

2006



Kauniston kierros

Tutustumiskierros suometsätalouteen

Niko Silván
Markku Saarinen

METLA

Kauniston kierros

Tutustumiskierros suometsätalouteen

Niko Silván ja Markku Saarinen

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Parkanon yksikkö
Kaironientie 54, 39700 Parkano

Ulkoasu ja taitto: Tuire Kilponen

Kirjapaino: Vammalan Kirjapaino Oy 2006

ISBN-13: 978-951-40-2011-7

ISBN-10: 951-40-2011-1

Sisällysluettelo

Esipuhe	4
Kauniston kierroksen sijainti	5
Kauniston kierroksen kävijälle	7
Suometsätieteen professori Seppo Kaunisto	7
Suometsätiede tieteenalana	7
Soiden kasvupaikkaluokittelu	8
Luonnontilaisten soiden luokittelu	8
Ojitettujen soiden luokittelu	12
Suometsätalouden historiaa	13
Suometsätalous nykyisin.....	15
Suometsien kunnostusojitus.....	15
Suometsien lannoitus	17
Suometsien kasvatushakkuut	18
Suometsien uudistaminen	19
Ylimysnevan luonnonolot.....	21
Kauniston kierroksen kohteet	25
1. Turvemaiden ravinnetalous ja maaperämikrobit.....	25
2. Rämemännikön luontaisen uudistamisen koe.....	27
3. Puuston kasvun elpyminen ojituksen jälkeen	27
4. Kontortamänty	28
5. Kontortamännyn kasvatuskoe.....	28
6. Puolukkaturvekangas II	29
7a. Tupasvillarämeestä varputurvekankaaksi	30
7b. Isovarpurämeestä varputurvekankaaksi	30
8. Ojitusalueiden vesiensuojelu	31
9. Jäkäläturvekangas	32
10. Riekon elinympäristön ennallistaminen.....	32
11. Metsitetty lyhytkorsineva.....	34
12. Purouoma	34
13. Puolukka- ja mustikkaturvekangas I	35
14. Lähteikkö ja sararäme	36
15. Siniheinä	37
16. Ojitettu lähde ja mustikkaturvekangas II	37
17. Koivunviljelykoe.....	38
Kauniston kierrokseen ja soiden metsätalouteen liittyvää kirjallisuutta	39

Esipuhe

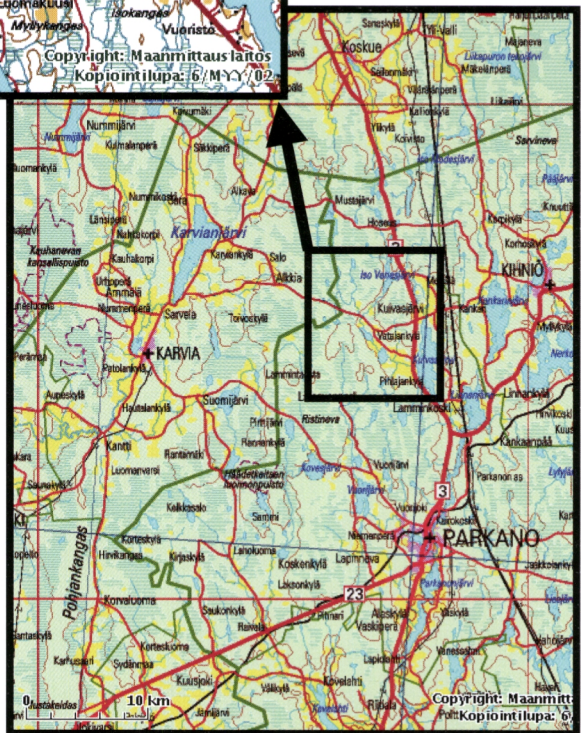
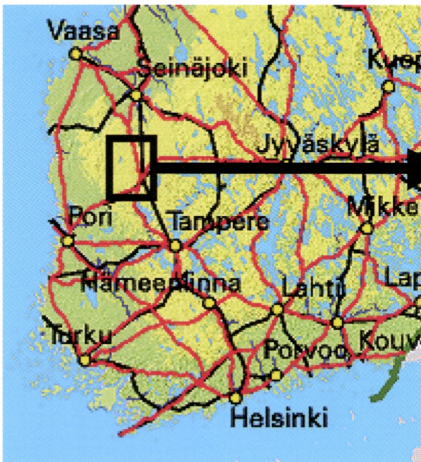
Suometsätieteellisen luontopolun nimi ”Kauniston kierros” viittaa suometsätieteen professori, dosentti Seppo Kaunistoon, joka työskenteli pitkään Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon toimintayksikössä. Kauniston lähtiessä eläkkeelle toukokuussa 2003 syntyi työtovereille ajatus pysyvästä maamerkistä hänen työuransa kunniaksi. Tähän tarkoitukseen päätettiin suunnitella soista, soiden metsätaloudesta ja niiden tutkimuksesta kertova luontopolku Ylimysnevalle, joka sijaitsee Alkkian tutkimusmetsissä Parkanon ja Karvian rajoilla. Kaunisto perusti sinne osan tutkimusuransa alkuvuosina suunnittelemistaan koekentistä, joiden lisäksi Ylimysnevalle esitteli myös ojitusalueiden kasvillisuuden

kehitystä, kasvupaikkaluokitusta sekä käytännön metsänparannustoimintaa. Kauniston kierros tutustuttaa kävijänsä erilaisten kohteiden ja koealojen kautta suomalaisen suometsätalouden tutkimukseen ja käytäntöön. Tämä kirja täydentää luontopolkua ja sen kohde-esittelyjä sekä esittelee laajemminkin soiden metsätalouteen liittyviä taustoja. Taloudellisen tuen kirjan julkaisemiseen olemme saaneet Euroopan Unionin ammatillisen koulutuksen Leonardo da Vinci -ohjelman In Nature -hankkeelta.

Parkanossa 31.8.2006

Kirjan tekijät

Kauniston kierroksen sijainti



Kauniston kierroksen kävijälle

Suometsätieteen professori Seppo Kaunisto

Professori Kauniston ura Metsäntutkimuslaitoksen suontutkijana alkoi vuonna 1966 Helsingissä. Sieltä hän kuusi vuotta myöhemmin siirtyi Parkanon tutkimusasemalle, jossa hänellä oli jo monia tutkimuksia meneillään. Kauniston ensimmäiset tutkimukset käsittelivät turpeen kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia. Erilaisilla kasvihuonekokeilla hän tutki mm. maanmuokkauksen ja lannoituksen sekä eräiden kasvupaikkatekijöiden vaikutusta metsäpuiden siementen itävyyteen ja sirkkataimien varhaiskehitykseen. Nämä ekologiset tutkimukset olivat myöhemmin pohjana avosoiden metsittämisen perusteita selvittävälle koetoiminnalle. Parkanon tutkimusasemalla olikin erinomaiset edellytykset tähän aihepiiriin liittyville tutkimuksille. Niinpä Kauniston aikaansaannoksena perustettiin varsin mittavat koejärjestelyt, joissa vertailtiin eri lannoitus-, muokkaus- ja viljelyvaihtoehtoja alun perin puuttomien nevojen metsittämiseksi. Yksi näistä koekentistä on juuri Kauniston kierroksella esiteltävä Ylimysneva.

Kauniston lähes neljänkymmenen vuoden mittainen tutkijanura on pitänyt sisällään hyvin laajan kirjon turvemaiden metsätalouden erityispiirteisiin liittyviä tutkimuksia. Avosoiden metsityksen ohella haasteita ovat tarjonneet turvemaapeltojen ja turvetuotannosta vapautuneiden suonpohjien metsitystutkimukset. Kaunisto oli aloittamassa myös ensimmäisiä seikkaperäisiä metsänuudistamisen tutkimuksia vanhoissa päätehakkuuikäisissä ojitusaluemetsissä.

Turvemaiden metsittämisen ja uudistamisen ohella Kaunistolla on laaja-alainen kokemus myös perinteisestä suometsien kasvatukseen liittyvästä tutkimustoiminnasta. Erityisen mieluisia ja haastavia tutkimusongelmia hän on löytänyt turvemaiden ravinnetalouden parista. Hän on ansiokkaasti selvittänyt typen ja sen saantiin vaikuttavien tekijöiden merkitystä suometsien uudistamisessa ja kasvatuksessa sekä turpeen ravinnevarojen muutoksia metsäojitusalueilla. Hän on kiinnittänyt huomiota erityisesti suometsien kaliumravitsemukseen ja ollut mm. kehittämässä uusia menetelmiä kriittisten kaliumpitoisuuksien määrittämiseksi pääpuulajeillemme.

Kauniston tutkijanuran monipuolisuuden vuoksi on hänen nimeään kantava luontopolku suunniteltu esittelemään suomalaista suometsätaloutta mahdollisimman laajalti painottaen samalla ojitusalueilla nykyisin kasvavien metsien merkitystä valtakunnan metsien kasvussa, puustopääomassa ja hakkuumahdollisuuksissa.

Suometsätiede tieteenalana

Suometsätiede voidaan pääpiirteittäin jakaa suon ja turpeen ominaisuuksien tutkimiseen, soiden perusparannusta tukevaan tutkimukseen sekä suometsien hoidon ja kasvatuksen tutkimiseen. Suometsätieteessä sovelletaan yleistä suotiedettä, jonka taustalta puolestaan löytyy erilaisia perustieteitä, kuten kasvitiede, geologia, klimatologia, kemia, fysiikka, geofysiikka, hydrologia ja mikrobiologia.

Suometsätiede tuottaa tietoa soiden metsätaloudellisen käytön pohjaksi, joten sillä on luonnollisesti läheiset yhteydet myös muihin metsätieteisiin, kuten metsänhoito- ja metsänarvioimistieteisiin. Vesitalouden hoito on merkittävä osa suometsätaloutta, joten kuivatustekniikan ja -kaluston kautta tieteenalalle on syntynyt yhteydet teknisiin tieteisiin. Puunkasvatus ja siihen liittyvät metsänparannustoimenpiteet ovat taloudellista toimintaa, mikä merkitsee yhteyksiä taloustieteiden suuntaan. Samalla on kuitenkin otettava huomioon soiden muut käyttömuodot ja ympäristövaikutukset, jolloin liikutaan jo sosioekonomian ja ympäristötieteiden aloilla.

Soiden kasvupaikkaluokittelu

Luonnontilaisten soiden luokittelu

Sekä soiden että kangasmaiden kasvillisuuteen perustuva luokittelu lähtee A.K. Cajanderin 1900-luvun alussa esittämästä metsätyyppiteoriasta. Teorian mukaan paikalle syntyy kasvien välisen kilpailun vuoksi kasviyhdyksunta, jonka rakenne ja lajikoostumus kuvastavat vallitsevia kasvupaikkatekijöitä. Kasvilajien välisen kilpailun tuloksena syntyneet kasviyhdyksunnat ovat ekologiselta luonteeltaan säännönmukaisia ja rajoittuvat toisiinsa selvärajaisemmin kuin kasvupaikkojen maaperän ominaisuudet, jotka vaihtuvat ilman selviä rajakohtia. Tästä huolimatta suotyyppi on kuitenkin vain siihen kuuluvien kasviyhdyksuntien keskimääräinen kuvaus. Luonnossa esiintyy todellisuudessa runsaasti näistä ihmisen määrittelemistä ”keskimääräisistä” kasvupaikkaluokista poikkeavaa vaihtelua. Tämä vaikeuttaa erityisesti soilla esiintyvien monimuotoisten kasviyhdyksuntien luokittelua.

Soilla vesitalous vaihtelee väljemmissä rajoissa kuin kangasmailla, mistä johtuen suotyyppinä on esitetty huomattavasti suurempi joukko kuin kangasmaiden metsätyyppejä. Tieteellisiin tarkoituksiin on erotettu noin sata suotyyppiä, mutta ns. käytännön suotyyppinä on kuvattu vain runsas kolmekymmentä.

Varsinkin suurimmissa yhtenäisissä suoltaissa eri suotyyppit jakautuvat suon eri osiin selkeästi sen rakenteen ja geologisen muodon mukaisesti. Kyse on ekologisesti yhtenäisestä kokonaisuudesta, jossa suotyyppien sijainti määräytyy erityisesti suokokonaisuuden vesitalouden mukaan. Tällaisia kokonaisuuksia kutsutaan suoyhdistymätyypeiksi. Niiden esiintyminen määräytyy ilmastoteijöistä, kuten humidiisuudesta (sadannan ja haihdunnan erotus) sekä lumipeitteen ja roudan määrästä. Näin ollen suoyhdistymätyypit esiintyvät vyöhykkeinä etelästä pohjoiseen, alkaen etelän luhtasoista ja siirtyen Suomen alueella keidassoiden ja aapasoiden kautta pohjoisen subalpiinisiin soihin. Etelä-Suomen keidas- eli kohosuot ovat hydrologialtaan ns. ombrotrofisia soita eli sadevesisoita. Suo on turvekerrostuman kasvaessa joiltain osin kohonnut ympäröivässä kivennäismaassa virtaavien pohjavesien vaikutuksen ulottumattomiin, suon reunaosia lukuunottamatta (Kuva 1A). Suon korkeimpien osien ravinteisuus on täten vain sadevesien ja ilmalaskeuman varassa, mikä johtaa äärimmäisen karuihin ombrotrofisiin suotyyppisiin.

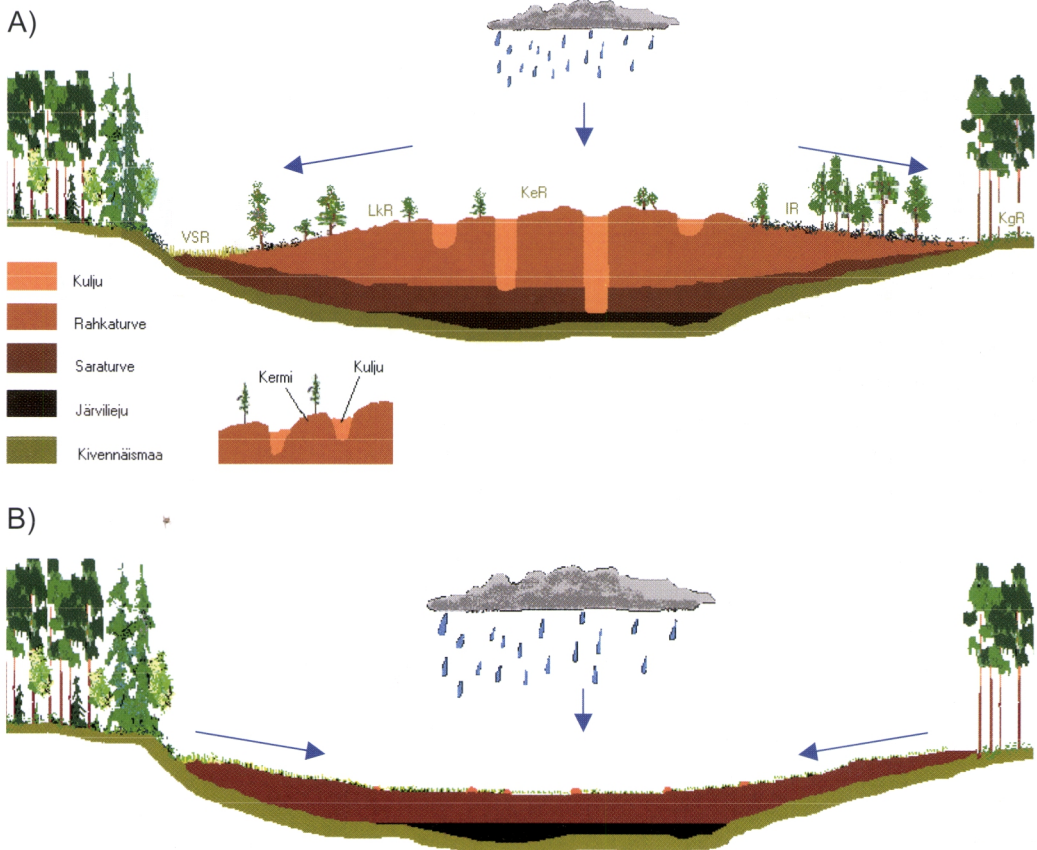
Aapasoiden yleinen rakenne on päinvastainen: suon keskiosat ovat muuta ympäristöä alempana ja ombrotrofista kasvillisuutta esiintyy lähinnä kapeana vyöhykkeenä suon reunaosissa (Kuva 1B). Suolle pääsee virtaamaan vesiä

ympäröiviltä mineraalimailta. Niiden myötä alavimmat keskiosat saavat ravinnelisiä mahdollistaen ns. minerotrofisen kasvillisuuden ja erilaiset minerotrofiset suotyypit.

Suoyhdistymän rakenteen ja muodon eli geomorfologian tiedostaminen auttaa ymmärtämään ja hahmottamaan suotyypien pienipiirteistä vaihtelua suon eri osissa. Nämä suotyypit ovat käytännön luokituksessa jaettu kolmeen päätyyppiin: korpjen, rämeiden ja avosoiden

tyyppeihin. Korpjen ja rämeiden kasvillisuus on mätäspintakasvillisuutta, mikä merkitsee yleensä avosoiita kuivempia kasvuoloja. Korpjen tyypillinen puulaji on kuusi (*Picea abies*), rämeiden vastaavasti mänty (*Pinus sylvestris*).

Avosuot ovat luontaisesti puuttomia tai lähes puuttomia soita. Selkeää puustotunnuksin ilmaistua rajaa puuttomien ja puustoisten soiden välille ei ole määritelty. Avosoiita luonnehtii välipintojen ja painanteiden märkiin ja niukkahappisiin oloihin



Kuva 1. Kaaviokuvat koho- eli keidassuon (A) ja aapasuon (B) poikkileikkausprofiileista. Kohosuo on kehityksensä alkuvaiheessa ollut aapasuo, jonka päälle on rahkaturpeesta kehittynyt ympäristöään ylemmäksi kohonnut ”rahkakakku”.

sopeutunut kasvillisuus, jonka tyypillisiä lajeja ovat saramaiset kasvit. Avosoiden ryhmän viljavimmassa päässä olevat letot erotetaan karummista nevoista ns. ruskosammaleisen lajiston esiintymisen perusteella.

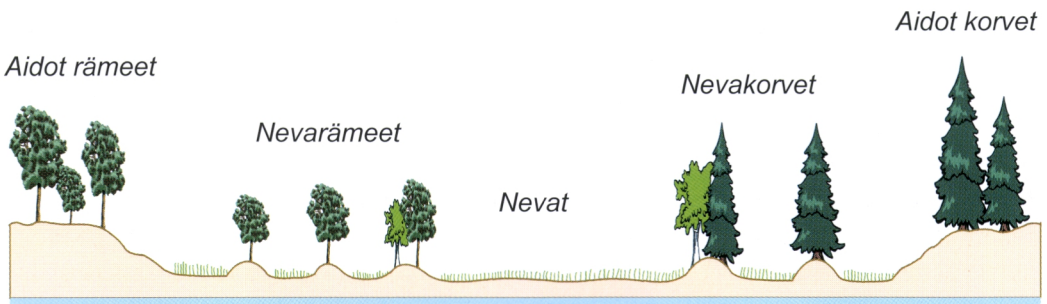
Puustoiset suot (korvet ja rämeet) on tapana luokitella kahteen ryhmään: ns. aidot puustoiset suotyyypit ja sekatyypit. Aidoilla suotyypeillä esiintyy vain mätäs-pintaista (ei märkiä nevapintoja) korven tai rämeen kasvillisuutta. Sekatyypit koostuvat kasvillisuudesta, jossa korpi- tai rämekasvillisuutta olevat mätäspinnat vuorottelevat mosaiikkimaisesti letto- tai nevakasvillisuutta eli avosuota edustavien painanteiden kanssa (Kuva 2).

Aidot puustoiset tyyppit, sekatyypit ja avosuot ilmentävät soiden vesitalouden vaihtelua. Kukin näistä vesitaloutta kuvastavista luokista voidaan edelleen jakaa eri ravinteisuusluokkiin. Tässä kaksiluokittaisessa luokittelumenettelyssä jokainen vesitaloudellinen tyyppiryhmä koostuu useamman ravinteisuustason suotyypistä. Soiden kasvupaikkaluokittelun yhtenä ongelmana kuitenkin on ollut se, että osittain tai kokonaan nevapintaisten soiden (sekatyypin suot ja

avosuot) ravinteisuusluokittelu ei toimi samojen kasvillisuustunnusten mukaan kuin aitojen, kokonaan mätäspintaisten soiden luokittelu. Mätäspinoilla tietty ravinnetaso ilmenee erilaisena kasvillisuutena kuin märillä nevapinoilla, eikä niiden puuntuotannollinen rinnastaminen ole yksiselitteistä.

Tähän ongelmaan haettiin ratkaisua jo 1950-luvulla Metsäntutkimuslaitoksessa professori Huikarin esittäessä yksisuuntaisen, pelkkiin ravinteisuustasoihin perustuvan luokittelumenetelmän. Sitä on jo vuosikymmenien ajan käytetty Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimuksessa ja valtakunnan metsien inventoinnissa. Menetelmän mukaan kasvupaikkojen luokittelu onnistuu parhaiten erottamalla vesitalous ja ravinnetalous kokonaan toisistaan. Luokittelussa suot jaetaan seuraaviin kuuteen ravinteisuustasoon:

1. letto/lehto
2. ruoho
3. suursara/mustikka
4. piensara/puolukka
5. tupasvilla
6. rahka



Kuva 2. Aidoissa korvissa ja aidoilla rämeillä, joilla suon vesipinnan taso on syvemmällä, esiintyy mätäspintaista kasvillisuutta. Puuttomilla nevoilla esiintyy puolestaan lähellä olevan vesipinnan tasoon sopeutunutta kasvillisuutta. Nevarämeillä ja -korvissa esiintyy kummankin kasvillisuusryhmän piirteitä.

Niiden katsotaan olevan suoraan rinnasteisia kangasmaiden vastaaviin kuuteen tasoon:

1. lehtokangas
2. ruohokangas
3. mustikka-heinäkangas
4. puolukka-seinäsamalkangas
5. varpukangas
6. jäkäläkangas

Näin ollen päädytään yhtenäiseen, kaikki kasvupaikat kattavaan luokitusjärjestelmään. Ravinteisuustasoluokkien tunnusominaisuuksina käytetään ravinteiden runsautta ilmentäviä kasvilajiryhmiä tavalla, joka supistaa luokitteluun tarvittavien kasvilajien tunnistamistarpeen vain muutamaani lajiin. Eri ravinteisuustasojen nimikolajien lisäksi edellytetään vain tiettyjen ruoho- ja saralajien tunnistamista. Huikarin luokittelu on tarkemmin esitetty julkaisussa ”Metsämaiden luokittelu ekologista kartoitusta varten” (Huikari 1995).

Kasvitieteellisessä ja käytännön metsätalouden suoluokituksessa on valtaosin kuitenkin pitäydytty Cajanderin teoriasta ”periytyneessä” kaksisuuntaisessa (vesi- ja ravinnetalouden yhdistävässä) luokituksessa. Sen viimeisin versio on esitetty julkaisussa ”Suotyypit ja niiden määrittäminen” (Laine & Vasander 2005). Jos Huikari kritisoi ”Cajanderin mallia” sen vaikeasta hallittavuudesta käytännön metsätalouden luokitustyössä, lienee vastapuolen kritiikki kohdistunut Huikarin menettelyn liiallisiin pidettyihin yksinkertaistuksiin. Erimielisyyttä on ollut kasvupaikkojen tunnistamiseen riittävien kasvilajien määrästä ja siitä toimiiko ravinteisuustasojen rinnastaminen Huikarin esittämällä tavalla. Onko esimerkiksi suursarojen dominoima varsinainen nevaräme eli varsinainen sararäme yhdis-

tettävissä samaan ravinteisuustasoon kuin mustikkakasvustojen dominoima mustikkakorpi ja voidaanko kumpikin kuivatuksen jälkeen rinnastaa puuntuotoksen osalta kangasmaiden mustikka-heinäkankaisiin? Vastaavasti on kritisoitu märillä nevapinoilla esiintyvän ruohoisuuden yhdistämistä aitojen korpien ruohoisuuteen ja rinnastamista ruohokankaisiin. Käytännössä varsinaisista sararämeistä on ojituksen jälkeisessä kasvillisuussuknessiossa yleensä kehittynyt puolukkatyyppin kuivahkoja kankaita vastaava puolukkaturvekangas ja vastaavasti ruohoisten sararämeiden kasvillisuussuknessio on edennyt mustikkaturvekankaaksi.

Huikarin luokitus on kuitenkin periaatteessa toimiva menetelmä, mikäli ravinteisuustasojen ohessa käytetään oikealla tavalla menetelmään kuuluvia lisämääritteitä. Näiden kahden menetelmän välillä ei ole nähtävissä erityistä ristiriitaa ainakaan silloin, kun tarkastellaan toisistaan erillään joko mätäspintaisen kasvillisuuden aitoja puustoisia soita tai nevapintaisen kasvillisuuden vallitsevia sekatyyppejä tai avoimia soita. Kaksisuuntaisen luokittelumallin puolestapuhujien esittämä kritiikki kulminoituukin juuri siihen, mitä Huikari pyrki yksinkertaistamaan, eli voidaanko vesi- ja ravinnetaloutta sittenkään erottaa toisistaan suoluontoa luokiteltaessa. Huikarin luokitusmenettelyn katsotaan johtavan ristiriitaisuuksiin erityisesti silloin, kun tarkastellaan avosuon tai sekatyypin suon ravinteisuustasoluokkaa luonnontilaisena ja toisaalta samaa kohdetta myöhemmin sen kuivattamisen jälkeisen kasvillisuussuknession eri vaiheissa. Käytettäessä Huikarin luokituksen kasvillisuustunnuksia, siirtyy osa näistä alunperin nevapintaisista suotyypeistä turvekangasvaiheessa alempaan ravinteisuustasoluokkaan.

Ojitettujen soiden luokittelu

Viimeisimmässä suotyypipioppaassa (Laine & Vasander 2005) ojitusalueet on jaettu eri turvekangastyypeiksi. Turvekankailla metsäojituksen poistaman hydrologisen vaihtelun jälkeen on jäänyt jäljelle vain vaihtelu ravinteisuuden suhteen. Tällöin ollaan siirrytty vesitalouden vaihtelusta riippumattomaan yksisuuntaiseen ravinteisuustasoluokitukseen Huikarin mallin mukaisesti. Huikarin kuudesta luokasta viljavimmat (letto/lehto ja ruoho) on viety samaan ruohoturvekankaiden luokkaan (Kuva 3), jolloin jäljelle jää viisi ravinteisuustasoluokkaa:

- ruohoturvekangas
- mustikkaturvekangas
- puolukkaturvekangas
- varputurvekangas
- jäkäläturvekangas

Vaikka hydrologinen vaihtelu onkin kuivatuksen myötä poistunut, on luokituksessa otettu huomioon myös suon hydrologinen historia. Riippuen siitä onko alkuperäinen suo ollut kokonaan tai osittain nevapintainen (avosuot ja sekatyypin suot) tai sitten aito räme tai neva, voidaan turvekankaat jakaa I- ja II-tyypin turvekankaiksi. Turvekangastyyppi I on syntynyt aidoista suotyypeistä ja turvekangas II avosoista tai sekatyypin soista. Käytännön turvekangasluokituksessa nämä kaksi alkuperäluokkaa on nimetty vain puolukka- ja mustikkaturvekankailla. Kuvassa 4 on esitetty turvekangastyyppien rinnastus toisaalta niihin luonnontilaisten soiden tyypeihin, joista eri turvekangastyyppit ovat kehittyneet ja toisaalta puuntuotannollinen rinnastus kangasmaiden metsätyyppeihin.

Huikarin ravinteisuustasoluokkiin ei ole määritetty turvekankaiden tapaisia luokkanimikkeitä, saati omia kasvillisuustunnuksia erikseen ojitetuille soille. Niinpä turvekangasasteella olevien ojitusaluiden luokittelussa on sovellettava kangasmaiden luokkanimikkeitä niille kuvattuine kasvillisuustunnuksineen. Nyt kun suuri osa vanhoista ojitusalueista on jo turvekangasasteella tai sitä lähellä olevissa kasvillisuuden kehitysvaiheissa, ei liene suurtakaan merkitystä sillä, kumpaa luokitusmenettelyä sovelletaan. On vain varottava tekemästä luokkamäärittelyä liian yksinkertaisilla kasvillisuustunnuksilla. Kuivatuksen ja puuston kehityksen aikaansaaman pintakasvillisuuden muutovaiheen vuoksi ei ravinteisuustasoa voi luotettavasti määrittää pelkästään puolukan, mustikan tai rämevarpujen runsaus-suhteiden perusteella.



Kuva 3. Ruohoturvekangas. (Kuva: Niko Silvan).

Rehevä	OMaT	Rhtkg	LhK	RhK
	OMT		VLK	RhSK
-----	MT	Mtkg I	MK	KgK
	MT		RhSR	RhSN
-----	MT	Mtkg II	VSK	(VLR) (VL)
	VT		Ptkg I	PK
-----	VT	Ptkg II	PsR	(PsK)
	VT		Ptkg II	VSR
-----	CT	Vatkg	LkR	TR
	CT		Ptkg II	LkKaN
-----	CIT	Jätkg	RaR	KeR
	CIT		Jätkg	RaN
Karu				

Kuva 4. Turvekangastyypit rinnastettuina luonnontilaisten soiden tyyppeihin ja metsätyyppeihin. Epävarmoina pidetyt rinnastukset on esitetty suluissa. (Lähde: Laine & Vasander 2005).

Suometsätalouden historiaa

Soiden metsätaloudellinen hyväksikäyttö lienee alkanut, kun suurten nälkävuosien (1866–1868) jälkeen havaittiin metsänkasvun parantuneen maanviljelystä varten ojitetuilla soilla. Yksityiset puutavarayhtiöt olivat kuivattaneet soita metsänkasvatusta varten pienessä mittakaavassa kokeiluluontoisesti jo 1800-luvun puolivälin jälkeen. Ensimmäisiä metsäojituksia perusteltiin yleensä kuitenkin keinona suojella kangasmaita soistumiselta ja torjua hallanvaaraa. Käsitykset soista ja niiden kuivatuksen tarpeellisuudesta muuttuivat

kuitenkin jo vuosisadan alussa. Varsinaiset soiden metsätaloudelliset ojituskokemukset saatiin Suomeen Ruotsista 1800-luvun lopulla. Ruotsin kokemusten rohkaisemana Suomen Metsähallitus kääntyikin vuonna 1907 kirjelmällään senaatin puoleen anoen lupaa saada ottaa kaksi suonkuivausmetsänhoitajaa, ”joiden kautta Metsähallitus saisi metsähallinnon hallussa olevalla maalla toimituttaa tutkimuksia kuivatustöissä ja laadittua näitä varten suunnitelmia.” Järjestelmällisen metsäojitustoiminnan voidaankin katsoa alkaneen maassamme vuonna 1908 suonkuivausmetsänhoitajien perustettua Vilppulan Jaakkoinnuolle metsäojituksen kokeilukentät.

Liki 80 vuotta on kulunut ensimmäisen metsänparannuslain säätämisestä. ”Laki varojen varaamisesta soiden kuivatukseen metsätaloudellisia tarkoituksia varten sekä muiden tuottamattomien tai vähätuottoisten metsäalojen saattamiseen tuottavaan kuntoon” vahvistettiin vuonna 1928. Metsänparannuslainsäädännön kehittymiselle on ollut ominaista se, että tämän lainsäädännön mahdollistama tuki on keskittynyt yksityismetsissä tehtävään metsänparannukseen, joka paljolti on ollut soiden ja muiden vesiperäisten maiden kuivattamista.

Metsäojat kaivettiin 1950-luvun alkuun saakka lapiotyönä. Ennen varsinaista ojituksen koneellistamisen aikakautta pyrittiin sotien jälkeen kaivutyötä tehostamaan mm. räjäytystechnikalla. Metsäojien räjäytys itsenäisenä työmenetelmänä jäi kuitenkin vähäiseksi työturvallisuuteen liittyvien tarkkojen räjähdeainesäädösten ja heikon työjäljen vuoksi.

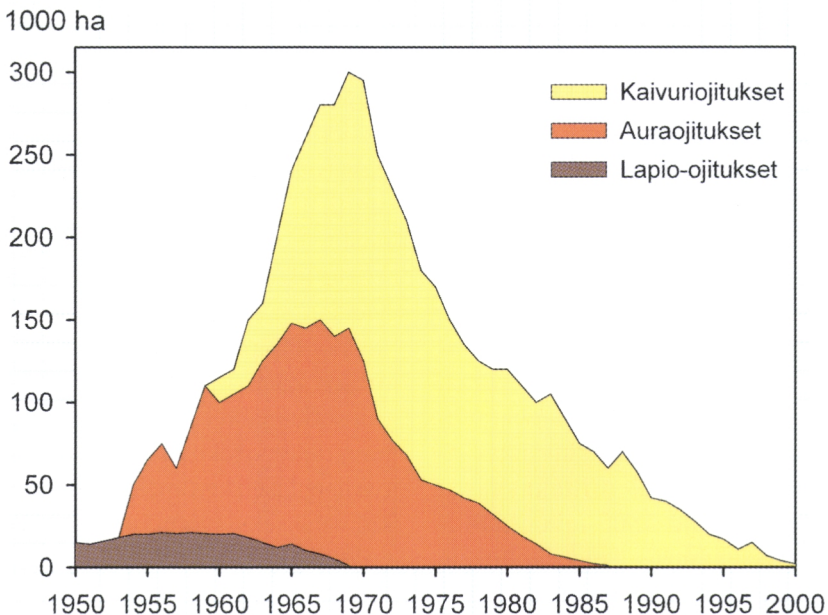
Metsäojituksen koneellistaminen käynnistyi auringonkokeellisesti. Asiaa edisti oleellisesti

sesti Vientimaksurahastosta metsäojituksen työmenetelmien kehittämistä varten myönnetty varat. Tutkimus- ja kehittämissä työtä ohjasi ja valvoi Metsäojituksen koneellistamistoimikunta, joka hankkeen päättyessä vuonna 1955 lopetettiin. Sen työtä jatkamaan perustettiin Metsäojitussäätiö, jonka nimi on myöhemmin muutettu Metsänparannussäätiöksi.

Metsäojien auraus oli vallitseva työmenetelmä vuosina 1955–1967 (Kuva 5). Metsäoja-aurojen vetokoneena käytettiin levennetyin teloin varustettuja telaketraktoreita. Auran veto tapahtui vinssin avulla vetokoneen pysyessä paikallaan. Normimittaista ojaa syntyi kantavalla turvemaalla jopa 500–600 m tunnissa. Auraus oli menetelmälle soveltuvissa oloissa nopea ja taloudellisesti edullinen metsäojien tekotapa. Toisaalta kuitenkin aurauksyksiköiden heikko liikutelta-

vuus houkutteli suunnittelemaan ojaot enemmän auraus- kuin kuivatusteknisten näkökohtien mukaan. Ojan syvyyden vähäisen säätömahdollisuuden vuoksi ojan pohjalle saattoi myös muodostua kynnyiskohtia. Auran ojamaista muodostamat palteet ehkäisivät myös jossain määrin pintavaluntana liikkuvan veden pääsyä ojaan. Samoin ongelmia syntyi laskuojien yhdistämisessä luonnonuomiin.

Kaivurimenetelmä tuli vallitsevaksi työmuodoksi vuonna 1969 eli samana vuonna, jolloin vuotuinen ojitusala nousi maksimiinsa. Kaivurin peruskoneena käytettiin tavallisesti kevyttelaista maataloustraktoria. Varsinaiset kaivinkoneet liikkuvat omalla alustallaan ja niiden kaivulaite kääntyy ylävaunun mukana täydet 360°. Metsäojituksessa käytettävät kaivinkoneet ovat tela-alustaisia ja ne vaativat työkohteiden välisiin siirtoihin kuljetuslavetin.



Kuva 5. Eri tavoin toteutettu uudisojitusala vuosina 1950–2000. (Lähde: Metsätalastollinen vuosikirja).

Nykyisin tehtävistä vanhojen ojaverkostojen kunnostustoista lähes kaikki tehdään kaivinkoneilla.

Ennen laajamittaista pellonraivaus- ja metsäojitustoiminnan käynnistymistä – lähinnä toisen maailmansodan jälkeen – Suomessa oli yli 10 milj. ha suota. Soita ojitettiin metsätaloutta varten noin 5,7 milj. ha. Maastoinventoinneissa ojitetuksi todettu ala on kuitenkin tätä pienempi, noin 4,9 milj. ha. Tämä johtuu siitä, että tilastot sisältävät jonkin verran päällekkäisiä ojituksia ja suoksi luokiteltu metsätalousmaan ala on myös pienentynyt ohutturpeisten soiden siirryttyä osin kangasmaiden luokkaan. Metsäojitettu pinta-ala on joka tapauksessa yli 50 % koko Suomen suolasta ja lähes neljännes koko metsämaan alasta. Runsasoisimmilla alueilla (Keski- ja Pohjois-Pohjanmaa) yli puolet metsämaan alasta on ojitusalueita. Valtakunnan metsien inventointien tulosten perusteella voidaan päätellä, että metsänparannustoimenpiteiden ja tehostuneen metsänhoidon vaikutus puuston kasvuun soilla on tällä hetkellä lähes 16 milj. m³ vuodessa. Metsien kokonaiskasvu nykyisillä turvemailla on tällä hetkellä yli 21 milj. m³ vuodessa ja vuosina 1951–53 soiksi luokitelluilla alueilla peräti 23,6 milj. m³. Nykyisin turvemaiksi luokiteltujen maiden osuus metsä- ja kitumaan kokonaiskasvusta oli valtakunnan metsien 9. inventoinnin (1996–2003) mukaan koko Suomessa keskimäärin 24,4 %, mutta esimerkiksi Etelä-Pohjanmaalla 42 %.

Suometsätalous on kohdistunut 1980-luvulle asti lähinnä uudisojituksiin. Suomen vuotuisen uudisojituspinta-alan huippu, noin 300 000 ha, saavutettiin vuonna 1969 (Kuva 5), jonka jälkeen vuotuinen uudisojitusala alkoi nopeasti laskea. Valtaosa uudisojituksista toteutettiin yksityismailla.



Kuva 6. Vammass-kaivuri nevaa ojittamassa vuonna 1970. (Kuva: Lusto/Markku Eskola).

Metsäojitusalueilla toiminnan painopiste on siirtynyt pelkästään kunnostusojituksiin ja näitä edeltävään puunkorjukseen.

Suometsätalous nykyisin

Suometsien kunnostusojitus

Nykyisin lähes kaikki ojitus toiminta suometsissä liittyy kunnostusojitukseen. Täydennysojitusta, jolla tarkoitetaan liian leveiden sarkojen halkaisua täydennysojalla, voidaan pitää kunnostusojitukseen liittyvänä toimenpiteenä.

Tärkein kunnostusojitustarpeeseen johtava tekijä on ojaverkoston kunnan vähittäinen heikkeneminen ajan myötä, jolloin kuivatus-teho laskee. Tämä taas johtaa turpeen vesipinnan kohoamiseen ja puuston kasvun heikkenemiseen. Kunnostusojitustarvetta voi ilmetä myös suometsien hak-



Kuva 7. Traktorikaivureista on siirretty kaivukoneisiin ja uudisojitukselta vanhojen ojaverkoston kunnostukseen. (Kuva: Markku Saarinen).

kuiden yhteydessä. Hakkuun aiheuttama haihduttavan lehtipinta-alan väheneminen aiheuttaa sekä vesipinnan nousua; sitä helpommin mitä huonommassa kunnossa ojaverkosto on.

Kunnostusojitustarpeen määrittelyssä tulee muistaa, että metsäojitettu suo on vesitaloudeltaan epävakaa ekosysteemi, jonka kuivatustila vaatii seurantaa. Kuivatustilaan vaikuttavat kaltevuus-, maaperä- ja ojitusteknisten seikkojen lisäksi oleellisesti myös puusto ja sen kasvu. Runsaspuustoisilla ojitusalueilla puuston vedenotto pystyy yleensä kompensoimaan ojaston kuivatustehon heikkenemisen siten, että ojien kunnostusta ei ole tarpeen tehdä ennen päätehakkuuta. Jos suon lähtöpuusto on vähäinen, kuten useimmilla rämesyntyisillä kohteilla, ojien kunnan heikkeneminen voi

aiheuttaa kasvun taantumaa ja kunnostusojitustarpeen jo ennen päätehakkuuta. Runsaspuustoisissa suometsissä kunnostusojituspäätöksen tulisikin perustua ojaston kunnan lisäksi puuston elinvoimaisuuteen. Sen sijaan karummilla kohteilla, joilla sekä kuutiomäärä että kasvu ovat pienemmät, kunnostusojituspäätös tulisi nykyiseen tapaan tehdä ojaston kunnan perusteella. Monet sellaiset kohteet, joilla puusto ei riitä taloudellisesti kannattaviin kasvatushakkuisiin, ovat kuitenkin metsänkasvatuskelvottomia kohteita, joilla kunnostusojitusta ei tulisi muutenkaan toteuttaa.

Tärkeimpiä kunnostusojitustarpeen silmävaraisia kriteerejä ovat siis uudisojituksen jälkeen kehittyneen puuston määrä ja sen kasvu sekä ojien kunto. Koska myös metsänkasvatuskelvottomia soita on ojitettu, tulee alkuperäinen suotyypä ottaa huomioon. Käytännössä metsänkasvatuskelpoisuus kunnostusojitusvaiheessa määrittellään kehittyneen puuston määrän ja uudisojitukselta kuluneen ajan suhteena; uudisojituksen jälkeen puustoa on pitänyt kehittyä vähintään kuutio hehtaarilla vuotta kohden mahdollinen lannoitusvaikutus pois lukien. Poikkeuksena teknisesti epäonnistuneet mutta korjattavissa olevat ojitukset ja vähintään puolukaturvekan-kaan viljavuustason kasvatuskelpoiset taimikot. Edelleen on syytä arvioida, onko puuston kasvu ollut alusta asti huono, vai onko se taantunut. Jos sarkaleveys on yli 55–60 metriä, on harkittava täydennysojitusta ojanperkauksen lisänä. Puuston heikko kasvu tai sen taantuminen saattavat aiheutua myös tekijöistä, jotka vain osittain kytkeytyvät ojaston kuivatustehoon. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi kasvu-alustan ravinne-epätasapainosta johtuvat ravinteiden puutokset sekä erilaiset lumi-, tuuli- tai hyönteistuhot.

Metsäojitusalueilla on tärkeää sovittaa eri metsätaloudelliset toimenpiteet siten, että työvaiheet toteutetaan oikeassa järjestyksessä. Erityisen tärkeää on ajoittaa oikein ojituksen ja puunkorjuun suunnittelu ja toteutus.

Nykyisin jokaisessa kunnostusojitushankkeessa on otettava huomioon myös vesien suojele. Ojaeroosio ja sen aiheuttama kiintoaines- ja ravinnekuormitus ovat yleisimmät kunnostusojituksen yhteydessä syntyvistä vesistöhaitoista. Niitä voidaan parhaiten estää välttämällä suuria kaltevuuksia. Yleensä vedet tulee johtaa yhden laskuojan kautta luonnonuomaan. Ojaa ei kuitenkaan kaiveta vesistöön saakka, vaan oja päätetään niin, että vedet ehtivät selkiytyä ennen vesistöön pääsyä. Ojitusalueen vedet pitäisi mahdollisuuksien mukaan johtaa joko ojituskelvottomien soiden tai korpijuottien muodostamille tai tarkoitukseen varta vasten rakennetuille puskurivyöhykkeille. Näillä toimenpiteillä voidaan tehokkaasti vähentää sekä kiintoaines- että ravinnepäästöjä.

Kiintoainespäästöjä voidaan vähentää myös oikealla kaivuajankohdan valinnalla. Suurimmat kiintoainespäästöt muodostuvat kaivettaessa runsasvetiseen aikaan. Helppo ja edullinen kiintoaineskuormaa vähentävä toimenpide on kaivaa laskuojan alajuoksulle laskeutusallas, jolla veden virtausnopeus hidastetaan siten, että kiintoaineella on mahdollisuus laskeutua altaan pohjalle. Altaan kunnossapidon vuoksi kulkuyhteydet on otettava huomioon altaan paikkaa valittaessa, sillä allas saattaa liettyä umpeen jopa muutamassa vuodessa. Liukoisten ravinteiden kuormaa laskeutusaltaan avulla ei kuitenkaan juuri voida pienentää, vaan sitä varten on jätettävä riittävän suuri puskurivyöhyke. Monilla

ojitusalueilla maanomistusolot eivät salli ainakaan tarpeeksi suurten puskurivyöhykkeiden jättämistä.

Kunnostusojitusta on tehty 2000-luvulla 7 0000–8 0000 hehtaarilla vuosittain koko Suomen alueella. Tämä jää selvästi jälkeen Kansallisen metsäohjelman (1999–2010) vuositavoitteesta, joka on 11 0000 ha. Valtakunnan metsien viimeisimmän inventoinnin (VMI9 1996–2003) mukaan kunnostusojituksen tarpeessa oli peräti 1,67 milj. ha. Erityisen suuria kunnostusojitusrästit ovat yksityismetsissä, kun taas valtion ja yritysten omistamissa metsissä tilanne on parempi. Tulevaisuudessa kunnostusojitusrästien purkamiseen tuleekin kiinnittää entistä enemmän huomiota, jotta ojituksella aikaansaatu lisäkasvu ei ala taantua. Kansallisen metsäohjelman tavoitteen mukainen yhden vuoden kunnostusojitusuorite lisäisi puuston vuosittaista kasvua arviolta 82 000 m³. Lisäys nykyisen vuosisuoritteen vaikutukseen verrattuna olisi 26 000 m³ vuodessa.

Suometsien lannoitus

Metsänlannoituksella pyritään parantamaan puuston kasvua lisäämällä ravinteita, joita kasvualustassa on niukasti. Turvemailla on usein puutetta kaliumista, fosforista ja hivenravinne boorista, sekä karuimmilla kasvupaikoilla myös typestä. Ravinnetaloudeltaan epätasapainoisilla kohteilla ravinnelisyksen tavoitteena on säilyttää puuston kasvukyky ja terveys hyvänä varmistamalla puille monipuolinen ravinteiden saatavuus – käytännössä tärkeimpänä lannoituksen tavoitteena on lisätä puuston kasvua. Lannoittamisen on samalla oltava taloudellisesti järkevää ja ekologisesti mielekästä.

Ojitettuja soita on lannoitettu 1950-luvulta alkaen yhteensä noin 1,7 milj. ha, etupäässä fosforilla ja kaliumilla, mutta myös typpeä ja hivenravinteita on käytetty. Laajimmillaan lannoitustoiminta oli 1970-luvun alussa Vuonna 1974 turvemaiden taimikko- ja riukuvaiheen puustoja lannoitettiin uudisojituksen yhteydessä lähes 117 000 ha. 1980-luvulla käynnistyivät varttuneempien puustojen jatkolannoitukset. 1990-luvulle tultaessa suometsien vuotuiset lannoituspinta-alat vähentyivät jyrkästi ollen alimmillaan vain muutama sata hehtaaria. Viime vuosina lannoituspinta-alat ovat alkaneet uudestaan kasvaa. Selvimmin ovat lisääntyneet nk. terveyslannoitukset, joiden toteuttamista tuetaan yhteiskunnan varoin (KEMERA-tuet). Terveyslannoituksella korjataan puuston ravinnetilaa ravinnesuhteiltaan epätasapainoisilla kasvupaikoilla. Yleensä kyse on kaliumin puutoksesta tai pääravinnetalouden epätasapainosta eli fosforin ja kaliumin vajeesta suhteessa kasvualustan typpipitoisuuteen.

Nykyisin suometsien lannoitus onkin pääsääntöisesti terveyslannoitusta. Tällöin peruslannoitteina on ns. Metsän PK-lannos, joka sisältää fosforia, kaliumia ja booria tai Rauta PK-lannos, joka nimensä mukaisesti sisältää edellisten alkuaineiden lisäksi myös rautaa. Raudan lisäämisellä on voitu vähentää fosforin huuhtoutumista puuston kasvun säilyessä kuitenkin samalla tasolla kuin Metsän PK-lannosta käytettäessä.

Fosfori- ja kaliumlannoitus lisää puuston kasvua suursaraisilla ja sitä viljavammilla kasvupaikoilla 15–30 vuoden ajan; sitä pitempään mitä suurempi on kasvupaikan turpeen typpipitoisuus. Esimerkiksi fosfori-kaliumlannoitus (Metsän PK) on tutkimusten mukaan parantanut Etelä- ja

Keski-Suomen soilla männyn vuotuista kasvua keskimäärin $1-2,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Paksu- turpeisilla, runsastyyppisillä ja alkuaan nevaisilla ja märillä soilla kaliumpuutostila on ankarin ja myös lannoitusvaikutus voimakkain – parhaimmillaan runkopuuston lisäkasvu voi olla $4-5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ vuodessa, mikä merkitsee yli $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ runkopuuston lisäystä koko lannoituskierron aikana. Tietyissä oloissa suometsien lannoitus onkin hyvin kannattava investointi.

Valtaosalla metsäojitusalueista puustot kuitenkin kehittyvät tyydyttävästi ilman lannoitustakin. Etenkin aidoilla räme- ja korpityypeillä sekä ohutturpeisilla alueilla puut kykenevät hyödyntämään sekä kasvu- alustan että pohjamaan kivennäisravinne- varoja, eikä vakavaa ravinnetilan epätasapainoa yleensä pääse syntymään.

Suometsien kasvatushakkuut

Ojitusalueiden puunkorjuuolot poikkeavat kangasmaiden keskimääräisistä korjuu- oloista sekä maastoltaan että puustoltaan. Puunkorjuuta ojitusalueilta haittaavat monet seikat, mm. maaperän upottavuus, puiden juuristojen pinnallisuus, ojien muodostamat esteet, pitkät kuljetusmatkat, leimikoiden kasvatushakkuuvaltaisuus, monesti usean puulajin muodostamat metsikkörakenteet, runkojen pieni keskikoko ja siitä seuraava hakkuukertymän pienuus. Kun vielä metsäkuljetusmatkat ovat usein pitkiä, korjuukustannukset nousevat väistämättä suuriksi. Turvemaiden puunkorjuuongelmat eivät pääsääntöisesti olekaan teknisiä vaan taloudellisia.

Suometsien ensiharvennukset on usein kytketty kunnostusojitukseen, johon saa valtion metsänparannusrahoitusta 20 vuotta uudisojituksen jälkeen. Viime vuo-

sien harvennushakkuutarve on ollut noin 100 000 ha vuodessa. Tästä tavoitteesta on kyetty toteuttamaan noin puolet. Valtaosa ojitusalueiden kasvatushakkuista on ensiharvennuksen luonteisia. Hakkuilla voi lisäksi olla sekä ylispuuhakkuun että normaalin harvennushakkuun piirteitä. Näin erityisesti silloin, kun ojituksen jälkeen metsikköön on jäänyt elpymiskyvyttömäksi osoittautuneita vanhoja, kookkaita puita. Ojitusalueiden puustojen käsittelytarvetta arvioitaessa joudutaan usein toteamaan, että osalla aluetta puuston kehitysvaihe ja tiheys edellyttäisivät käsittelyä, mutta harvapuustoisimmat paikat eivät vielä harvennusta kaipaisi. Ylitiheydellä ei yleensä voida korvata puuston ryhmittyneisyydestä johtuvaa saman kuvion osa-alan vajaapuustoisuutta puuntuotoksen kärsimättä.

Harkittaessa harvennushakkuun voimakkuutta suometsissä, tulee myös alueen tulevan kunnostusojituksen toteutusajankohta



Kuva 8. Suometsien harvennuksiin on kehitetty omia koneratkaisuja. Kuvassa kaivukoneeseen liitetty hakkuulaite. (Kuva: Jani Heikkilä).

ottaa huomioon. Mikäli harvennushakkuuta ei seuraa kunnostusojitus, puuston käsittelyn tulee olla varovaista, jotta se ei aiheuttaisi merkittävää pohjavesitason kohoamista. Toisaalta turvemaidella suoritettavan puunkorjuun kalleuden vuoksi harvennusten tulisi olla niin voimakkaita, että harvennuskertoja voitaisiin vähentää. Lähtöpuuston tulisi tällöin olla tilavuudeltaan noin $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Karuilla rämeillä ja Pohjois-Suomessa riittää yksi harvennus ennen päätehakkuuta. Paremmillakin kasvupaikoilla selvittäään yleensä kahdella harvennuksella. Tämä luonnollisesti edellyttää, että vähentyneen haihdunnan aiheuttama kuivatusvaikutuksen aleneminen kompensoidaan kunnostusojituksella.

Suometsien uudistaminen

Metsikkö on saavuttanut uudistuskypsyyden silloin, kun metsikön uudistaminen on edullisempaa kuin edelleen kasvattaminen. Yleensä uudistuskypsyyden kriteerinä on perinteisesti käytetty ao. kasvupaikalla kasvavan metsikön ikää. Iän käyttökelpoisuutta ojitusaluemetsissä rajoittaa kuitenkin metsikön biologinen ikä, joka saattaa olla yli sataakin vuotta ennen ojitusta. Lisäksi metsikön eri-ikäisrakenteisuus tuo lisää ongelmia metsikön uudistuskypsyyden määrittelyyn. Ojitusaluemetsiköissä ja nykyisin myös kangasmaiden metsiköissä uudistuskypsyyden arvioinnin tulisi perustua puuston keskiläpimittaan. Ojitetuilla turvemaidella järeyden ohella tulee huomiota kiinnittää myös puuston kasvun tasoon.

Rehevät suometsät uudistuvat hieskoivun ansiosta kohtuullisen hyvin luontaisesti rehevistä kangasmaiden metsistä poiketen. Tämä edellyttää hieskoivuverhoppuuston alla kasvatettavan kuusialikasvoksen hyväksymistä uudistamismenetelmäksi.



Kuva 9. Ojitusalueen päätehakkuun jälkeistä mätätystä ja kunnostus-ojitusta (Kuva: Markku Saarinen).

Varsinkin karuimmilla kasvupaikoilla luontaisen taimettumisen edellytykset kuitenkin heikkenevät oleellisesti ojituksesta kuluneen ajan myötä ja ojitusalueen kehityksessä kohti turvekangasvaihetta. Turvekankaalle kehittyy lähes yhtenäinen seinä- ja kynsisammalkasvusto, joka hitaasti hajoavien karikkeiden kanssa muodostaa vaihtelevan paksuisen raakahumuskerroksen. Huokoinen ja helposti kuivuva raakahumuskerros vaikeuttaa siemenen itämistä ja alan taimettumista.

Mikäli kuusen luontaisen uudistumisen edellytykset ovat olemassa, ruoho- ja mustikkaturvekankaan kuusikoita voidaan uudistaa kaistalehakkuun tai vähittäisten suojuspuuhakkuiden avulla. Männy luontaisen uudistumisen edellytykset ilman jonkinasteista maanpinnan käsitteilyä saattavat olla heikot puolukka- ja erityisesti varputurvekankailla. On ilmeistä, että näillä kasvupaikoilla voidaan kevyellä raakahumuskerroksen rikkomisella oleellisesti parantaa uudistamistulosta männyn siemenpuuasentoa käytettäessä. Ongelmana onkin lähinnä sopivien muokkaus-

vaihtoehtojen vähyys; kysymykseen tulee lähinnä kevyt kaivurilaitetus. Kangasmaiden vastaavilla kasvupaikoilla käytettävä lautasauraus ei turvemaille sovellu, koska turvemaalla muokkausjäljestä tulee lähinnä vain vettä keräävä vako. Viljelyn yhteydessä käyttökelpoisimmaksi koneelliseksi muokkausmenetelmäksi puustoisilla ojitetuilla soilla on osoittautunut kaivukoneella tehty mätätys.

Viljellen tapahtuvista uudistamismenetelmistä kylvö soveltuu männyn uudistamismenetelmäksi keskinkertaisille ja karuille ojitusalueille. Kylvö mättäisiin tulisi tehdä mahdollisimman varhain keväällä. Istuttamalla uudistetaan alueet, joilla pintakasvillisuuden ilmeinen rehevöityminen haittaa kylvötaimien kehitystä. Kuusen istutus edellyttää turvemaille yleensä verhopuustoa. Mäntyä ei saisi mennä viljelemään luontaisia kasvupaikkavaatimuksia rehevämälle maapohjalle. Rauduskoi-vua voitaneen suositella istutettavan vain ohutturpeisille ja tehokkaasti kuivatetuille aloille, joissa juuristo pääsee nopeasti tunkeutumaan mineraalimaan.

Ylimysnevan luonnonolot

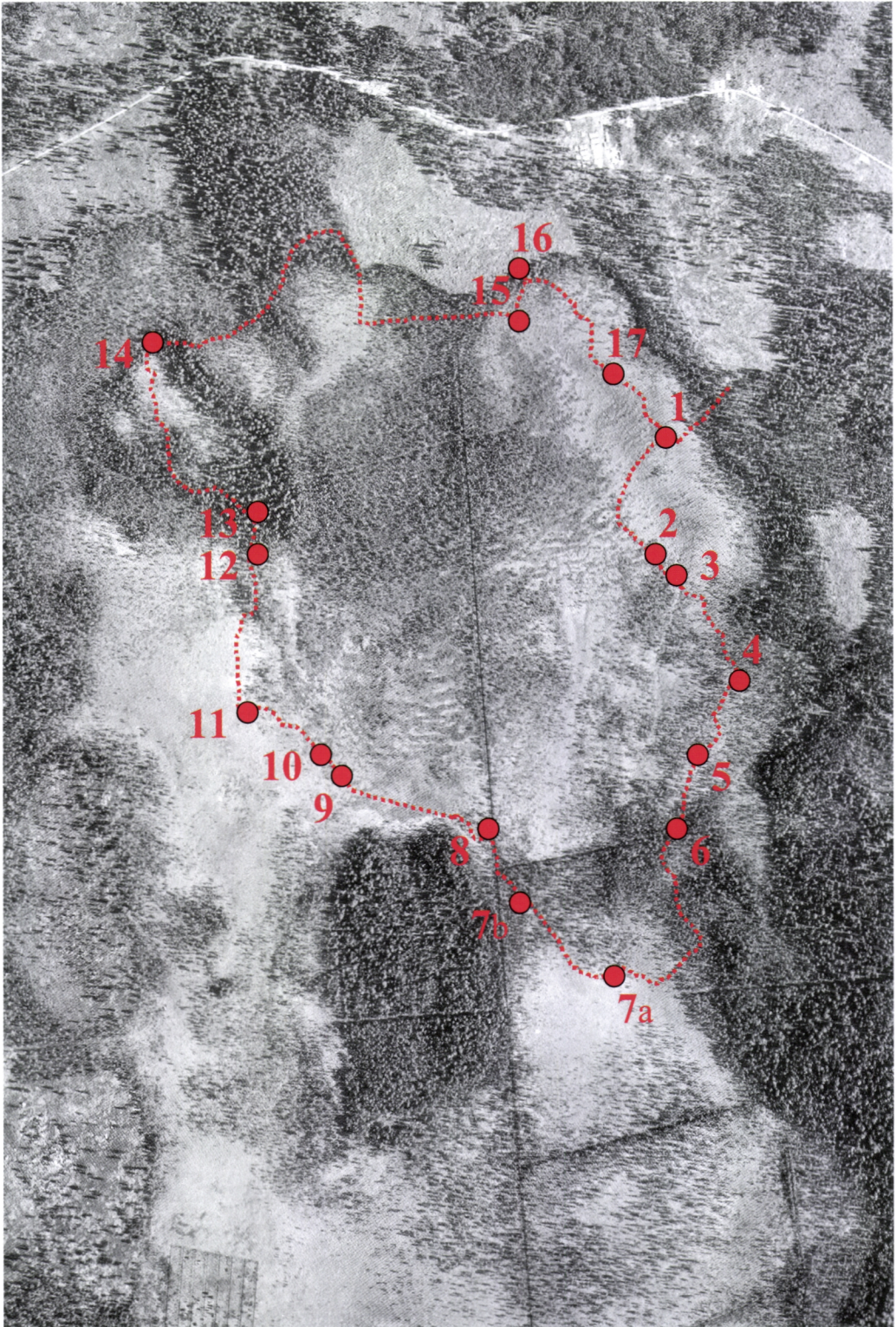
”Kauniston kierros” kiertää pohjoispirkanmaalaisella Ylimysnevalta tutustuttaen kävijän suometsätalouden historiaan ja nykypäivään sekä suoekologiaan yleisemminkin. Ylimysneva sijaitsee 201 m korkean Alkkianvuoren etelän puoleisessa laaksossa. Viimeinen jäätikön liike alueella on suuntautunut eteläkaakkoon. Suon länsipuolella sijaitsee tämän suuntainen pitkitäisharju. Vedet Ylimysnevalta virtaavat etelään päätyen lopulta Kokemäenjokeen. Tutkimusalue sijaitsee kuitenkin varsin lähellä Suomenselän vedenjakajaa. Suokasvillisuuden aluejaossa se kuuluu Rannikko-Suomen kermikeitaiden satakuntalaiseen ja eteläpohjalaiseen varianttiin.

Ylimysnevalta on ennen ojitamista erotettu 16 alkuperäistä luonnontilaista suotyyppejä, joista laaja-alaisimpia ovat olleet isovarpurämeet ja tupasvillarämeet. Laajin rahkaräme on sijainnut Santerinsalon pohjoispuolella. Sen keskiosa oli kehittynyt lähes puuttomaksi rahkanevaksi. Korpityyppejä on esiintynyt varsin vähän, lähinnä suon luoteisosassa. Korvet ovat pääsääntöisesti olleet mustikka- ja puolukkakorpea. Nevoja Ylimysnevalta on niin ikään ollut vähän. Nevatyypeistä lyhytkorsinevat ovat olleet selvästi laaja-alaisimpia. Keidassoille tyypillisen laideosan saattaa Ylimysnevalta löytää vain Santerinsalon pohjoispuolisessa sararäme-reunuksessa. Muutoin Ylimysnevaa ovat reunustaneet yleisimmin kangasrämeet. Ylimysneva ei kuitenkaan ole enää luonnontilainen; koko suo on nykyisin tiheästi ojitettu eikä täysin luonnontilaisia suotyyppejä ole enää havaittavissa, vaan kaikki suotyypit ovat joko muuttuma- tai turvekangasvaiheessa.

Ylimysnevan pohjan muodostaa valtaosin hiekkamoreeni. Paikoin, etenkin suon pohjan pienaltaiden reunoilla, on hienoa hiekkaa. Suon pohjoisen ja eteläisen altaan syvimmällä kohdalla löytyy savespitoista hietaa. Suon reunoilla mineraalimaan päällä esiintyy useimmissa kohdissa hiilikerroksia merkinä alueella aikojen saatossa tapahtuneista metsäpaloista.

Ylimysneva viettää voimakkaasti etelään. Ylimysnevan pohjoisella osalla on koko suon paksuin turvekerrostuma (3,4 m). Vallitseva turvetyyppi on rahkasaraturve. Turpeesta löytyy etenkin suon pohjaosissa myös kortteiden, raatteen ja lehtipuiden jäänteitä. Puuvaltaisia turpeita esiintyy myös suon pintaosissa korpityypin kohdalla. Osin lehtipuiden muodostama puusaraturve vaihettuu nopeasti pintaan saakka ulottuvaksi sararahkaturpeeksi. Ylimysnevan turpeissa on runsaasti järvi-ruo'n jäänteitä; järvi-ruoko esiintyykin Ylimysnevalta monin paikoin jäänteenä suon märemmiltä vaiheilta.

Seuraavan aukeaman kuvapari esittää Ylimysnevaa vuosina 1955 ja 2001 (Kuva 10). Vanhemmassa kuvassa Ylimysneva on sen keskelle kaivettua yksittäistä valtaojaa lukuunottamatta lähes luonnontilainen aukeine nevoineen ja harvapuustoisine rämeineen. Nuorempi kuva kertoo vuoden 1970 tehdyn uudisojituksen ja 1989 tehdyn kunnostusojituksen vaikutuksesta koko alueen maisemarakenteeseen ja puustoisuuteen. Kuvassa erottuvat ojaverkoston lisäksi myös osa alueen koekentistä erilaisine lannoituskäsittelyruutuineen. Kumpaankin kuvaan on merkitty nykyinen luontopolku seuraavassa kappaleessa esiteltävine kohdepisteineen.



Kuva 10. Ilmakuva pari Ylimysnevalta vuosilta 1955 (vasen) ja 2001 (oikea). "Kauniston kierros" polkureitti kohdepisteineen on merkitty punaisella katkoviivalla. (Kuvat: Maanmittauslaitos, ilmakuvakeskus).



Kauniston Kierroksen kohteet

1. Turvemaiden ravinnetalous ja maaperämikrobit

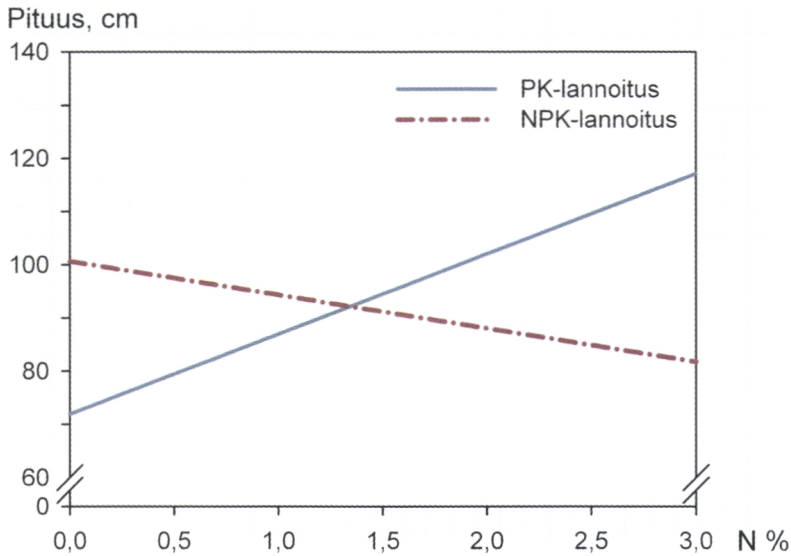
Kierroksen ensimmäinen tutkimuskohde on osa koesarjasta, joka perustettiin ravinteisuudeltaan erilaisille avosoille vuonna 1973. Koesarjan koekentistä kaksi sijaitsee Ylimysnevalle (kohteet 1 ja 11). Tutkimuksessa tarkasteltiin lannoituksen, muokkauksen, kalkituksen sekä eräiden turpeen ominaisuuksien (typpipitoisuus, pH, maatuneisuus ja turvekerroksen paksaus) vaikutusta männyn taimien kasvuun ja neulasten ravinnetilaan. Kohteen 1 alkuperäinen suotyyppi vaihtelee varsinaisesta ruohoiseen saranevaan runsaine rimpipintoineen. Nykyinen kasvillisuus viittaa myös mesotrofiseen kalvakkanevaan, joka suotyyppinä esiintyy vain kasvitieteellisessä suoluokituksessa. Tällä hetkellä kohteella näkyy turvekankaan piirteitä ainoastaan puustoisilla koeruuduilla, jolloin kasvupaikkatyyppi vaihtelee puolukkaturvekankaasta (ravinteisuustaso 4) mustikkaturvekankaaseen (ravinteisuustaso 3).

Parhaimmillaan lannoituksella saatava kasvunlisäys lannoittamattomaan verrattuna oli todella dramaattinen (Kuva 11). Lannoitus fosforilla ja kaliumilla (PK-lannoitus) lisäsi taimien kasvua pintaturpeen luontaisen typpipitoisuuden kasvaessa (Kuva 12). Myös typpilannoituksen vaikutus fosforin ja kaliumin ohella (NPK-lannoitus) riippui voimakkaasti turpeen typpipitoisuudesta. Lannoitetyppi fosforin ja kaliumin ohella lisäsi taimien kasvua, kun turpeen luontainen typpipitoisuus oli pieni, mutta oli haitallinen korkeimmilla turpeen typpipitoisuuksilla. Ylimysnevan koekenttien (kohteet 1 ja 11) valossa näyt-

täisi siltä, että nuori (7 v) mäntytaimikko ei hyödy lannoitetyypistä, kun pintaturpeen (5–10 cm) kokonaistyyppipitoisuus on korkeampi kuin noin 1,4 % (Kuva 12). Suuremmilla turpeen typpipitoisuuksilla paras kasvureaktio saatiin tällä kokeella fosfori-kaliumlannoituksella. Taloudellisesti kannattava lannoitustoiminta, joka perustuu pelkän fosforin ja kaliumin käyttöön, edellyttää todennäköisesti vähintään turpeen 1,4 %:n typpipitoisuutta. Ylimysnevan kokeen lisäksi myös monet muut turvemaiden ravinnetaloustutkimukset tukevat päätelmää, jonka mukaan suometsien lannoitustoiminta tulisi suunnata puolukkaturvekankaiden ja sitä viljavampien kasvupaikkojen ravinteisuustasolle.



Kuva 11. Lannoitusvaikutus: etualalla koeruutu ilman ravinnelisiä, takana NPK-lannoitettu koeruutu. (Kuva: Niko Silvan).



Kuva 12. Turpeen kokonaistyyppipitoisuuden vaikutus taimien pituuteen PK- ja NPK-lannoituskäsittelyissä 5–10 cm:n syvyydessä (Lähde: Kaunisto 1982).

Typhen, fosforin ja kaliumin aikaansaama voimakas kasvunlisäys voi aiheuttaa tiettyjen hivenravinteiden puutostiloja. Tällä kohteella erityisesti boorin puutoksen aiheuttamat kasvuhäiriöt olivat metsityksen alkuvaiheessa voimakkaita. Oireet kuitenkin poistuivat muutamassa vuodessa boorilannoitusten jälkeen. Tämä koekohde onkin tuonut merkittävällä tavalla esiin sen, kuinka turvemaiden ravinnetaloudessa tärkeitä ravinnesuhteita ovat toisaalta fosforin ja kaliumin niukkuus suhteessa typeen ja toisaalta hivenravinteiden niukkuus suhteessa fosforiin ja kaliumiin. Vaikka avosoiden metsitysten osuus tämän hetken ojituspinta-alasta on varsin pieni, on tässä tutkituilla ravinnekysymyksillä edelleen ja myös tulevaisuudessa suuri merkitys turvemaiden metsätaloudessa. Nämä samat ravinnetalouden ongelmat kun tulevat esiin myös sekatyypin puustoisilla suotyypeillä eli niillä, joilla on alunperin esiintynyt märkiä nevapintoja.

Tällä koekohteella on selvitetty myös turpeen tyyppipitoisuuden vaikutusta maaperän mikrobeihin, bakteereihin ja sieniin sekä niiden typhen käyttöön. Bakteerien typhen käyttö laskee turpeen tyyppipitoisuuden noustessa 2 %:iin asti kääntyen sitten nousuun, kun taas sienten typhen käyttö lisääntyy turpeen tyyppipitoisuuden noustessa 2 %:iin, mutta laskee sitä korkeammissa tyyppipitoisuuksissa.

Typhen mineralisaatio eli vapautuminen kasveille käyttökelpoiseen muotoon kasvaa tyyppipitoisuuden noustessa välillä 1,2–1,9 %. Vuosien välinen vaihtelu mineralisaatiossa on kuitenkin huomattava, johon ilmeisesti mineralisaation lämpötilariippuvuudesta.

Turpeen kokonaistyyppipitoisuuden vaikutusta männynntaimien sienijuuriin eli mykorrhitsoihin tutkittiin istuttamalla kohteen 1 koelaloille 2-vuotiaita taimitarhataimia toukokuussa 1997. Männynntaimien juuristosta

löytyy tyypillisiä mykorritsatyyppejä, joita tavataan yleisesti männyn juurissa myös kivennäismailla, vaikka turvemaiden ja kivennäismaiden mykorritsalajistot eroavat yleensä toisistaan huomattavasti. Toisen kasvukauden jälkeen taimien juurten mykorritsat runsastuivat turpeen typpipitoisuuden kasvaessa, mutta korkeimmissa, yli 2 % pitoisuuksissa määrä tasaantui.

Bakteerien ja sienten suhteelliset osuudet maamikrobistossa näyttävät muuttuvan turpeen typpipitoisuuden kohoamisen myötä. Tulosten perusteella näyttää siltä, että varsinkin turpeen typpipitoisuuden ylittäessä 2 % mikrobipopulaatiossa tapahtuu monia muutoksia, jotka näkyvät mm. sienibiomassan vähentymisenä. Tulos viittaa siihen, että sienirihmastot menestyvät parhaiten verrattain matalissa turpeen typpipitoisuuksissa ja että karuilla, vähätyppisillä soilla erityisesti sienet hyötyvät typpilannoituksesta. Tämä saattaa olla osittaisena syynä myös typpilannoituksen lyhyen vaikutusaikaan karuilla soilla.

2. Rämemännikön luontaisen uudistamisen koe

Tutkimuksessa selvitettiin muokkauksen ja lannoituksen vaikutusta rämemännikön luontaiseen uudistamiseen ja taimikon kehitykseen. Alkuperäinen suotyppi kohteella on ollut varsin karu, rahkaisesta tupasvillarämeestä isovarapurämeeseen (ravinteisuustaso 5). Näistä suotyypeistä ojituksen jälkeen kehittymässä olevan varputurvekankaan kasvillisuuden ja tällä kohteella vallitsevan puuston välillä on kuitenkin ”ristiriitaisuutta”. Erityisesti ojien varsilla kasvavien koivujen määrä ja koko ei ole ominaista sellaiselle viljavuustasolle, johon kasvillisuus viittaa.

Ristiriitaisuus selittyy tutkittaessa maan pintakerroksen turvelajivaihtelua. Ohuen pintakerroksen alapuolelta löytyy sara-turvetta merkinä suon kehityksen aiemmissa vaiheissa vallinneesta viljavammasta kasvupaikkatyypistä. Pintakasvillisuuden mukaan tapahtuva kasvupaikan ravinteisuusluokittelu ei siis aina kerro ”koko totuutta” puiden käytettävissä olevista ravinnevarastoista.

Alue on ojitettu vuonna 1970 ja lannoitettu sekä muokattu vuonna 1972. Osalta koeruuduista puusto on hakattu, osalla luontainen 5–10 m:n mittainen rämemännikkö on säilytetty. Hakkuukäsittelyiden lisäksi koeruudut jaettiin muokkaamattomiin ja muokattuihin, joista viimeksi mainituilla pintaturve ja kasvillisuus rikottiin jyrseinlaitteella. Vaikka maanmuokkaus yleisesti ottaen parantaa hyvinkin huomattavasti siementen itämistulosta ja sirkkaimien syntymahdollisuuksia, ei muokkauksella tällä kokeella ole havaittavissa merkittävää vaikutusta. Kokeella on lisäksi neljä erilaista lannoituskäsittelyä: lannoitamaton vertailu, fosforilannoitus (P-lannos), fosfori-kaliumlannoitus (PK-lannos) ja typpi-fosfori-kaliumlannoitus (NPK-lannos). Lannoitusvaikutuksen näkee selvimmin hakatuilla koelaloilla lannoitamattomien ja NPK-ruutujen vertailulla: ilman lannoitusta männikön keskipituus on jäänyt alle puoleen NPK-ruutujen puuston keskipituudesta.

3. Puuston kasvun elpyminen ojituksen jälkeen

Seuraavalle saralle siirryttäessä näkee selvästi vanhan rämemännikön uudisojituksen jälkeisen kasvun huonon elpymisen ja laadun heikkouden. Luonnontilaisen suon



Kuva 13. Vanhojen rämemänniköjen latvus ennen vuoden 1970 ojitusta on yhä nähtävissä kuivina oksatihentyminä (Kuva: Markku Saarinen).

puiden elpymiskyky ja puun laatu kuivatuksen jälkeen on sitä heikompaa mitä kookkaampaa rämemännikkö on ollut ennen uudisojitusta. Tällä kohteella männikkö on ollut ennen ojitusta noin 130-vuotiaista ja valtapituudeltaan 5–10 metristä, ja huono elpymiskyky on selvästi havaittavissa erityisesti suurimpien puiden sekä huonona kasvureaktiona että huonona puun laatuna. Mäntyjen ennen ojitusta kehittyneet haaroittuneet ja pyöreälakiset latvukset ovat edelleen nähtävissä kuivina ja mutkaisina oksatihentyminä nykyisen vihreän latvusosan alapuolella (Kuva 13).

4. Kontortamänty

Kontortamänty (*Pinus contorta*) eli Murraynmänty kasvaa laajalla alueella

Pohjois-Amerikan länsipuoliskossa Alaskasta Etelä-Kaliforniaan, ja on sieltä siirtoistutettu 1900-luvun alkupuolelta lähtien jonkin verran myös Suomeen, niin metsäteollisuuden, Metsähallituksen kuin Metsäntutkimuslaitoksenkin maille. Kontortamänty on valoa vaativa puulaji, joskaan ei ehkä siinä määrin kuin kotimainen mänty. Etenkin vanhojen, yli 50-vuotiaiden kontortamäntyjen kävyt ovat suurimmaksi osaksi serotiinisia eli vaativat tulen kuumentavan vaikutuksen aetakseen ja vapauttaakseen siemenet. Nuorten kontortamäntyjen kävyistä aukeaa kuitenkin välittömästi tuleentumisen jälkeen noin 80 % ilman tulen vaikutusta. Kasvupaikan suhteen kontortamänty on vaatimaton, mutta hyvin karuilla ja kuivilla kasvupaikoilla se ei kuitenkaan kasva. Se tulee hyvin toimeen myös soilla. Selluloosa-teollisuuden raaka-aineena kontortamänty vastaa suuresti kotimaista mäntyä, mutta kontortasta saadun sahatavaran laatu on usein kotimaista mäntyä huonompaa mm. oksikkuuden takia.

5. Kontortamännyn kasvatuskoe

Tässä esiteltävä koekenttä on osa laajempaa, koko Suomen kattavaa koealaverkostoa, jonka tarkoituksena on ollut saada vertailuaineistoa kontortamännyn kasvusta eri metsä- ja suotyypeillä sekä eri ilmastollisilla vyöhykkeillä (Rikala 1989). Vertailupuina käytettiin rehevimmillä lehtomaisilla kankailla kuusta ja sitä karummilla kankailla sekä soilla mäntyä, kuten tällä kohteella. Koealueet on perustettu vuonna 1982. Kontortamännyn ja kotimaisen männyn viljely toteutettiin istuttamalla paljasjuuritaimia eri tiheysluokkiin ja viirukylvönä. Tällä kohteella voidaan vertailla

kontortan ja kotimaisen männyn tuotosta karun kasvupaikan ojitusalueella, joka alkuperäiseltä suotyypiltään on vaihdellut tupasvillarämeestä lyhytkorsirämeeseen. Tällä hetkellä kasvillisuus on muuttumavaiheessa ja kehitymässä kohti ravinteisuustasoluokan 5 varputurvekangasta.

Valtakunnallisen koesarjan yleistulokset saatiin, että kontortan pituuden alkukehitys oli nopeampaa kuin männyn ja kuusen. Viljavimmilla kangasmaiden kasvupaikoilla kontortan taimet olivat 5–6 vuotta istutuksesta 24 % pitempiä kuin kuuset. Mäntyjä parempi pituuskasvu riippui kasvupaikasta; mitä viljavampi kangasmaan kasvupaikka, sitä suurempi etumatka. Vain karuimmilla kanervatyypin kankailla mänty varttui nopeammin. Suurin ero kontortan eduksi oli soilla. Niillä kontortan taimet olivat 54 % männyn taimia pitempiä. Tällä suokohteella kontortan ja kotimaisen männyn välille ei ole kuitenkaan syntynyt selvästi havaittavia eroja kasvureaktiossa. Kummankaan mäntylajin tuotos ei ole ollut toivottu mm. runsaiden tukkimiehintäin, lumikaristeen ja myyrien sekä hirvien aiheuttamien tuhojen takia. Puusto on osittain melko aukkoista, mikä mainittujen tuhojen lisäksi aiheutuu myös lyhytkorsirämeen entisten märkien nevapintojen huonosta taimettumisesta.

6. Puolukkaturvekangas II

Tämän kohteen alkuperäinen suotyyppi on ollut sekatyypin räme, jossa entiset märät nevapinnat ja koholla olevat puustoiset mätäspinnat ovat edelleen havaittavissa kohteen pinnanmuodoissa. Kohteen alkuperäinen luonnontilainen kasvupaikka on ollut varsinainen sararäme, joka kuiva-



Kuva 14. Puolukkaturvekangas I. (Kuva: Niko Silvan).



Kuva 15. Puolukkaturvekangas II. (Kuva: Niko Silvan).

tuksen myötä kehittyi ojitettujen soiden kasvupaikkaluokituksen mukaan puolukkaturvekankaaksi (II). Turvekankaan tyyppinimikkeen lopussa oleva roomalainen numerotunnus II viittaa siihen, että kyse on nimenomaan sekatyypin kasvupaikasta kehittyneestä turvekankaasta. Tällä alaluokituksella on merkitystä erityisesti turvemaiden ravinnetalouden näkökulmasta. Kohteella 1 esiteltiin pääravinteiden (typpi, fosfori ja kalium) keskinäisiin suhteisiin liittyvät ongelmat tulevat käytännön metsätaloudessa esille nimenomaan II-tyypin kasvupaikoilla. Tämän kohteen uudisojitus tehtiin vuonna 1970 ja kunnostusojitus vuonna 1989.

Luonnontilaisten soiden luokittelua esittelevässä kappaleessa (s. 8) vertailtiin kahta suoluokitusta ja niiden eroja. Tällä kohteella erot tulevat selvästi esille. Molemmilla luokituksilla päädytään tämän hetken kasvillisuuden mukaan puolukkaturvekankaita ja kuivahkojen kangasmaiden puolukkatyyppiä vastaavaan ravinteisuustasoluokkaan. Huikarin esittämän luokituksen mukaan varsinaista sararämettä vastaavat suursararämeet rinnastetaan kuitenkin mustikkakorpien, tuoreiden kankaiden ja mustikkaturvekankaiden ravinteisuustasoluokkaan. Luokitus ei siis toimi johdonmukaisesti kuivatuksen aikaansaaman kasvillisuussukcession eri vaiheissa.

7a. Tupasvillarämeestä varputurvekankaaksi

Turvekangastyyppien alaluokitus on otettu käyttöön ainoastaan puolukka- ja mustikkaturvekankailla. Tästä huolimatta myös muilla turvekankailla on periaatteessa nähtävissä alkuperäisestä suotyypistä peräisin oleva vesitalouden historia. Varputurve-

kankailla I-tyyppiä edustaa parhaiten suhteellisen kuivasta isovarpurämeestä kehittynyt turvekangas (kohde 7b), kun taas osittain nevapintainen lyhytkorsiräme kehittyi selkeästi II-tyypin turvekankaaksi. Näilläkin seuduilla varsin yleiset tupasvillarämeet ovat eräänlainen välimuototyyppi aitojen ja sekatyypin rämeiden välillä, eivätkä siten ole selkeästi ojituksen jälkeen luokiteltavissa sen paremmin I- kuin II-tyypinkään varputurvekankaisiin. Ehkä osin tästä johtuen alaluokitus on jätetty pois varputurvekankailla. Tähän vaikuttaa myös se, että karuimpien suotyyppien erottaminen ojituksen jälkeen ei ole mitenkään helppoa. Tällä kohteella kasvupaikka on ravinteisuustasoluokkaa 5, jota luonnehti osittain ruskean rahkasammalen (*Sphagnum fuscum*) muodostamien ns. ”rahkamättäiden” kirjoma tupasvillaräme, osin taas selviä entisiä nevapintoja käsittävä lyhytkorsiräme. Suokasvillisuus on pitänyt hyvin pintansa vuosien 1970 ja 1989 kuivatustoimenpiteistä huolimatta, eikä kasvillisuuskehitys kenties koskaan tule nykyoloissa saavuttamaan varputurvekangasvaihetta.

7b. Isovarpurämeestä varputurvekankaaksi

Kohosolle, joita Ylimysnevakin osittain edustaa, on usein ominaista kangasmaata vasten rajautuva kapea märkä laide ja siitä suon keskiosia kohden lievästi kohoava reunaluisu (Kuva 1A). Reunaluisujen yleisimpiä suotyyppisiä on ravinteisuustasoa 5 edustava isovarpuräme, joka tälläkin kohdalla on ollut lähtökohtana nyt kuivatuksen tuloksena kehittymässä olevalle varputurvekankaalle. Tällaisilla kasvupaikoilla varputurvekankaan tyyppinimi saa todella oikeutuksensa, sillä kenttäkerrok-



Kuva 16. Varputurvekangas. (Kuva: Niko Silvan).

sen tyypillisinä kasvilajeina vallitsevat suurikokoiset suopursu ja juolukka. Ne tulevat säilymään vallitsevina lajeina myös turvekangasvaiheessa. Siinä vielä runsaana sinnittelevä rahkasammal vaihtuu pääosin seinäsammalkasvustoiksi.

8. Ojitusalueiden vesiensuojelu

Ympäristöministeriön vesiensuojelun tavoiteohjelman mukaisesti tulee metsätalousalueiden vesistökuormituksen vähentä 50 % vuoden 1993 tasosta vuoteen 2005 mennessä. Avainasemassa metsätalouden vesistökuormituksessa ovat ojitusaluemetsät. Tämän vuoksi jo 1980-luvulla alettiin kunnostusojitusalueiden yhteyteen lisätä erilaisia kiintoainesta ja ravinteita



Kuva 17. Ohutturpeisilla kohdilla voi myös varputurvekankaan puustossa silloin tällöin esiintyä kookkaita puuyksilöitä. (Kuva: Niko Silvan).

pidättäviä rakenteita, lähinnä kaivukatkoja ja laskeutusaltaita. Laskeutusaltaiden rakentaminen on nykyään kunnostusojitus-suunnittelun arkipäivää.

Laskeutusallas on laskuojaan kaivettu allas, jonka tehtävänä on hidastaa veden virtausta siinä määrin, että kiintoaines ja tällöin myös osa ravinteista laskeutuu altaan pohjalle. Laskeutusaltaan tilavuus suhteutetaan ojitusalueen koon ja altaan läpi virtaavan vesimäärän mukaan. Riittävän suuret laskeutusaltaat kykenevät pitättämään yli 90 % ojitusalueelta valuvasta karkeasta kiintoaineksesta, mutta liukoisten ravinteiden ja hienojakoisen kiintoaineksen pidättämisessä ne toimivat paljon huonommin. Laskeutusaltaaseen pidättyneiden liukoisten ravinteiden osuus jää alle 30 %:n. Puutteistaan huolimatta las-



Kuva 18. Laskeutusaltaassa veden virtausnopeus hidastuu ja kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle. Umpeenliettyminen on alkanut altaan tuloومان puolella. (Kuva: Niko Silvan).

keutusallas on rakentamiskustannuksiltaan edullisena ja helposti toteutettavana sekä riittävän suurena myös kohtuullisen tehokas etenkin kiintoaineksen pidättäjänä.

Tällä kohteella on pienehkö laskeutusallas, joka on tehty kunnostusojitusten yhteydessä vuonna 1989 (Kuva 18). Altaaseen kertynyt kiintoaines on muodostanut altaan tulopuolelle deltan, joka on pienentänyt jonkin verran altaan tehollista tilavuutta. Tämän vuoksi altaat tuleekin tyhjentää säännöllisin väliajoin riippuen ojitusalueen turvelajista, pohjamaan laadusta, kaltevuudesta ja virtausnopeudesta. Epäedullisissa olosuhteissa laskeutusallas voi täytyä jo muutamassa vuodessa, edullisissa olosuhteissa se säilyy toimintakykyisenä seuraavaan kunnostusojitukseen asti.

9. Jäkäläturvekangas

Kaikkein karuimmat kohosoiden ns. ombrotrofiset eli pelkän sadeveden varassa elävät kasvillisuusyhdykskunnat, kuten tämänkin kohteen rahkaräme ja keidasräme, kehittyvät tehokkaan kuivatuksen myötä jäkäläturvekankaiksi (ravinteisuustaso 6). Tyypillisimmillään ne ovat runsaiden poronjäkäläpintojen kirjavoimaa kanervakasvustoa, joissa ”sitkeimmät” suolajit kuten tupasvilla ja ruskorahkasammal säilyvät pitkään kasvillisuudessa mukana.

10. Riekon elinympäristön ennallistaminen

Soiden ojituksen tavoitteena on muuttaa suo puuta tuottavaksi kuivattamalla riittävän paksu pintaturvekerros mikrobitoiminnalle ja puiden juuristolle soveliaaksi kasvualustaksi. Tämä tapahtuu laskemalla suon vesipintaa 30–40 cm. Kaikkein karuimmat suotyypit kuten rahkarämeet (RaR), lyhytkorsirämeet (LkR), lyhytkorsinevat (LkN), rimpinevat (RiN) ja keidasrämeet (KeR) eivät kuitenkaan tarjoa taloudellisen metsänkasvatuksen edellyttämää kasvupotentiaalia. Siitä huolimatta myös näiden metsänkasvatuskelvottomien suotyyppien alkuperäinen kokonaispinta-ala on metsäojitusten vuoksi vähentynyt 56 %. Jopa keidasrämeistä on noin 45 % ojitettu. Tällaisilla ojitusalueilla ei tapahdu merkittävää puuston kasvun lisäystä, eikä ojituksen jälkeisessä kasvillisuuskehityksessä juuri koskaan saavuteta turvekangasvaihetta.

Näiden karujen suotyyppien ennallistamiseen eli luonnontilaisuuden palauttamiseen tähtääviin toimenpiteisiin ei talousmetsissä ole toistaiseksi osoitettu suurtakaan mie-

lenkiintoa suurten kustannusten vuoksi. Tietyissä erikoistilanteissa voidaan kuitenkin saavuttaa monimuotoisuuden kannalta merkittäviä hyötyjä palauttamalla kohteille ennen ojitusta vallinneet hydrologiset ominaispiirteet. Ojamaita hyväksi käyttäen tämä toteutetaan tukkimalla ojaverkosto ja tarvittaessa rakentamalla veden virtausta hidastavia patoja tukittuihin ojiin. Ennallistamiseen liittyy yleensä myös puuston rakenteen ennallistaminen, jossa pyritään palauttamaan luonnontilaisille soille tyyppillinen eri-ikäis- ja erikokoisrakenteinen sekä ryhmittäin sijoittunut puusto (Kuva 19). Ennallistamisen tavoitteena voivat olla monimuotoisuus eli joidenkin kasvitai eläinlajien suojelu tai vesiensuojelulliset tavoitteet eli ojitusalueilta valuvien ravinteiden ja kiintoaineksen pidättäminen ennallistettuja suopuskureita hyväksi käyttäen.

Tällä kohteella tutustutaan riekon (*Lagopus lagopus*, Kuva 20) elinympäristön ennallistamishankkeeseen vuonna 1970 uudisojitetulla ja 1989 kunnostusojitetulla suolla, jonka alkuperäinen suotyyppe on ollut pääosin rahka- ja keidasrämettä. Riekkko on laji, joka on kiistatta taantunut metsäojitusten takia. Selvintä taantuminen on ollut eteläisessä Suomessa, jossa riekkkoa vielä 1960-luvulla tavattiin suurimmilla nevoilla kohtuullisen yleisesti. Nykyisin laji on eteläisessä Suomessa varsin harvinainen. Laji on säilynyt tietyillä laajimmilla luonnontilaisilla nevoilla ja rämeillä tai kyllin avoimina säilyneillä ojitusalueilla. Riekon reviiirivaatimuksiin Etelä-Suomen soilla nimittäin kuuluu sekä keväiseen soitimeen tarvittava avoin nevaomainen osa että suojautumiseen, ruokailuun ja pesimiseen tarvittava puustoinen osa. Tällöin olennaista on suon keskustan säilyminen riittävän avoimena, vaikka suo

muilta osin olisikin ojitettua ja puusto sulkeutunutta.

Riekkopopulaatiot ovat kuitenkin ojitustoiminnan vuoksi toisistaan pahasti eristyneitä riekon paikkauskollisuuden ja vähäisen vaeltamisen vuoksi. Tällaisten eristyneiden, usein pienten populaatioiden taantumis- ja häviämiskäsi on suuri, vaikka alueella ei enää tehtäisikään ojituksia. Tämän vuoksi on perusteltua nopeuttaa riekolle sopivien elinympäristöjen ennallistamista tunnettujen riekon esiintymisalueiden ympäristössä, kuten tällä kohteella. Alkkian noin 2 500 ha:n tutkimusmetsäalueella on havaittu vuodesta riippuen



Kuva 19. Luonnontilaisen rämeen puustorakenne on erikokoisrakenteinen ja puut ovat ryhmittäin sijoittuneita. Rämeen ennallistamisen yhteydessä pyritään hydrologian ohella ennallistamaan luonnontilaisen kaltainen puustorakenne. (Kuva: Niko Silvan).



Kuva 20. Riekko on viime vuosikymmeninä selvästi taantunut Etelä-Suomessa, suurelta osin metsäojitus-toiminnan takia. (Kuva: Niko Silvan).

15–30 riekcoreviiriä ja riekkoja havaitaan säännöllisesti myös tällä ennallistettavalla kohteella. Tässä tapauksessa ennallistaminen suurella todennäköisyydellä nopeuttaa riekon palaamista kohteen pesimälinnustoon ja osaltaan auttaa Parkanon–Karvian alueen vähäistä riekkokantaa selviämään elinkykyisenä.

11. Metsitetty lyhytkorsineva

Kohde 11 liittyy samaan lannoitustutkimukseen kuin kohde 1. Täällä esiintyvät muutoin samat kasvupaikkatyypit kuin kohteella 1, mutta lisäksi on edustettuna koesarjan karuimpana kasvupaikkana lyhytkorsineva (ravinteisuustaso 5). Myös tällä koekentällä lannoitus lisäsi huomattavasti taimien kasvua. Typen lisäys fosforin ja kaliumin ohella lisäsi kasvua vähätyppisimmillä koaloilla (lyhytkorsineva), mutta vähensi kasvua kokeen runsastyyppisimmillä koaloilla (varsinainen ja ruohoinen saraneva sekä mesotrofinen lyhytkorsineva) samoin kuin kohteessa 1.

12. Purouoma

Merkittävä osa suomalaisen luontoon kuuluneista pienvesistä eli erilaisista puroista, lähteistä ja pienistä lammista on ollut soiden pienvesiä. Ne ovat omalta osaltaan luoneet soille ominaista kasvupaikkojen monimuotoisuutta. Varsinkin purot ovat kadonneet soilta lähes kokonaan ojitustoiminnan myötä. Vain kuivat kiemurtelevat uomat sarkaojien välissä ovat jäljellä, kuten tällä kohteella. Uomassa ovat aikoinaan virranneet yläjuoksun puolella olevan lähteen (kohde 14) vedet, kunnes ne vuodesta 1970 alkaen johdettiin nykyisiin sarkaojiin. Puron molemmin puolin on tällä kohden ollut melko runsasvetinen sararämejuotti, joka kuivatuksen myötä on kasvillisuudeltaan kehittynyt II-tyypin puolukaturvekankaaksi (ravinteisuustasoluokka 4). Tässä virranneet lähdevedet ovat olleet varsin vähäravinteisia ja tyyppillisempää olisikin ollut, että tällaisen puron varresta löytyisi ruohoinen sararäme tai -neva. Siinä tapauksessa kohteen kasvillisuus ja puusto olisivat ilmiasultaan muutoin melko samanlaista kuin nytkin, mutta pai-

kalta löytyisi keskikesällä joitain tyypillisiä mustikkaturvekankaan opaskasvilajeja kuten metsätähti, metsäimarre, metsäalvejuuri, nuokkotalvikki ja tähtitalvikki. Tästä on hyvänä, joskin kovin pienenä esimerkkinä myöhempi kohde 16.

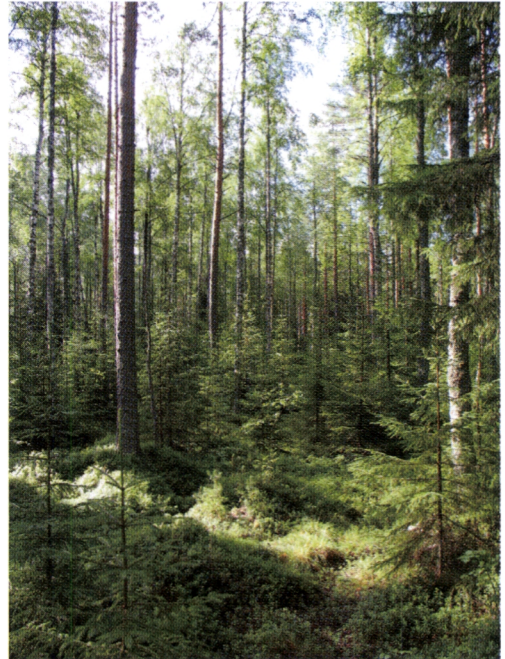
13. Puolukka- ja mustikkaturvekangas I

Kohteen alkuperäinen suotyyppi on todennäköisesti ollut puolukkakorpi (ravinteisuustasoluokka 4). Toinen vaihtoehto on tavallista karumpi mustikkakorpi (ravinteisuustasoluokka 3). Raja näiden kahden aidon korpiyytin välillä on hyvin liukuva. Tyypillisen mustikkakorven kasvillisuuteen kuuluu tuoreille kankaillekin ominaiset ruohot kuten metsäalvejuuri, metsäimarre ja metsätähti. Puolukkakorvesta

ne puuttuvat tai ovat hyvin vähälukuisia. Nämä opas- eli indikaattorilajit säilyvät myös turvekangasvaiheeseen asti erottaen mustikkaturvekangas I:n puolukkakorvesta syntyneestä puolukkaturvekankaasta. Tältä kohteelta mustikkaturvekankaan opaslajit puuttuvat, mutta niin puuttuvat myös puolukkakorvissa laikuittain esiintyvät rämevarvutkin (suopursu ja juolukka). Koska viimeksi mainitut todennäköisesti puuttuvat tältä kohteelta puuston voimakkaan varjostuksen vuoksi, voidaan kasvupaikan katsoa olevan puolukkaturvekangas I. Kuten koko Ylimysnevan alue, on tämäkin kohde uudisojitettu vuonna 1970 ja kunnostusojitettu vuonna 1989. Kohteen pintakasvillisuus on edennyt nopeasti lähelle lopullista turvekangasvaihetta, mikä on tyypillistä rehevistä aidoista puustoisista soista kehittyneille turvekangastyypeille.



Kuva 21. Mustikkaturvekangas I. (Kuva: Niko Silvan).



Kuva 22. Mustikkaturvekangas II. (Kuva: Niko Silvan).

I- ja II-tyyppin turvekankaiden erot ovat suurimmillaan juuri tilanteessa, jossa ensin mainittu on syntynyt ns. varsinaisesta korvesta (puolukka- ja mustikkakorvet). Tämä ilmenee erityisesti puustossa, joka esimerkiksi mustikkaturvekangas I:llä on lähes puhdasta kuusikkoa ja II-tyyppillä useimmiten mänty-koivusekametsää. Aivan kuten edellisen kohteen II-tyyppin puolukkaturvekankaalla, II-tyyppin mustikkaturvekankaita syntyy, kun alkuperäisenä suotyyppinä on sekatyyppeihin kuuluva ruohoinen sara-räme. Tämä on hyvä esimerkki siitä, miksi turvemaiden kasvupaikkaluokitus koetaan joskus kovin vaikeatajuiseksi ja terminologiaaltaan epäselväksi. Miksi ruohoisesta sara-rämeestä eli ruohoisesta nevarämeestä ei automaattisesti synny ruohoturvekangasta johtuu siitä, että tuon kasvupaikan luonnontilaisten märkien nevapintojen ruohoisuus on lähtökohdiltaan ja kasvilajikoostumukseltaan täysin eri asia kuin kuivatetun ruohoturvekankaan ruohoisuus. On valitettavaa, että ekologisen käsitteistön tarkentamattomuus osaltaan lisää turvemaiden kasvupaikkaluokituksen vaikeutta.

14. Lähteikkö ja sara-räme

Virtaava tai tihkuva pohjavesi tuottaa kasvupaikalle ns. lähteisyyttä ilmaisevaa kasvilajistoa. Pääasialliset tekijät ovat veden kylmyys ja happipitoisuus. Veden ravinteisuus vaihtelee suuresti ympäröivien kivennäismaiden ja pohjamaan ravinteisuuden mukaan, joten lähteisyys voi vaihdella niukkaravinteisesta (oligotrofia) runsasravinteiseen (eutrofia). Lähteisyys on Suomessa paikallinen ilmiö. Se liittyy usein laajojen, hyvin vettä läpäisevien kivennäismaiden, kuten harjujen, deltojen, vaarojen ja tuntureiden läheisyyteen. Tällä kohteella, kuten muuallakin Alkkianvuoren ympäristössä lähteisyys liittyy vuorelta valuvan pohjaveden purkautumiseen lähialueilla.

Vaikka lähteikköalue on jäänyt sekä uudis-ojituksen että kunnostusojituksen yhteydessä sarkaojien väliin, on se säilyttänyt osin saran suuntaisesti liikkuvien pohjavesivirtausten ansiosta melko hyvin lähteikölle tyypillisen hydrologiansa ja kasvillisuutensa. Kohteella esiintyy lähteisille



Kuva 23. Ojitusalueen keskelle jäänyt lähteikkö on yhä säilyttänyt pohjavesivaikutuksensa ja erottuu myös kasvillisuudeltaan selvästi ympäristöstään. (Kuva: Niko Silvan).

ja luhtaisille kasvupaikoille tyypillisiä, joskaan ei kovin vaateliaita kasvilajeja kuten hetesirppisammal (*Warnstorfia exannulata*), lettorahkasammal (*Sphagnum teres*), luhtarölli (*Agrostis canina*) ja tähtisara (*Carex echinata*). Alue on säilynyt myös maisemallisesti luonnontilaisen kaltaisena, harvapuustoisena ympäröivästä ojitetusta rämemänniköstä selvästi erottuvana kokonaisuutena (Kuva 23). Lähdevedet ruokkivat välittömästi sen eteläpuolella aukevaa pienialaista varsinaista sararämettä, joka lähdevirtaaman ansiosta on säilynyt lähes luonnontilaisena huolimatta siitä, että ojat sivuavat sitä kolmelta suunnalta vain vajaan kymmenen metrin etäisyyksiltä.

15. Siniheinä

Siniheinä (*Molinia caerulea*) on monivuotinen mätästävä heinä (Kuva 24). Sen luontaisia kasvupaikkoja ovat lettomaiset suot ja ohutturpeiset niityt. Tällä kohteella alkuperäinen kasvupaikka on todennäköisesti ollut ruohoinen saraneva (ravinteisuustasoluokka 2), jota yläpuolisen lähteen (kohde 16) vedet ovat ruokkineet. Siniheinän esiintyminen ojitusalueella kertoo usein alkuperäisen suon rimpisyydestä eli määristä painanteista, joissa suon pohjavesi on ollut pinnassa, ja sen myötä usein myös ravinne-epätasapainosta: alhaisesta puille käyttökelpoisesta fosfori- ja kaliumpitoisuudesta suhteessa korkeaan typpipitoisuuteen. Vaikka turvemaidella fosfori ja kalium ovat monesti muutenkin minimiravinteita, katsotaan siniheinäisyys kasvupaikan metsänkasvatuskelpoisuutta arvioitaessa alentavaksi tekijäksi. Siniheinäisillä kohteilla tulisikin kunnostusojituksen yhteydessä selvittää mahdollinen terveyslannoituksen tarve ja antaa tarvittaessa fosforia, kaliumia ja booria ennaltaehkäisevänä

toimenpiteenä kasvuhäiriöiden ja -tappioiden välttämiseksi. Kohteella esiintyy laikuttaisesti siniheinää, mutta toistaiseksi puustossa ei esiinny kaliumin puutteen tai kasvuhäiriöiden merkkejä.

16. Ojitettu lähde ja mustikkaturvekangas II

Ennen 1980-lukua ei ojitussuunnitteluun liittynyt varsinaista vesien- tai ympäristönsuojeluohjeistoa. Tämä johti hyvin kaavamaisiin ojituksiin, joissa tärkeintä oli luonnollisesti ojastojen paras kuivatus tekninen ja maanomistusolot huomioon ottava sijoittelu. Tällöin pienvesistöt koettiin usein vain haitallisina veden vaivamina kohteina, jotka tuli mahdollisuuksien mukaan kuivattaa. Näin ollen myös moni lähde tuli kuivatuksi.

Tällä kohteella on vuoden 1970 ojituksen alle jäänyt lähteensilmä, jonka läpi niskaoja kaivettiin. Lähteessä erottaa yhä entisen lähdekuopan hahmon, ja pohjahiekasta pulppuaa kuivimpia kesiä lukuun ottamatta yhä kirkasta lähdevettäkin. Lähteen jatkuvasta toiminnasta kertoo se, että lähde pysyy talvellakin pitkään sulana. Tämän kohteen ennallistamisessa oikea menettelytapa olisi tukkia niskaoja varovaisesti kummaltakin puolelta lähdeä ja jättää itse lähteensilmä ennallistumaan itseksen.

Ojan toisella puolen on esimerkki II-typin mustikkaturvekankaasta (ravinteisuustasoluokka 3), joka on alunperin ollut lähteen vesien ruokkima varsinaisen sarakorven tai ruohoisen sararämeen pienialainen ja vain lähteen lähiympäristöön rajautunut kasviyhdyksunta. Erotuksena puolukkaturvekangas II:n kasvillisuuteen täältä löytyy mustikkaturvekankaan opaskasvi-



Kuva 24. Siniheinä ilmentää turvemaalla kasvaessaan maaperän usein hyvin pientä kalium- ja fosforipitoisuutta suhteessa typpipitoisuuteen. (Kuva: Niko Silvan).

lajeista ainakin metsäalvejuuri, metsäimarre ja metsätähti.

17. Koivunviljelykoe

Kokeessa tutkittiin rauduskoivun ja hieskoivun soveltuvuutta metsänkasvatukseen avosuolla. Kohteen alkuperäinen suotyyppi on ollut lyhytkorsikalvakkanevaa, osin varsinaista saranevaa. Turpeen paksuus on 10–40 cm. Tällä hetkellä kasvupaikkatyyppi vaihtelee puuttomia rimpipintoja lukuunottamatta varputurvekankaasta (ravinteisuustaso 5) puolukkaturvekankaaseen (ravinteisuustaso 4). Kohteelle on annettu neljä erilaista lannoituskäsittelyä: lannoittamaton vertailu, NPK-lannos boorilla ja ilman sekä Super-Y-lannos hivenravinteineen (boori, kupari, mangaani, rauta, sinkki ja molybdeeni).

Rauduskoivun viljely suolla on onnistunut kohtalaisesti, mikä todennäköisesti johtuu kohteen ohuesta turvekerroksesta. Varsinkin alkuvaiheessa koe kärsi pahoista hirvivaurioista. Rauduskoivun pituuskasvu oli hieman hieskoivua heikompaa, mikä osittain johtui runsaammista hirvivaurioista. Rauduskoivun elossapysyminen parantui selvästi pääravinne- ja hivenlannoitusten myötä jääden kuitenkin hieskoivua huonommaksi. Kummallakin koivulajilla lannoitus pääravinteilla lisäsi kasvun moninkertaiseksi lannoittamattomaan verrattuna. Sen sijaan hivenlannoituksella ei havaittu olevan merkitystä. Yleisemmin ottaen voidaan rauduskoivun viljelyä turvemailla pitää mielekkäänä vain ohutturpeisten (turvetta alle 30 cm), hyvin kuivatettujen ja vähintään mustikkaturvekankaan viljavuustasolle yltävien ojitusalueiden kohdalla.

Kauniston kierrokseen ja soiden metsä- talouteen liittyvää kirjallisuutta

- Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). 2005. Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947. 376 s.
- Cajander, A.K. 1909. Über Waldtypen. *Acta Forestalia Fennica* 1(1): 1–175.
- Cajander, A.K. 1913. Studien über die Moore Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 2(3): 1–208.
- Huikari, O. 1995. Metsämaiden luokitus ekologista kartoitusta varten. ISBN 951-26-4085-6. 65 s.
- Huttunen, A. 1990. Vegetation and palaeoecology of a bog complex in southern Finland. *Aquilo ser. Bot.* 28: 27–37.
- Hökkä, H., Kaunisto, S., Korhonen, K.T., Päivänen, J., Reinikainen, A. & Tomppo, E. 2002. Suomen suometsät 1951–1994. Metsätieteen aikakauskirja 2B/2002: 201–357.
- Karsisto, M. & Kaunisto, S. 1992. Kuitatuksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus turpeen hiiliyhdisteiden laatuun ja mineralisoitumiseen. Julkaisussa: Kanninen, M. & Anttila, P. (toim.). Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma. Tutkimusten väliraportti. Suomen Akatemian julkaisu 2/92: 215–21.
- Kaunisto, S. 1982. Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. *Seloste: Männyn istutustaimien kehityksen riippuvuus eräistä turpeen ominaisuuksista sekä lannoituksesta, muokkauksesta ja kalkituksesta ojitetuilla avosuolla.* *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 109. 56 s.
- Kaunisto, S. 1990. Kaliumin merkitys suometsissä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 369: 31–35.
- Kaunisto, S. 1985. Lannoituksen, ilman lämpösumman ja eräiden kasvualustan ominaisuuksien vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun turvemaidella. Summary: Effect of fertilization, temperature sum and some peat properties on the height growth of young pine sapling stands on peatlands. *Folia Forestalia* 616. 27 s.
- Kaunisto, S. 1985. Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. Summary: Afforestation experiments at Aitoneva, Kihniö. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 177. 53 s.
- Kaunisto, S. 1993. Metsänterveyslannoitus turvemaidella. Julkaisussa: Karlsson, K. (toim.). Skogsforskningsdag i Vörå 1992 – Metsäntutkimuspäivä Vöyrissä 1992. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 457: 10–14.
- Kaunisto, S. 1988. Metsäojitettujen turve maiden ravinnevarat. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 300: 3–9.
- Kaunisto, S. 1988. Metsäojitettujen turve maiden ravinnevaroista ja niiden riittävydestä. Summary: On nutrient amounts and their sufficiency for wood production on drained peatlands. *Suo* 39(1–2): 1–7.
- Kaunisto, S. 1997. Peatland forestry in Finland: Problems and possibilities from the nutritional point of view. Julkaisussa: Trettin, C.C., Jurgensen, M.F., Grigal, D.F., Gale, M.R. ja Jeg-

- lum, J.K. (toim.). Northern forested wetlands. Ecology and management. s. 387–40.
- Kaunisto, S. 1983. Puuston typpilannoitustarpeen määrittämisestä ojitetuilla turvemaidella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 94: 4–19.
- Kaunisto, S. 1973. Raudus- ja hieskoivun viljelystä metsäojitetuilla soilla. Summary: Afforestation of open peatlands with *Betula pubescens* and *B. verrucosa*. Suo 24(1): 4–7.
- Kaunisto, S. 1988. Suometsien uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 125–132.
- Kaunisto, S. 1989. Turvemaiden ravinnetalouden perusteita. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 337: 6–14.
- Kaunisto, S. & Finér, L. 1988. Turvemaiden ravinnevarat ja ravinteiden kierto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 56–67.
- Kaunisto, S. & Moilanen, M. 1992. Potassium fertilization on peatland forests. Proceedings of the 9th International Peat Congress. Uppsala Sweden 22–26 June 1992. Vol 3. 1 s.
- Kaunisto, S. & Moilanen, M. 1998. Kasvualustan, puuston ja harvennuspoistuman sisältämät ravinnemäärät neljällä vanhalla ojitusalueella. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 3/1998: 393–410.
- Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. Seloste: Turpeen ravinnevarat vanhoilla ojitusalueilla ja puuston kasvu. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 145. 39 s.
- Kaunisto, S. & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemaidella. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review. Folia Forestalia 625. 75 s.
- Kaunisto, S. & Sarjala, T. 1997. Critical needle potassium concentrations indicated by diamine putrescine in Norway spruce growing on peat soils. Silva Fennica 31(4): 383–390.
- Kaunisto, S. & Moilanen, M. & Issakainen J. 1999. Effect of apatite and phlogopite application the needle nutrient concentrations of *Pinus sylvestris* (L.) on drained pine mires. Suo 50(1): 1–15.
- Laine, J. & Vasander, H. 2005. Suotyypit ja niiden tunnistaminen. Metsäkirjat. ISBN 952-5118-70-3. 110 s.
- Rikala, R. 1989. Kontortamännyn kasvatuskoe. Perustaminen ja taimien alkukehitys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 344. 46 s.
- Sarjala, T. & Kaunisto, S. 1996. Effect of different potassium sources on the seasonal variation of potassium and free polyamines in Scots pine needles. Silva Fennica 30(4): 387–398.
- Sarjala, T. & Kaunisto, S. 1992. (Poster-abstr.). Effect of potassium deficiency on needle polyamines of Scots pine, Physiologia Plantarum 85(3): Part 2: A71.
- Sarjala, T. & Kaunisto, S. 1993. Needle polyamine concentrations and potassium nutrition in Scots pine. Tree Physiology 13: 87–96.

"Kauniston kierros" on Parkanon ja Karvian rajoilla Alkkian Ylimysnevalla sijaitseva suo-aiheinen luontopolku, joka kertoo soiden metsätaloudesta ja siihen liittyvästä tutkimuksesta. Vajaan kolmen kilometrin pitkospuureitin nimi juontaa juurensa Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon yksikössä pitkään vaikuttaneeseen suometsätieteen professoriin, dosentti Seppo Kaunistoon. Kauniston kierros on huomionosoitus lähes neljä vuosikymmentä suometsätieteen parissa työskennelleen tutkijan työuran kunniaksi.

Useiden Ylimysnevalla sijaitsevien koekenttien lisäksi polkureitti tarjoaa mahdollisuuden ojitusalueiden kasvillisuuden, kasvupaikkaluokituksen sekä käytännön metsänparannustoiminnan esittelyyn. Tämä kirja esittelee polun varrella olevia opastauluja yksityiskohtaisemmin suomalaisen suometsätalouden käyttöä ja tutkimusta.