitos ja Tampereen yliopisto.

Tutkimuksen asetelmana on tapaustutkimus, jossa suurin osa aineistosta kerätään haastatteluilla. Lisäksi aineistoa laajennetaan hankkimalla dokumentteja ja tekemällä havainnointia. Tutkimus on ymmärtävää ja sen aineisto analysoidaan laadullisesti. Teoreettisena perustana on ns. Bensonin toimijaverkostoteoria, sekä aikaisempi kansalaisten osallistumiseen metsätaloudessa liittyvä tutkimus.

Päätöksenteon tukimenetelmän kehittäminen metsäsuunnitteluun

Suunnittelujärjestelmässä yhdistetään metsän kasvumalleihin perustuvat kehityslaskelmat eli simuloinnit, paikkatietojärjestelmä ja päätöstukimenetelmä, jonka tehtävä on auttaa vertailemaan useita mahdollisia toteutusvaihtoehtoja eri näkökulmista. Suunnittelujärjestelmän avulla luodaan metsäsuunnitelmaratkaisu, joka määrittelee tavoitteiden kannalta sopivimmat toimenpiteet eri metsikkökuvioille.

Ekologisen kestävyuden kannalta parhaan ratkaisun etsiminen edellyttää metsäsuunnittelujärjestelmästä kykyä järjestellä metsätalouden toimet oikein. Tämä merkitsee tärkeiden biotooppien tunnistamista ja niille oikeiden käsittelyjen määrittämistä. Sosiaalinen kestävyys edellyttää kaikkien kyseeseen tulevien osapuolien näkökulman huomioon ottamista.

Monitavoitteisen metsäsuunnittelun kehittämisessä on tähän asti hyödynnetty monitavoitteista hyötyteoriaa. Päätöksentekijän hyötyfunktioita maksimoimalla on etsitty simuloituista metsikköjen käsittely- ja kehitysvaihtoehtoista hyvä ratkaisu. Ratkaisusta koostuu metsäsuunnitelma, joka sisältää metsikkökuvioiden käsittelyvaihtoehtojen parhaan yhdistelmän. Hyötyfunktiossa on voinut olla monenlaisia tavoitteita, kuten puuntuotanto, luonnonsuojelu ja riistanhoito. Metsän kehityksen simulointimalleja on laajennettu puuntuotantoa kuvaavista malleista myös esim. luonnonsuojelu-, maisema- ja riistahyötyjä esittävien mallien käyttöön.

Hyötyteoreettisen näkökulmalle luonteenomaista on, että se tarjoaa osapuolille valmiin tulkinnan suunnittelu- ja päätöksentekotilanteesta. Tilanne on ikään kuin “pureskeltu valmiiksi” osapuolille. Tämä voidaan osoittaa heuristisella mallilla elämismaailman symbolisesta uusintamisesta. Hyötyteoreettisessa näkökulmassa oletetaan metsänomistajalla ja muilla asianomaisilla olevan preferenssejä eli henkilökohtaisia mieltymyksiä tarjottavana päätöksenteon pohjaksi. Yleiset arvot ja normit asettuvat yhteiskunnan lakien ja säännösten mukaan ja tarvittavan kiistattoman tiedon tarjoavat tutkimus ja asiantuntijat. Normit (esim. tasaikäismetsikkötalous) ja objektiivinen tieto metsän kehityksestä on sisällytetty malleina metsäsuunnittelujärjestelmään. Samankaltaisen suunnittelumallin oletetaan soveltuvan kaikkialle. Mallissa on sisäänrakennettuna yksi tulkinta suunnittelutilanteesta, jolloin muiden osapuolien, kuten metsänomistajan oma, tulkinta tilanteesta saattaa syrjäytyä päätöksenteossa ja suunnittelussa.

Miten eri tulkinnat voidaan saada esille päätöksentekotilanteesta? Eräs heuristisen mallin yksityiskohta on tarve erottaa yksityiset preferenssit ja arvot toisistaan. Preferenssi on henkilökohtainen mielihalu, kuten “minä pidän hiihtämisestä”. Arvo on taas kaikkia samalla lailla koskeva normi kuten jokamiehenoikeudet, jotka sallivat kaikkien ihmisten

Suomessa hiihtävän kenen tahansa metsissä ottamatta kantaa siihen, että toiset kokevat hyötyä metsässä hiihtämisestä ja toiset taas eivät.

Jos suunnittelussa tunnistetaan erilaisten tulkintojen olemassaolo ja koetaan niiden selvittäminen tärkeäksi, joudutaan laajentamaan suunnittelunäkökulmaa. Tämä koskee nimenomaan alueen ekologista ja sosiaalista ulottuvuutta. Esimerkiksi alue-ekologisen suunnittelun tapauksessa kullakin metsänomistajalla voi olla päätöksentekotilanteesta oma tulkintansa. Tämän näkemyksen pohjalta voidaan muodostaa ratkaisu, joka ottaa huomioon alueen erityispiirteet. Tunnistetaan se, että metsäalueet ovat sosiaalisessa ja ekologisessa mielessä laadullisesti erilaisia ja että niihin pitää siten soveltaa erilaisia käytäntöjä kestävyuden kannalta mielekkään ratkaisun löytämiseksi.

Tutkimuksessa tarkoituksena on yhdistää numeerista ja laadullista päätöksenteon tukea niin, että eri tulkintoja on mahdollista ottaa huomioon sekä suunnitelmavaihtoehtoja luotaessa että vertaillaessa. Käytetty heuristinen malli on perusteita luova ajatuskuvio, jolle etsitään vastinetta todellisuudesta mm. metsänomistajien haastatteluin kerättävän aineiston avulla.

Lopuksi

Rannikon metsäkeskuksen tapaustutkimusalueen paikallisilla metsäalan ammattilaisilla, edunvalvojilla, metsänomistajilla ja muilla osapuolilla on kokemusta alueellisen tavoiteohjelman lisäksi alue-ekologisen suunnittelun kehityksestä. Tietämys metsäsuunnittelun uusista mahdollisuuksista tekee tämän alueen toimijoista mielenkiintoisia haasteltavia tutkimukseen.

Tutkimuksella pyritään löytämään hyviä ehdotuksia koskien menettelyitä ja suunnittelumenetelmiä. Näitä kehittämällä tai ottamalla käyttöön parannetaan yhteistyötä, metsätalouden kestävyyttä ja mahdollistetaan sertifiointi. Vertailemalla kahta suunnittelutasoa halutaan selvittää, minkä tasoisten päätösten ja ongelmien ratkaisuun mikäkin suunnittelutaso on sopiva. On myös mielenkiintoista tarkastella suunnittelutasojen keskinäistä suhdetta. Miten ratkaisut ylemmällä suunnittelutasolla vaikuttavat metsänomistajien päätöksiin ja päätösvaltaan?

Teoreettisesti katsoen metsäsuunnittelujärjestelmissä tarvitaan teknisiä ja periaatteellisia muutoksia. On kuitenkin myös tarpeellista tutkia, onko uusilla menetelmistä hyötyä käytännössä.

Kirjallisuus

- Alasuutari, P. 1994. Laadullinen tutkimus. Tampere, Vastapaino.
- Habermas, J. 1994. Kommunikatiivisen toiminnan käsitteen tarkastelua. Järki ja kommunikaatio. Tampere, Gaudeamus Kirja: 68–97.
- Hytönen, L. A. 1998. Finland – pilot study. Public participation as a means to sustainable forest management. Pilot study. Country reports for Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden. T. E. Boon, The Royal Veterinary and Agricultural University. Draft.

- Kangas, A. & Kangas, J. 1997. Mallit, ennusteet ja simulointi metsätalouden laskentajärjestelmissä. *Folia Forestalia* (3): 389–404.
- Kangas, J. 1992. Public participation in forest management. An application of the analytic hierarchy process. *ERO XII TIMS XXXI, Joint International Conference, Operational Research, Management Science*, Helsinki, Finland.
- Kangas, J., T. Loikkanen, et al. 1996. A participatory approach to tactical forest planning. Helsinki, The Finnish Society of Forest Science, The Finnish Forest Research Institute.
- Lillandt, M. 1998. Metsäsertifiointin auki olevat kysymykset ratkaistava pikaisesti. *MTK-tiedote* 8.12.1998. (<http://www.mtk.fi/tiedotteet/19981208d.htm>)
- Metsänomistajat ovat valmiit sertifiointiin. 1998. *Kaleva*: 8.10.
- Riikilä, M. 1998. Sydän-Hämeen mhy:n metsäsertifiointi kaatui kiireeseen. *Metsälehti*. 3.12.
- Sotara, M. 1996. Kohti epäselvyyden hallintaa. Pehmeä strategia 2000-luvun alun suunnittelun lähtökohtana, Finnpublishers.

Sammandrag: Varför och hur skall man undersöka beslutsfattning i kustens privata skogar?

Hur beaktar man den ekologiska, ekonomiska och sociala hållbarheten i privatskogarnas skogsbruk? Hur sköter man en eventuell certifiering? Ett sätt att göra det här är att sammanställa en ekologisk landskapsplan som omfattar flera skogsägares marker.

Vad bör då man kräva av planeringen och beslutsfattningen när man gör planer för flera skogsägare gemensamt? Man behöver samarbete, öppen blick samt mångsidig granskning och analys av tillfället där beslut fattas. En förnuftig lösning kunde medföra arrangemang där man skyddar mera viktiga naturobjekt på en skogsägares område än vad man gör i genomsnitt och sedan betalar ersättning åt den här skogsägaren (till exempel ur det finansiella stödet för uthålligt skogsbruk). För det här ändamålet utvecklar skogsforskningsinstitutet tillsammans med Kustens skogscentrals LIFE projekt en modell för stöd av beslutsfattning som kan tillämpas inom den här typen av samarbete.

Utgångspunkten är en vision där alla som deltar i beslutsfattningen tolkar planeringen och beslutsfattningen utgående från sin egen kännedom och livserfarenhet. De har sina egna tolkningar av situationen som kan delas in i tre klasser: fakta, normer och personliga behov (preferenser). När skogsägarna intervjuas tar man reda på om tolkningarna som delats i tre klasser och gäller skogsplaneringen kan redas ut. När man utvecklar en metod för stöd av beslutsfattning måste man beakta hur tolkningarna som hör till olika klasser skall analyseras och utnyttjas i planeringen och när man bedömer olika verksamhetsalternativ.

Skogsskötsel nära stränderna

Greger Erikslund
Kustens skogscentral

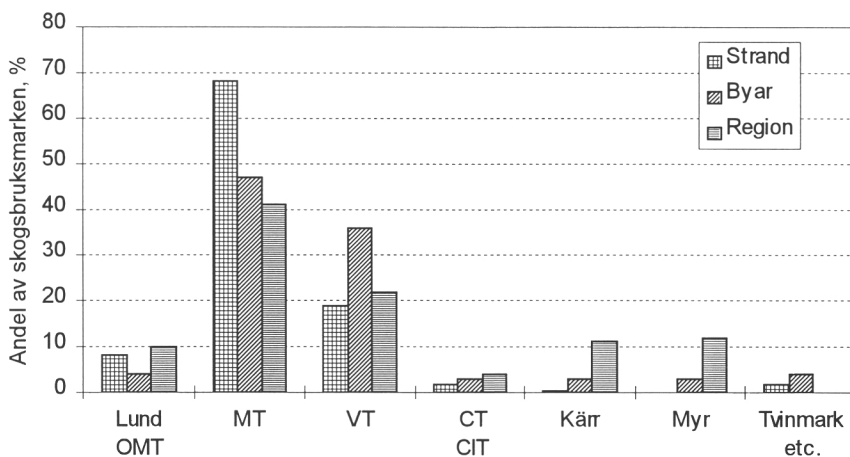
Inledning

De österbottniska strandskogarna har en speciell karaktär på grund av landhöjningen och den aktiva markanvändningen. Även den väglösa delen av skärgården har varit lätt att nå under en lång tid. Detta innebär att såväl skogsbeten som avverkningar har satt sina tydliga spår på dagens strandskog. Inom projektet 'strandskogarnas virkesproduktion och beaktande av natur- och landskapsvård' har målet varit att belysa strandskogarnas möjligheter.

Strandskogarna

Den första delen av projektet publicerades i 'Strandskog i Österbotten' som utkom år 1997 som en rapport i Skogsforskningsinstitutets serie (MT) nr 633. Där framkom bland annat att den stora andelen bördiga marker längs stränderna. 76 % av stränderna motsvarade friska moar (MT) eller bördigare boniteter. I de undersökta strandbyarna och i regionen totalt var andelen friska och bördigare marker klart mindre. De österbottniska stränderna är varken karga eller improduktiva utan representerar oftast byns bördigaste skogsmarker (figur 1).

De vanligen grandominerade strandskogarna var till 37 % förnyelse mogna eller i underproduktion medan regionen som helhet endast hade 24 % i det utvecklingsskedet. Detta innebär att förnyelseavverkningar kommer att vara mest aktuella under en tid framåt. Inom projektet undersöktes förnyelseytor nära stränder både från 1970-talet och 1990-



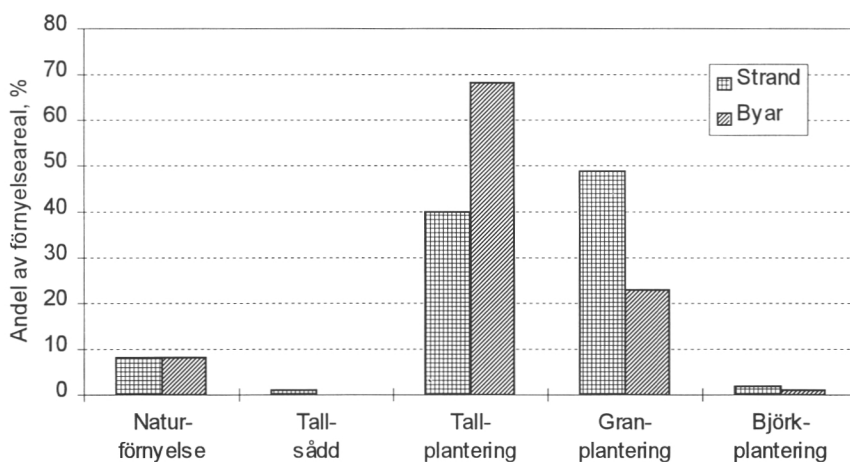
Figur 1. Förekomsten av olika skogstyper och torvmarker i enbart strandskog, i byar med strandskog och i verksamhetsområdet för Kustens skogscentral i Österbotten.

talet. Ungskogarnas begynnelseutveckling hade varit mycket snabb och någon nedsättning av tillväxten under ungskogsstadiet på grund av närheten till stränderna kunde inte skönjas. Naturhänsynen vid förnyelserna hade klart förbättrats till 1990-talets fördel, men fortfarande fanns det ett stort behov av mera anpassning av metoderna.

Anpassad skogsvård

Den guide om skogsbruk i strandskog som är i slutskede inför utgivningen ger råd åt skogsägare och skogsfackmän om de lämpligaste skötselmetoderna. Kvarställandet av en lämplig skyddszon invid stränderna utgör en mycket viktig del av anpassningen. Projektet har visat att strandkappan ofta har varit tillräckligt bred vid låga stränder, men vid högre stränder har variationen varit stor. Ännu under 1990-talet fanns alldeles för lite växtlighet invid stranden kvar efter vissa avverkningar. En minst 20 m bred kapp bör lämnas i stort sett orörd. Genom att kvarställa en strandzon gynnas såväl natur- som landskapsvården. Inom den orörda zonen finns ofta rikligt med lövträd och dött virke. Många växt- och djurarter trivs i denna zon och den blir en korridor längs vilken arterna sprids till biotoper i omgivningen.

Med beaktande av skogsmarkens egenskaper är rekommenderas granen oftast som förnyseträdslag nära stränderna. Granens andel vid förnyelserna hade helt riktigt ökat från 15 % på 1970-talet till knappt 50 % på 1990-talet. Den mycket utbredda rotrötan utgör dock ett problem för granen och därför är vårtbjörken aktuell som förnyseträdslag i större omfattning än vad som har varit vanligt. Speciellt på den del av ytorna som finns närmast strandkappa och fritidsbostäder kan vårtbjörken ofta rekommenderas. I områden med stor älgstam har det dock visat sig omöjligt att få upp vårtbjörkbestånd. Tallens andel som förnyseträdslag har minskat från 89 % på 1970-talet till 63 % på 1990-talet som en följd av ståndortsanpassningen. En fortsatt minskning av tallens andel på de bördigaste markerna rekommenderas. Plantering är den metod som rekommenderas, vinden och gamla restskogar ger naturförnyelsen små chanser och försommartorkan gör sådden osäker (figur 2).



Figur 2. Rekommenderade förnyelsesätt inom olika områden i Österbotten.

Vid beståndsvårdande åtgärder rekommenderas för strandskogarnas del samma gallringsmallar som har utvecklats för södra Finland. För tallens del innebär detta 2–3 gallringar och för granen 2 egentliga gallringar. Risken för att man ökar rotrötans utbredning med gallringar i granbestånd är uppenbar. Därför bör antalet avverkningsområden minskas och drivningen ske på frusen mark i granbestånden. På grund av strändernas utsatta läge för vinden rekommenderas minskad gallringsintensitet på vindutsatta platser ifall uttaget är stort eller gallringen utförs sent.

I en levande skärgård är det viktigt att skogsägarna har möjlighet att dra nytta av sina skogars virkesproduktion. Samarbeta över fastighetsgränserna förbättrar lönsamheten särskilt mycket i strandskogarna.

Tiivistelmä: Rantametsien hoito

Pohjanmaan rantametsät ovat omaleimaisia johtuen mm. maankohoamisesta ja kauan jatkuneesta maankäytöstä. Jopa tietämättömät osat saaristosta ovat olleet helposti saavutettavissa kautta aikojen. Sen takia sekä metsälaitumet että hakkuut ovat jättäneet jälkensä nykyisiin rantametsiin. Projektissa 'Rantametsien puuntuotanto, luonnon- ja maisemanhoidon huomioonottaminen' on tavoitteena ollut esittää rantametsien mahdollisuudet.

Ensimmäinen osa projektin tuloksista otsikolla 'Pohjanmaan rantametsät' julkaistiin Metlan tiedonantoja-sarjassa vuonna 1997 (MT 633). Yksi keskeinen havainto oli, että suuri osa rantametsistä sijaitsee rehevillä kasvupaikoilla. Tutkituissa rantakylissä, kuten myös tällä seudulla kokonaisuudessaan, löytyi huomattavasti vähemmän reheviä metsämaita kuin rantojen tuntumassa. Pohjanmaan metsäiset rannat eivät ole karuja eivätkä vähätuottoisia, vaan edustavat useimmiten kylän viljavimpia metsämaita.

Rantametsät olivat useimmiten kuusivaltaisia ja niistä 37 % oli uudistuskypsiä tai vaaja- ja tuotto-olosuhteita, mutta seudun metsistä vain 24 % kuuluivat näihin kehitysluokkiin. Uudistushakkuut tulevat tästä syystä olemaan toimenpiteistä niitä kaikkein ajankohtaisimpia jonkin aikaa tästä eteenpäin. Projektissa tutkittiin 1970- ja 1990-luvulla perustettuja ja lähellä rantoja sijaitsevia uudistusaloja. Nuorten metsien kehitys oli ollut hyvin nopea eikä niissä havaittu meren läheisyydestä johtuvaa kasvun alenemista. Luonnon huomioonottaminen uudistamisen yhteydessä oli parantunut 1990-luvun alkuun mennessä, mutta edelleen oli tarvetta sopeuttaa toimenpiteitä olosuhteisiin sopivimmiksi.

Valmistumassa oleva opas rantametsien metsätaloudesta tulee antamaan neuvoja metsänomistajille ja metsäammattilaisille näihin olosuhteisiin sopivimmista menetelmistä. Suojavyöhykkeen jättäminen rannoille on tärkeä osa toiminnan sopeuttamisesta. Projektissa on osoitettu, että rantakaistale usein on ollut riittävän leveä matalilla rannoilla, mutta jyrkemmin nousevilla käytäntö on vaihdellut suuresti. Uudistusaloilla oli vielä 1990-luvulla liian vähän kasvillisuutta jäljellä joidenkin hakkuiden jälkeen. Vähintään 20 m leveä vyöhyke tulisi jättää kutakuinkin koskemattomaksi. Suojavyöhykkeen jättäminen parantaa sekä luonnon- että maisemanhoitoa. Koskemattomassa vyöhykkeessä on usein runsaasti lehtipuita ja kuollutta puuta. Monet kasvi- ja eläinlajit viihtyvät tässä vyöhykkeessä ja se muodostaa käytävän, jota pitkin lajit leviävät ympärillä sijaitseviin biotooppeihin.

Johtuen metsämaan ominaisuuksista kuusi on suositeltava puulaji uudistamisessa lähellä rantoja. Kuusen osuus on täysin oikeutetusti kasvanut 1970-luvun 15 %:sta 1990-luvun vajaaseen 50 %:iin. Erittäin laajalle levinnyt juurilaho on kuitenkin ongelma kuuselle ja sen takia rauduskoivua voi suositella suuremmissä määrin kuin mitä yleensä ollaan tehty. Erityisesti uudistusalojen sillä osuudella, joka sijaitsee rantakaistaleen ja loma-asuntojen vieressä, rauduskoivua voi usein suositella. Alueilla, joiden hirvikanta on suuri, on kuitenkin osoittautunut mahdottomaksi kasvattaa rauduskoivikoita. Männyn osuus uudistamisessa on vähentynyt 89 %:sta 63 %:iin jaksolla 1970–1990 johtuen puulajivalinnan sopeuttamisesta kasvupaikan mukaan. On suositeltavaa, että männyn osuutta vähennetään edelleen viljavimmilla kasvupaikoilla. Istutus on oikea uudistamistapa, tuuli ja vanhat jätemetsät eivät suo mahdollisuuksia luontaiselle uudistamiselle ja alkukesän kuivuus tuo kylvöön epävarmuutta.

Metsänhoidollisissa käsittelyissä voidaan käyttää yleisiä Etelä-Suomelle kehitettyjä harvennuskäytäntöjä. Männyn osalta nämä johtavat 2–3 harvennukseen ja kuusella kahteen varsinaiseen harvennukseen. Kuusikoiden harvennuksessa on ilmeinen riski, että juurilahon leviämistä edistetään. Sen takia harvennus tulee kuusikossa suorittaa maan ollessa jäätyneenä. Johtuen rantametsien alttiudesta tuulelle, suosittelemme normaalia lievempää harvennusta tuulille erityisen alttiilla paikoilla ja siellä missä harvennus tehdään myöhään.

Elävässä saaristossa on tärkeää, että metsänomistajilla on mahdollisuus hyödyntää metsänsä puuntuotannolliset mahdollisuudet. Kiinteistörajat ylittävällä yhteistyöllä voidaan parantaa toiminnan kannattavuutta erityisen paljon rantametsissä.

Merenkurkun metsäluonto

Leena Rinkineva
Länsi-Suomen ympäristökeskus
Vihreä Silta -projekti

Vihreä Silta -projekti ja Merenkurkun metsäluonto

Merenkurkun Vihreä Silta -projekti (1995–1998) oli osa Merenkurkun neuvoston ympäristöyhteistyötä. Sen päätaivoitteita olivat kuvata Merenkurkun alueen luonnon erityispiirteitä sekä selvittää mahdollisuudet sovittaa yhteen Merenkurkun luonnonsuojelualueet ja saaristoelinkeinojen kehittämismahdollisuudet.

Merenkurkun metsäluonnon erityispiirteiden kuvaus oli keskeinen osa projektia. Vanhojen metsien lajistollista monimuotoisuutta itäisen ja läntisen Merenkurkun vanhoissa metsissä (8 kohdetta molemmissa maissa) selvitettiin erillishankkeessa. Selvityksen teki Jyväskylän yliopiston luonnonsuojelubiologinen ryhmä. Vuonna 1996 sekä itäisessä että läntisessä Merenkurkussa toteutetussa kasvillisuuskartoituksessa kartoitettiin yli kahdensadan saaren kasvillisuus – Suomen Merenkurkussa inventoitu pinta-ala oli yli 4000 ha. Selvityksessä saatiin tietoa eri kasvillisuustyyppien levinneisyydestä ja niiden tyyppilajeista eri puolilla saaristoa. Inventointitiedot on tallennettu paikkatietokantoihin Länsi-Suomen ympäristökeskuksessa ja Västerbottenin lääninhallituksessa. Erilliselvitysten sekä kirjallisuustietojen pohjalta laadittiin Merenkurkun luonto -raportti, joka sisältää mm. kuvaukset arvokkaimmista metsäluontotyypeistä, niiden tyyppilajeista ja niillä tavattavista uhanalaisista lajeista.

Merenkurkun metsäluonnon erityispiirteet

Maankohoaminen ja kasvillisuuden sukkessio

Maa kohoaa Merenkurkussa 8–9 mm vuodessa. Tämän seurauksena kasvillisuus muodostaa rannan suuntaisia vyöhykkeitä. Lähellä rantaa metsäkasvillisuutta hallitsevat nopeasti kasvavat, lyhytikäiset, varjoa sietävät ja kosteutta suosivat lajit. Lisäksi lähellä rantaa kasvaa useita tyyppiä ilmasta juurinysträbakteerien avulla sitovia pensaita ja puita, kuten tyrniä ja leppää. Varsinkin leppä parantaa maaperän tyyppitilannetta ja rakennetta. Pohjaveden pinnan tason laskiessa ja maaperän vähitellen karuuntuessa ja muuttuessa happamammaksi lajisto muuttuu pitkäikäisemmäksi ja kuivuutta paremmin sietäväksi. Valtapuuston muodostavat pitkäikäisimmät kuusi ja mänty ja kenttäkerrosta hallitsevat varpukasvit.

Pisin kasvillisuustyyppisarja kulkee Merenkurkussa kosteasta mesiangervoaltaisesta leppälehdosta tuoreeseen puna-ailakki-tesma -tyypin tuoreeseen lehtoon ja siitä edelleen kuivaan koivu-pihlajavaltaiseen lehtoon. Tätä seuraa yleensä heinävaltainen puolilehtomainen koivumetsä tai koivu-kuusisekametsä. Kasvillisuus muuttuu sitten tuoreeksi kankaaksi ja kuusesta tulee valtapuu. Saarten korkeimmilla kohdilla kasvillisuus on puolukkavaltaista kuivahkoa kangasta. Näin pitkiä ja selkeitä kasvillisuustyyppisarjoja tavataan erittäin harvoin.

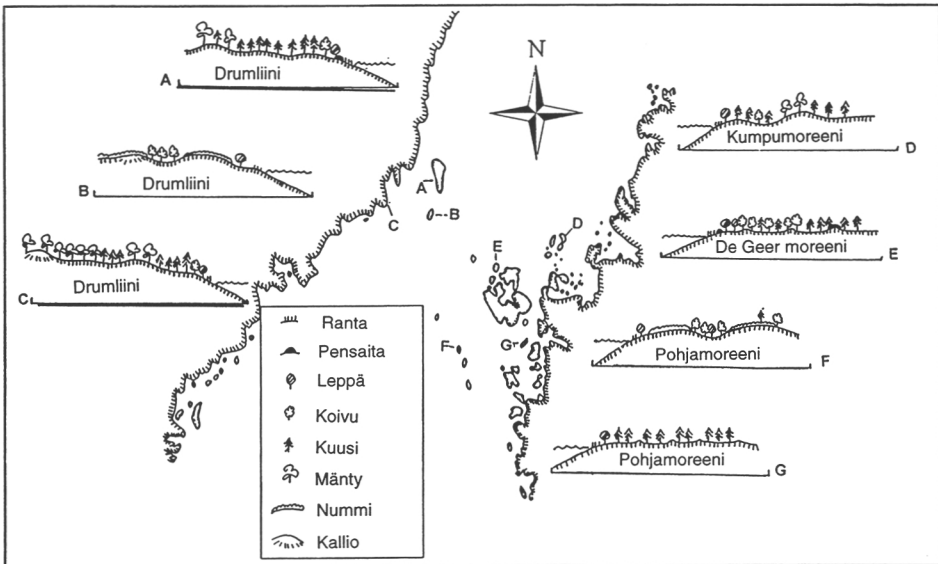
Metsäkasvillisuuden erityispiirteet itäisessä Merenkurkussa

Saariston erityispiirre on metsämaan pienipiirteiden soistuneisuus. Esimerkiksi moreeniharjanteiden väliin jäävät painaumat, joiden maaperä on hienojakoisempaa, soistuvat helposti. Lukuisat lampiketjut tuovat vaihtelua metsäkasvillisuuteen, sillä niiden reunoilla rantalehdot ulottuvat pitemmälle sisämaahan kuin kivennäismaalla. Laidunus, rantaniittyjen ja -metsien niitto, puuston harvennus ja lehdeksien keruu ovat muokanneet lehtimetsien puuston rakennetta ja vaikuttaneet näin saariston puistomaisten metsien syntyyn.

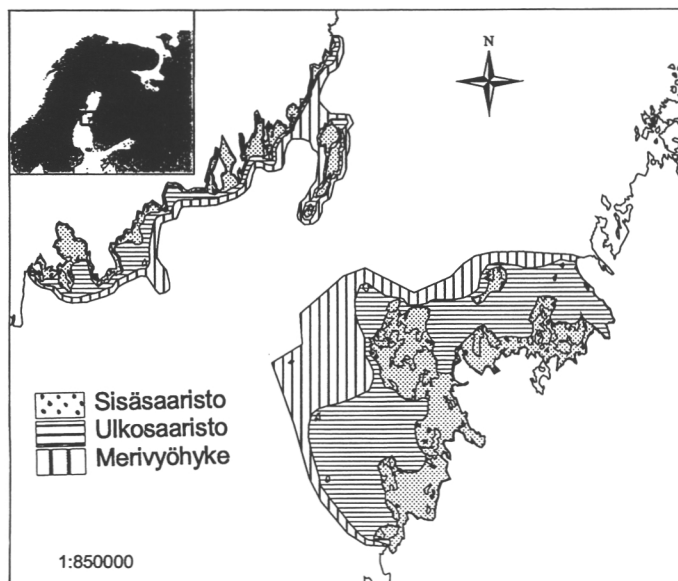
Oman lisänsä itäisen Merenkurkun metsiin tuovat laajat haapakloonit, joita kasvaa niin rantametsissä kuin ylispuina iäkkäissä kuusikoissakin. Puumaiset pihlajat ovat saaristossa yleisempiä kuin sisämaassa. Niitä tavataan sekä maisemapuina pienillä luodoilla että pienialaisina metsikköinä, erityisesti moreeniharjanteiden huuhtoutuneille rinteille. Tervalepän esiintymisessä on mielenkiintoisia etelä-pohjoissuuntaisia eroja. Vaikka tervaleppä on levinneisyydeltään eteläinen ja lämpimiä, ravinteisia paikkoja suosiva laji, on se runsaampi Merenkurkun pohjoisessa ulkosaaristossa, esimerkiksi Mikkelin saarilla.

Maanpinnan muotojen vaikutus kasvillisuuteen

Jääkausi muokkasi voimakkaasti Merenkurkun maaperän muotoja ja maisemaa. Merenkurkun yksi silmiinpistävimpiä piirteitä on juuri kivisyys ja lohkareisuus. Topografialtaan erilaiset moreenimuodostelmat vaikuttavat myös siihen millaista kasvillisuutta niille kehittyi (kuva 1). Esimerkiksi läntistä Merenkurkkua hallitsevat drumliinit, jotka ovat yleensä 5–10 metriä korkeita. Saman korkuisia ovat kumpumoreenit, joista esimerkiksi Valassaarten ja Mikkelin saarten saariryhmät pääsääntöisesti muodostuvat. Drumliini- ja kumpumoreenialueet ovat yleensä jyrkempirantaisia kuin De Geer- ja pohjamoreenit.



Kuva 1. Merenkurkun maanpinnan muodot ja metsän kehitysvaiheita.



Kuva 2. Merenkurkun saaristovyöhykkeet.

reenialueet. Lehtovyöhyke jääkin niillä kapeammaksi (tai puuttuu kokonaan) kuin viimeksi mainituilla alueilla. Mäntymetsät keskittyvät Merenkurkussa drumliini- ja kumporeenialueille.

Saaristovyöhykkeet

Sisä- ja ulkosaariston metsäkasvillisuudessa on luonnollisesti eroja (kuva 2). Suojaisemmassa sisäsaaristossa rannoille kerääntyy enemmän hienojakoista ainesta ja saaret ovat pinta-alaltaan suurempia. Sisäsaaristossa kuusi (tai mänty) muodostaa saarten sisäosien valtuuston ja puulajisarjat ovat parhaimmillaan pitkiä (leppä-koivu-sekametsäkuusi). Ulkosaariston karummissa olosuhteissa ja keskimäärin pienemmillä saarilla puusto on matalakasvuisempaa ja saarten sisäosissakin valtuuston muodostavat lehtipuut, yleensä koivu. Puusto jää kaikkialla saaristossa suhteellisen matalakasvuiseksi ja vanhenee nopeammin kuin sisämaassa. Lehtimetsien, varsinkin koivu- ja pihlajametsiköjen, puistomainen ulkonäkö ja puiden monirunkoisuus johtuu mm. mereisestä ilmastosta ja laidunnuksesta.

Suomen ja Ruotsin Merenkurkun metsäkasvillisuuden eroja

Itäisessä ja läntisessä Merenkurkussa tavattava metsäkasvillisuus on pääsääntöisesti hyvin samanlaista. Erojakin kuitenkin löytyy. Mäntymetsät ovat esimerkiksi yleisempiä läntisessä Merenkurkussa ja haavikot taas huomattavasti yleisempiä itäisessä Merenkurkussa. Lehtomaiset lepikot ja koivikot ovat myös huomattavasti laajempia itäisessä Merenkurkussa, varsinkin Björkön saaristossa. Erot johtunevat ainakin osittain siitä, että läntisessä Merenkurkussa on hyvin vähän suojaista sisäsaaristoa. Laidunnus on ollut ja

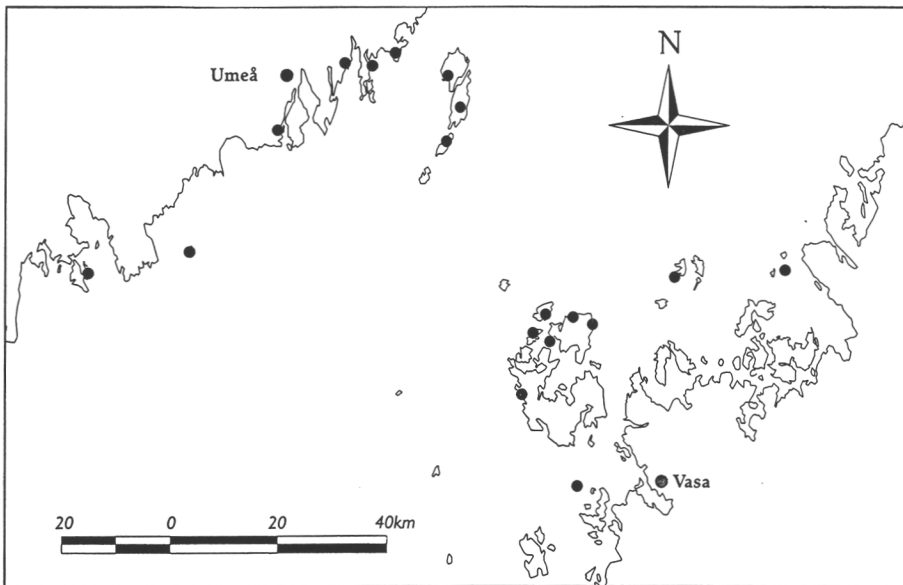
on huomattavasti yleisempää itäisessä Merenkurkussa, mikä näkyy myös kasvillisuuden rakenteessa.

Merenkurkun vanhat metsät

Merenkurkuun syntyy maankohoamisen myötä kolmentyyppisiä vanhoja metsiä: leppä-, koivu- ja havumetsiä. Lepikko alkaa olla ikääntynyttä 57 ja mahdollinen koivik-kovaihe 70–80 vuotiaana (Keränen 1973). Rantametsissä esiintyy yleensä runsaasti erikäistä ja -kokoista lahoavaa koivua ja leppää. Saarten luonnontilaisia sisäsia hallitsevat järeäpuustoiset ja iäkkäät kuusikot. Kuusikoissa tavataan monin paikoin järeää, usein kanto- ja kuusenkäävän lahottamaa, kuusimaapuuta. Edustavimmissa kuusikoissa esiintyy sekapuuna järeää haapaa. Merenkurkussa vanhojen havumetsien kehittyminen merestä kohonneelle maalle vie karkeasti lakien 300 vuotta ja niitä tavataan ensimmäisen kerran n. 2,5 metriä mpy. sijaitsevilla alueilla.

Vanhoja havumetsiä tavataan Merenkurkun saaristossa pääasiassa isommilla sisäsaaristoon kuuluvilla saarilla (kuva 3). Niitä on harvennettu eriateisesti ja varsinkin rantametsät ovat monin paikoin olleet laidunnuksen kohteena. Sangen korkeasta luonnontilaisuudesta asteesta kertovat kuitenkin kantojen vähäisyys sekä monin paikoin runsas lahoppuusto. Kirveen koskemattomia kuusikkoja esiintyy ulkosaariston pienemmillä saarilla, mutta niissä ei ole tavattu juurikaan vaativampaa vanhojen metsien lajistoa.

Kääpien lajimäärä on Merenkurkun vanhoissa metsissä korkeahko, mikä selittyy pitkälti kuusi- ja lehtilahoppuun runsaudella ja monipuolisuudella. Kääpälaajistossa tavataan sisämaata runsaammin sellaisia vanhan metsän lajeja kuin kuusen- ja punahäivekääpää (*Phellinus chrysoloma* ja *Leptoporus mollis*). Varsinaiset aarniometsälajit kuitenkin puuttuvat pohjanrypykkää lukuun ottamatta. Järeillä haapamaapuilla kasvaa niin ikään harvinaisia ja uhanalaisia lahottajasieniä. Merenkurkun vanhoissa havumetsissä



Kuva 3. Merenkurkun vanhoja havumetsävaltaisia metsiä.

tavataan myös useita uhanalaisia jäkäliä, useimmat kuusen tai haavan epifyytteinä (taulukko 1).

Taulukko 1. Merenkurkun vanhojen metsien uhanalaisia ja harvinaisia jäkäliä ja sieniä.

Kuusi			Su	Ru
<i>Phellinus nigrolimitatus</i>	Aarnikäätä	Gränsticka	+	4
<i>Skeletocutis odora</i>	Korpiludekäätä	Ostticka	Sh	+
<i>Onnia leporina</i>	Pihkakäätä	Harticka	+	4
<i>Phlebia centrifuga</i>	Pohjanrypykkä	Rynkskinn	Sh	3
<i>Phellinus ferrugineofuscus</i>	Ruostekäätä	Ullticka	+	4
<i>Chaenotheca gracillima</i>	Hentoneulajäkälä	Brunpudrad nållav	V	+
<i>Ramalina thrausta</i>	Lupporustojäkälä	Trådbrosklav	St (E)	1
<i>Bryoria nadvornikiána</i>	Aarniluppo	Violettgrå tagellav	V	4
Haapa				
<i>Phellinus populicola</i>	Haavanarinakäätä	Stor aspticka	Sh	+
<i>Lentinellus castoreus</i>	Karvasahahelilta	Bävermussling	Sh	+
<i>Clavicornia pyxidata</i>	Kruunuhaarakas	Kandelabersvamp	Sh	4
<i>Antrodia pulvinascens</i>	Poimukäätä	Veckticka	St	+
<i>Collema subnigrescens</i>	Haavanhyytelöjäkälä	Aspgelélav	Sh	4
<i>Ramalina obtusata</i>	Kauharustojäkälä	Trubbig brosklav	St	2
<i>Nephroma bellum</i>	Silomunuaisjäkälä	Stuplav	St al.	+
Koivu (leppä, pihlaja)				
<i>Ganoderma lucidum</i>	Lakkakäätä	Lackticka	Sh	+
<i>Protomeruliosus caryae</i>	Rustikka	Geléporing	Sh	+
<i>Hericium coralloides</i>	Koralliorakas	Koralltaggsvamp	+	+
<i>Ramalina roesleri</i>	Tupsurustojäkälä	Finflikig brosklav	H (E)	1

Merkkien selitys: Su = Suomi, Ru = Ruotsi + = esiintyy, ei uhanalainen
H = hävinnyt E = 1 = erittäin uhanalainen
V = 2 = vaarantunut St = 4 = silmälläpidettävä taantunut
Sh = 3 = silmälläpidettävä harvinainen ja al. = alueellisesti uhanalainen

Vanhoja metsiä koskevan erillisselvityksen mukaan uhanalaisia lajeja esiintyy enemmän sellaisissa kohteissa, joissa oli runsaasti putkilokasveja ja luelajeja. Sellaisilta alueilta, joilla kasvoi raidankeuhkojäkälää, löytyi myös enemmän uhanalaisia lajeja kuin sellaisilta, joilla sitä ei kasvanut. Tämän mukaan voisi raidankeuhkojäkälää käyttää myös saaristossa arvokkaiden metsien indikaattorina. Tutkittujen vanhojen metsien selkärangatonlajisto oli niukka – esimerkiksi uhanalaisia kovakuoriaisia ei tavattu lainkaan. Syynä otaksuttiin olevan saariston leviämisseiden ja metsien käytön historian. Saaristossa poikkeuksellisen runsaana esiintyvät muurahaiset ja muurahaisvieraat saattavat myös syödä tai syrjäyttää ravintokilpailussa muita selkärangattomia. (Suomi ym. 1997)

Kirjallisuus

- Keränen, P. 1973. Merenrantalehtimetsistä, lähinnä merenrantalehdoista, Pohjanlahden rannikolla. Kasvitieteen lisensiaattityö. Oulun yliopisto. 138 s.
- Merenkurkun Vihreä Silta. Loppuraportti. (Grön Bro över Kvarken. Slutrapport.) Merenkurkun neuvoston julkaisut 8.

Rinkineva, L. & Bader, P. 1998. Merenkurkun luonto. Merenkurkun neuvoston julkaisut 9. 158 s.

Suomi, T., Aarnivirta, A., Ahlroth, P., Huitu, O., Hyvärinen, E., Korkeamäki, E., Mattila, J., Niskanen, K., Päivinen, J., Rintala, T. & Suhonen, J. 1997. Merenkurkun vanhojen metsien lajistollinen monimuotoisuus (Biodiversiteten i Norra Kvarkens gamla skogar). Merenkurkun neuvoston julkaisut 5. 46 s.

Sammandrag: Kvarkenregionens skogsnatur

Projektet Grön Bro över Kvarken (1995–1998) var en del av Kvarkenrådets miljö-samarbete. Några av dess centrala mål var att beskriva naturens särdrag i Kvarkenregionen och att utreda möjligheterna att knyta samman Kvarkens naturskyddsområden och utvecklandet av skärgårdsnäringsarna.

Att beskriva Kvarkens skogsnaturens särdrag utgjorde en viktig del av projektet. Gammelskogens artrikedom undersöktes i ett skilt projekt med 8 objekt i vart land. Undersökningen utfördes av en grupp naturvårdsbiologer vid Jyväskylän universitet. De växtkartläggningar som gjordes i den västra och den östra delen av Kvarken år 1996 omfattade växtligheten på över 200 holmar – på den finska sidan av Kvarken var den totala arealen som inventerades över 4000 ha. Inventeringsuppgifterna förvaras i GIS-baserade databaser i Västra Finlands miljöcentral och Västerbottens länsstyrelse. På basen av de skilda delstudierna och litteratur sammanställdes rapporten 'Kvarkens natur', som bl.a. innehåller beskrivningar av värdefulla skogsbiotoper och av kännetecknande och hotade arter som påträffats där.

I Kvarken stiger landet 8–9 mm per år. Som följd av det bildar växtligheten zoner som löper i strandlinjens riktning. Nära stränderna domineras växtligheten av snabbt växande, kortlivade arter som tål skugga och gynnas av fuktighet. Vid stränderna trivs dessutom ett flertal träd och buskar såsom havtorn, pors och al, som med hjälp av bakterier i sina rotknölar binder luftens kväve. Det är speciellt alen som ökar markens kväveförråd och gör strukturen bättre. När grundvattennivån sjunker och marken så småningom blir kargare och surare förändras artsammansättningen och blir mera långlivad och hårdig mot torka. Det dominerande trädbeståndet utgörs då av gran och tall och fältskiktet av risväxter.

Den längsta serien av växtlighetstyper går i Kvarken från fuktig lund med al- och älgört-dominans till fuktigt lund av typen rödblåra-hässlebrodd och vidare till torr lund med björk och rönn. Efter det följer i allmänhet gräsdominerad lundartad björk eller björk-gran blandskog. Växtligheten förändras sedan mot frisk mo och granen blir det vanliga trädslaget. På holmarnas högsta punkter domineras växtligheten av lingen på torrfuktig mark.

I Kvarkenområdet påverkas skogens utseende av moränens stenighet, markens försumpning, det maritima klimatet och bete. Skogen blir relativt lågvuxen ja åldras snabbare än i inlandet. Lövskogens, speciellt björk- och rönnbeståndens, parkliknande karaktär och förgrenade stammar beror bl.a. på det maritima klimatet och på bete. Mellan moränåsarna ligger svackor där marken är finkorning och ofta försumpad.

Det är naturligtvis skillnader mellan inre och yttre skärgård. I den mera skyddade inner-skärgården samlas mera finfördelat material och holmarna är större till arealen. I de centrala delarna av holmarna i innerskärgården är granskogen (eller tall) dominerande och trädslagsekvenserna kan vara mycket långa (al-björk-blandskog-gran). I de karga förhållanden som råder i ytterskärgården där holmarna också är mindre är skogen lägre och består mest av lövträd som oftast är björk till och med i de inre delarna av holmarna.

Skogsväxtligheten varierar inte så mycket i syd-nordlig riktning. I klibbalens förekomst ser man dock skillnader mellan de södra och norra delarna av skärgården. Trots att klibbalen är ett sydligt trädslag som föredrar varma och näringsrika platser, förekommer den ändå rikligast i den yttre skärgården norrut på Mickelsörarna och Holmön.

Istiden formade markens relief och landskapsbilden i Kvarken. Moränbildningar med varierande topografi påverkar också växtlighetens sammansättning. I västra Kvarken är till exempel 5–10 m höga drumliner vanliga. Kullmoränen som bildar huvuddelarna av Valsörarna och Mickelsörarna är ungefär lika höga. Både drumlinerna och kullmoränen stiger över lag brantare än De Geer moränerna och bottenmoränen. Lundzonen blir smalare (eller saknas helt) på de branta stränderna än i områden med De Geer moräner. Tallbestånden hittar man i Kvarken i områden med drumliner och kullmorän.

Skogsvegetationen är i huvudsak likadan i västra som i östra Kvarken. Några skillnader kan urskiljas. Tallskogen är vanligare i västra Kvarken, medan aspbestånden är betydligt mera utbredda i de östra delarna och speciellt i Björkö skärgård. Skillnaderna beror åtminstone delvis på att det finns väldigt lite skyddad innerskärgård i västra Kvarken. Bete har varit mera omfattande i östra Kvarken och det syns i växtlighetens sammansättning.

Kvarkenregionens gamla barrskogar kommer emot först när man kommer över 2,5 m över havsytan. Det tar ca. 300 år räknat från det att marken blottats innan skogen utvecklas till gammelskog. Enligt Keränen (1973) räcker skedet med strandängar ca. 50 i Kvarken, albestånden 57 år och i de fall björkskede ingår tar det 70–80 år och granen kan anses gammal vid 130 års ålder.

Tickornas artrikedom är stor i Kvarkens gamla skogar som en följd av tillgången till rötangripen gran- och lövved. Gammelskogens arter är väl företrädda, men egentliga urskogsarter saknas med något undantag såsom rynkskinn. I Kvarkens gamla barrskogar hittar man också flera hotade lavar. Kloner av asp är ett speciellt drag för östra Kvarken. De är vanliga och i dem ingår ofta markved av grov dimension. På asparna växer ofta sällsynta och hotade rötsvampar och lavar.

Enligt resultaten från specialstudien av gamla skogar förekommer det flera hotade arter på platser med rikligt med kärllväxter och lusarter. I området där man påträffat lunglav fanns också mera hotade arter än i övriga områden. Lunglav kan användas som indikator för värdefulla skogar också i skärgården. De gamla skogar som undersöktes hade en få arter av ryggradslösa djur – hotade skalbaggar hittade man inte alls. Orsaken antogs vara de olika hinder för spridningen som finns i skärgården och dessutom det tidiga utnyttjandet av skogarna. Myror och myrgästerna som är väldigt rikligt förekommande i skärgården kan också äta eller på annat sätt slå ut andra ryggradslösa i konkurrensen om föda.

Rannikon luonnonsuojelualueiden sosiaalinen ja taloudellinen merkitys

Kari Hallantie
Metsähallitus
Länsi-Suomen luontopalvelut

Johdanto

Pohjanmaan rannikon perusteilla olevat luonnonsuojelualueet muodostavat lähes yhtenäisen vyöhykemäisen kokonaisuuden. Mukana on ulkosaaristoalueiden lisäksi rannikon lintulahtia ja jokisuistoja sekä suurten metsäsaarien vanhoja metsiä. Alueen luonnonarvot ovat kansainvälisestikin tarkastellen suuret. Toisaalta siitä lähtien kun saaret ovat kohonneet merestä, ne ovat olleet voimakkaan ihmistoiminnan piirissä. Kyse on kulttuurimaisemista. Saariston perinteiset elinkeinot ovat alueella edelleen tärkeitä. Alue on tärkeä kalastusalue. Saaristomatkailu on nopeasti lisääntymässä. Saariston käyttö kiinnostaa kaikkia rannikon ihmisiä joko elinkeinon harjoittajina, kesämökkiläisinä, maanomistajina, veneilijöinä, luontoharrastajina tai virkistyskäyttäjinä. Alueella toimii useita eri viranomaisia, lukuisia yhdistyksiä, ja oman ainutlaatuisen piirteensä tuovat vielä jakokuntien hallitsemat laajat kylien yhteiset vesi- ja maa-alueet. Alueelle perustettavien luonnonsuojelualueiden hoidon ja käytön suunnittelu on poikkeuksellinen monipuolinen ja laajaa yhteistyötä vaativa tehtävä.

Luonnonsuojelun tavoitteet

Luonnonsuojelualan perustehtävä on niiden lajien ja luontotyyppien esiintymien turvaaminen, jotka ovat olleet alueen muodostamisen perusteena. Luonnonsuojelulaki luettelee myös muita tehtäviä: luonnonkauneuden ja maisema-arvojen turvaaminen, luonnonvarojen kestävä käyttö, luonnontuntemuksen ja -harrastuksen lisääminen sekä tutkimuskäyttö. Kun lähdetään arvioimaan suojelualueiden sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia, on aluksi selvitettävä, mitkä ovat alueen suojelun tavoitteet, ja millaisia rajoituksia nykyiselle maankäytölle nämä tuovat tullessaan, ja toisaalta mitä uusia mahdollisuuksia syntyy.

Rannikon luonnonsuojelualueiden suojelutavoitteita voi listata seuraavasti:

- linnuston pesimä- ja muutonaikaisen rauhan turvaaminen erityisesti lintuluodoilla ja tärkeillä lintulahdilla
- saariston vanhojen luonnonmetsien säilyttäminen
- perinnemaisemien hoito
- merenrantaniittyjen, fladojen ja glojärvien suojelu
- suurten petolintujen pesimärauhan turvaaminen
- saaristo säilyttäminen ”erämaisena”

Näitä tavoitteita ei periaatetasolla kukaan juuri vastusteta. Kaikki haluavat saariston rauhan ja luonnon säilyvän. Tavoite ei kuitenkaan toteudu ilman rajoituksia. Luontoa muuttavat toimet ovat saaristossa luonteeltaan kumulatiivisia. Yksittäisinä tapahtumina

mökin rakentaminen, hakkuu, ruoppaus tai ojitus eivät välttämättä ole haitaksi, jos jonkin suojeltavan lajin elinympäristöön tai suojeltavaan luontotyyppiin ei kosketa. Monta tällaista tapahtumaa samalla alueella synnyttää haitallisia yhteisvaikutuksia kuten häirinnän lisääntymistä, roskaantumista, vedenlaadun alenemista, melua maisema-arvojen alenemista. Tästä syystä rajoituksia ja käytön ohjausta tarvitaan tulevilla suojelualueilla kauttaaltaan – ei vain niille kohteilla, joilla on todettu erityisiä suojeluarvoja. Suojelun tavoitteita on johdettavissa rajoituksia ja ohjaustarvetta, jotka koskevat

- metsätaloutta
- rakentamista
- ruoppauksia ja ojituksia
- maastoliikennettä ja tietyillä kohteilla veneliikennettä
- matkailua ja virkistyskäyttöä

Suojelualueet tuovat myös uusia mahdollisuuksia paikallisille elinkeinoille.

Luonnonsuojelun hyödyt ja haitat

Seuraavassa on pyritty luonnostelevaan millaisia hyötyjä ja haittoja suojelualueista syntyy, ja millaista tutkimustarvetta aihepiirissä on. Vain osa vaikutuksista on mahdollista mitata rahassa. Osa vaikutuksista on luonteeltaan valtakunnallisia ja osa paikallisia. Osa vaikutuksista liittyy alueiden perustamisvaiheeseen, kun taas toiset ovat vaikutuksiltaan pitkäaikaisia. Perustamisvaiheeseen liittyvä tunnekuuhu yleensä laimenee ajan myötä ja suojelun positiiviset vaikutukset tulevat esiin.

Hyötyjä

- 1) Saariston luonnon ja perinnemaisemien säilyminen tuottaa ihmisille mielihyvää ja lisää viihtyvyyttä.
- 2) Luonnonsuojelualueet ovat osa luontomatkailun ja virkistyskäytön infrastruktuuria. Valtio hoitaa ja valvoo alueet, mikä tuottaa kunnille säästöjä.
- 3) Luonnonsuojelualueet antavat hyvät puitteet opetukselle ja tutkimukselle.
- 4) Uusia työtilaisuuksia syntyy alueiden hoidossa, opastuksessa ja matkailussa.
- 5) Valtio maksaa luonnonsuojelualueista joko kauppahintoina tai rauhoituskorvauksina niiden käypää hintaa vastaavan täyden korvauksen, joka osin voi luoda työllisyyttä ja toimeentuloa seudulle. Luonnonsuojelualueiden rantojen lunastaminen ei poista rantatonttien kysyntää, joka ainakin osin siirtyy rajoituksista vapaille rannoille ylläpitäen tai jopa nostaen niiden hintatasoa.
- 6) Edustava luonnonsuojelualueverkko on metsäteollisuuden tärkeä toimintaedellytys.
- 7) Kalastus hyötyy luonnonsuojelusta, koska kutualueita suojellaan ja virkistyskäytön ohjaus paranee.

Haittoja

- 1) Suojelusuunnitelmat koskevat suurta maanomistajajoukkoa. Neuvottelijoita ei ole ollut riittävästi. Valtion puuttuminen yksityisomaisuuteen aiheuttaa epävarmuutta ja mielipahaa korvauksista huolimatta. Erityisesti kaivertaa omien rakentamissuunnitelmien estyminen.

2) Kertakorvaus ei kata kotitarvepuunoton ja hankintatulojen menetystä. Kaikille tarvitseville ei kyetä järjestämään vaihtomaita.

3) Rannikon metsäkeskuksen alueella on noin 25 000 ha suojelualueita (kuva 1), joista karkean arvion mukaan 10 000 ha kasvullista metsämaata (2 % metsämaan alasta). Suojelualueet ovat puunhankinnan kannalta usein hankalia saaristo- tai suoalueita. Suojeluvarauksen vaikutusta metsäteollisuuden raaka-aineen saantiin, raaka-ainekustannuksiin ja niiden myötä investointihalukkuuteen on arvioitava koko maan mittakaavassa.



Kuva 1. Ehdotettu Natura 2000-raja vesilain mukaan 7.4.1997 (rajattu alue) sekä ehdotettu Natura 2000-raja luonnonsuojelulain mukaan 7.4.1997 (viivoitus) Merenkurkussa.

Metsähallituksen rooli ja tehtävät

Rannikon suojelualueiden toteutus on tulossa vaiheeseen, jossa alueiden hoidon ja käytön suunnittelu ja toteutus on ajankohtaista. Tästä syystä Metsähallituksen Luonnon-suojelutoiminta alkoi Vaasassa vuonna 1997.

Metsähallituksen Länsi-Suomen luontopalvelut vastaavat rannikolla valtion maille perustettavien luonnonsuojelualueiden suunnittelusta, hoidosta, opastuksesta ja valvonnasta. Yhteistyötä tehdään tiiviisti Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ja muiden meri-alueella toimivien viranomaisten ja kuntien kanssa. Hoidon ja käytön suunnittelussa Metsähallitus noudattaa osallistavan suunnittelun periaatteita.

Suunnittelun pohjaksi alueista laaditaan perusinventoinnit linnustosta, kasvistosta ja tarpeen mukaan muista eliöryhmistä. Alueiden nykykäyttö selvitetään, kuten myös maankäytön historia ja muinaisjännökset. Metsähallitus aloitti inventoinnit viime kesänä Mikkeliinsaarilta.

Tekniikan kehityksen ja valtion hallinnon muutosten myötä pääosa saariston merivartioluotsi ja majakanvartijatukikohdista on jäänyt pois alkuperäisestä käytöstään. Näistä asemista viisi on tullut Metsähallituksen hallintaan. Valtiolla on saaristossa arvokas kiinteistömassa, jonka ylläpito on haaste. Kiinteistöt ovat valmis verkosto luonnonsuojelualueisiin tutustumiselle, luontokouluille, virkistyskäyttäjille ja matkailulle.

Sammandrag: Kustens naturskyddsområden – social och ekonomisk betydelse

De naturskyddsområden som håller på att grundas längs Bottniska vikens kust bildar en nästan enhetlig zon. Förutom områden i yttre skärgården ingår fågelsjöar och åmynningar vid kusten och gammelskog på de stora skogstäckta holmarna. Områdets naturvärden är betydande till och med ur internationell synvinkel sett. Å andra sidan har holmarna alltid varit föremål för mänsklig verksamhet allt sedan de blottades ur havet. De består av kulturlandskap och de traditionella skärgårdsnäringsarna är fortfarande viktiga för området. Regionen är ett viktigt fiskeområde och skärgårdsturismen ökar snabbt i omfång. Utnyttjandet av skärgården intresserar alla människor längs kusten antingen som näringsidkare eller som sommarstugeägare, markägare, båtfolk, natur- eller utelivsvänner. I regionen verkar flera olika myndigheter, ett flertal olika föreningar, och byarnas vidsträckt gemensamma mark- och vattenområden som skifteslagen administrerar ger helheten sin speciella karaktär. Planeringen av skötsel och utnyttjande av de naturskyddsområden som håller på att grundas är en speciellt omfattande uppgift som kräver samarbete på bred bas.

Det grundläggande målet med naturskyddsområdena är att bevara förekomsten av arter och naturtyper som legat till grund för skyddet. Naturskyddslagen räknar även upp andra uppgifter: bevara naturskönheten och landskapsvärdena, hållbart utnyttjande av naturtillgångarna, öka naturkunskapen och -hobbyverksamheten samt forskning. För kustens naturskyddsområden kan man sätta upp följande målsättningar: freda speciellt fågelskär och fågelvikar, bibehålla gamla naturskogar, sköta kulturlandskapen, skydda havsängar, flador och glosjöar, skydda rovfåglarnas häckning samt bibehålla skärgårdens "ödemarckskaraktär".

I princip motsätter sig ingen de här målen. Alla vill bevara skärgårdens frid och natur. Målen kan dock inte uppnås utan begränsningar. Begränsningar behövs till exempel i skogsbruket, byggnadsverksamheten och i rekreation och turism. Den centrala frågan lyder: Kan man ställa nyttan och de nackdelar som begränsningar för med sig mot varandra och värdera dem på samma sätt?

Nyttan

- 1) Bevarandet av skärgårdens natur- och kulturlandskap ökar trivseln.
- 2) Naturskyddsområdena är en del av infrastrukturen som hör till naturturism och rekreation. Staten övervakar och sköter områdena, vilket ger inbesparingar för kommunerna.
- 3) Möjligheterna att använda naturskyddsområdena i undervisning och forskning.
- 4) Nya arbetsmöjligheter gällande skötsel, guideverksamhet och turism inom naturskyddsområdena.
- 5) Staten betalar full ersättning som motsvarar gängse pris i form av köpesummor eller ersättningar som delvis kan ge upphov till nya arbetsplatser och inkomster i regionen. Inlösandet av stränder kommer inte att ta kål på efterfrågan på strandtomter, utan den skiftar delvis till stränder som är fria från begränsningar och så att prisnivån bibehålls eller stiger.
- 6) Ett representativt nät av naturskyddsområden är en förutsättning för skogsindustrin.
- 7) Fisket gynnas av naturskyddet då lekplatserna skyddas och rekreationen övervakas.

Nackdelar

- 1) Planerna för naturskyddet berör en stor grupp markägare. Det väcker osäkerhet och missnöje när staten ger sig in på privatägd egendom trots ersättningarna. Det har väckt förtrötthet speciellt när de egna byggplaner har stött på förhinder.
- 2) En engångsersättning täcker inte förlusten av husbehovsvirke och virkesförsäljning. Man kan inte arrangera bytesmark för alla som skulle behöva.
- 3) Inom verksamhetsområdet för Kustens skogscentral finns ca. 25 000 ha skyddsområden och av dem är ca. 10 000 ha växtlig skogsmark. Vilken är inverkan på skogsindustrins tillgång till råvara och på anskaffningskostnaderna? Hur påverkas intresset att investera och virkespriserna?

Forststyrelsens naturtjänster i västra Finland ansvarar för planeringen, skötseln, övervakningen och guideverksamheten inom de naturskyddsområden som grundats på statens mark vid kusten. Man samarbetar med Västra Finlands miljöcentral och andra myndigheter och med kommunerna som verkar inom havsområdet. I planeringen av skötsel och utnyttjande tillämpar Forststyrelsen principerna för deltagande planering. Som grund för planeringen görs inventeringar av fåglar, växter och andra organismer. Nuvarande utnyttjande utreds och samma gäller för tidigare markanvändning och fornlämningar. Forststyrelsen inledde inventeringarna senaste sommar på Mickelsörarna.

Huvuddelen av sjöbevakarnas, lotsarnas och fyrvaktarnas tidigare tjänsteställen har nu tagits ur bruk. Fem har gått över till Forststyrelsens förvaltning och upprätthållandet är en utmaning. Fastigheterna bildar dock ett färdigt nätverk för folk som bekantar sig med naturskyddsområdena, för naturskolor, rekreation och turism.

ISBN 951-40-1669-6
ISSN 358-4382

Oy Fram Ab, Vaasa 1999