

Kasvupaikkatekijöiden vaikutus vanhojen ojitusalueiden taimettumiseen. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu

Effect of site factors on restocking of old drainage areas. A literature review

Markku Saarinen

Markku Saarinen, Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano, Finland (e-mail markku.saarinen@metla.fi)

The rate of forest renewal on drained peatlands in Finland will undergo a rapid rise in the near future as a large amount of these forests approach renewal age. Indeed, forest renewal increasingly calls for familiarity with the special characteristics of peatland habitats. These special characteristics, making them different from upland sites, are primarily connected with hydrology, temperature conditions, nutrient status, and with changes in the composition of the ground vegetation. This literature review is focused on the effects of these site factors on the germination of tree seeds and the initial development of seedlings on different seedbeds.

Key words: drainage areas, natural regeneration, peatlands

JOHDANTO

Vanhojen ojitusalueiden metsänuudistamisen perusongelma on ollut tutkimustiedon puute. Uudistamisen kokeita on turvemaille tehty varsin vähän ja ne perustuvat lähinnä muokkauksen, viljelyn ja luontaisen uudistamisen menetelmävertailuihin. Tiedon puute koskee erityisesti itse taimettumista eli itämistä ja sirkkataimien kehitystä sekä erilaisen ympäristötekijöiden siinä aiheuttamaa vaihtelua. Lisäksi kokeiden ja koekenttien vähäisyys aiheuttaa ongelmia saatavilla olevaa tietoa yleistetäessä.

Myös käytännön kokemukset ojitusaluemetsien uudistamisesta ovat melko vähäisiä. Raportoituja tuloksia on saatavilla lähinnä kuuden eteläisimmän metsäkeskuksen toimialueilta 1970-luvun lopulta (Peltonen 1986). Niiden perusteella ojitusalueiden luontaiselle taimettumiselle on ominaista erityisesti hieskoivun kangasmaakohteita nopeam-

pi uudistuminen. Havaintoaineisto käsitti lähinnä kasvillisuussukcession alkuvaiheen ojitusalueita. Taimettumiseen liittyvien ongelmien on kuitenkin katsottu painottuvan jo turvekankaiksi kehittyneille vanhoille ojitusalueille (Kaunisto 1984, Kaunisto & Päivänen 1985, Saarinen 1993a).

Valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin mukaan uudistettavia puustoja on ojitusalueilla n. 180 000 ha ja varttuneita kasvatusmetsiä n. 720 000 ha. Ojitusaluemetsien uudistaminen tulee lähitulevaisuudessa nopeasti lisääntymään kasvatusmetsien tullessa uudistuskypsään ikään. Metsien uudistaminen edellyttääkin yhä useammin myös turvemaiden kasvupaikkojen erityispiirteiden tuntemusta erityisesti mikäli pyritään tukeutumaan luontaiseen uudistamiseen. Kangasmaista poikkeavat erityispiirteet liittyvät lähinnä vesi-, lämpö- ja ravinneoloihin sekä pintakasvillisuuden muutoksiin. Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan näiden kasvupaikkatekijöiden sekä taimet-

tumisen eli sirkkataimien syntymisen ja varhaiskehityksen vuorosuhteita. Ojitusalueiden metsien uudistamista on aiemmin käsitelty Kauniston ja Päiväsen (1985) laatimassa kirjallisuuskatsauksessa.

TAIMETTUMISEEN VAIKUTTAVIEN KASVUPAIKKATEKIJÖIDEN ERITYISPIIRTEET

Pohjavesi

Maan pintaa lähellä oleva pohjavesi vaikuttaa ojitusalueilla suoraan puiden juuriston kasvutilaan ja sen ilmavuuteen (Paavilainen 1967, 1970, Lähde 1969, Päivänen 1973, Mannerkoski 1985). Toisaalta puusto vaikuttaa haihdunnallaan voimakkaasti pohjavesitason vaihteluun (Päivänen 1982, Lukin 1988). Useimmiten pohjavesipinnan taso on riittävän lähellä (alle 50 cm) suon pintaa mahdollistaakseen veden katkeamattoman kapillaarisen yhteyden pintaturpeeseen (Paavilainen & Virrankoski 1967, Paavilainen 1970, Ahti 1974, Laine & Mannerkoski 1975, Mannerkoski 1985). Pintaturve voi näin ollen pysyä turpeen ominaisuuksista riippuen taimettumisen kannalta riittävän kosteana pitkiäkin sateettomien kausien aikana. Maan kosteuteen voidaan sääolojen sallimissa rajoissa vaikuttaa metsätaloudellisin toimenpitein. Ojaverkoston kunnostuksen jälkeen pohjaveden keskimääräinen syvyys lisääntyy ja turpeen pintaosat kuivuvat. Vastaavasti kunnostustoimenpiteiden viivästäminen, ojien patoaminen ja voimakkaat puuston hakkuut nostavat pohjavesipinnan tasoa.

Pohjavesipinnan tasosta, sääoloista ja turpeen rakenteesta riippuva itämisalustan vesipitoisuus ja veden sitoutuneisuus eli vesipotentiali vaikuttavat itämistulokseen ja sirkkataimien kehitykseen (Sato & Goo 1954, Kamra 1968, 1969, Larson & Schubert 1969, Kaunisto 1971, Mannerkoski 1971, 1976, 1985.). Itämisen mahdollistava kasvualustan vesipotentiali vaihtelee laajoissa rajoissa, mutta vesipotentialin laskiessa itämisnopeuskin laskee. Liiallinen vesi taas haittaa itämistä vaikeuttamalla siementen hapen saantia (esim. Kramer & Kozłowski 1960).

Pohjavesipinnan taso ei vaikuta siementen itämiseen, mikäli itämisalusta saa riittävästi kosteutta sateena. Mikäli sadetta ei ole ja kasvualustan kosteus on pohjaveden varassa, pohjaveden kohoami-

nen lisää siementen itämistä voimakkaasti (Saarinen 1993a). Liian korkealla oleva pohjavesi (alle 10 cm) on toisaalta sirkkataimien juurtumisen ja varhaiskehityksen kannalta epäedullinen (Kaunisto 1971, Mannerkoski 1971). Hieskoivun (*Betula pubescens* Ehrh.) taimettuminen on osoittautunut mäntyä (*Pinus sylvestris* L.) ja kuusta (*Picea abies* (L.) Karst.) vähemmän pohjavesitason syvyydestä riippuvaiseksi (Paavilainen 1970). Maanpintaa lähellä olevan pohjavesipinnan epäedullinen vaikutus ilmenee erityisesti muokkaamattomalla turvepinnalla, johon on suora pohjaveden kapillaarinen yhteys (Kaunisto 1971). Turvepinnan muokkaus vastaavasti vähentää itämisalustan kapillaarista kosteutta vähäsateisten ja kuivien sääjaksojen aikana (Groot & Adams 1994).

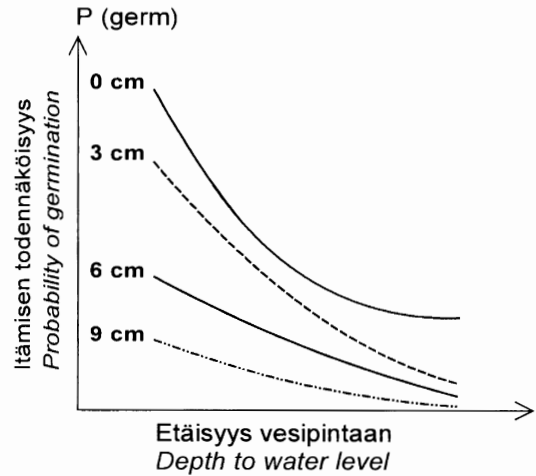
Koejärjestelyissä, joissa pohjavesipinnan taso on pidetty vakiona, männyn sirkkataimien kasvu on ollut parasta pohjavesipinnan ollessa 10–30 cm etäisyydellä maanpinnasta (Mueller-Dombois 1964, Paavilainen 1970, Kaunisto 1972, Paavilainen & Norlamo 1975, Mannerkoski 1976, 1985). Taimien kasvaessa pohjavesipinnan tason on oltava syvemmällä kasvuoptymin saavuttamiseksi (Mueller-Dombois 1964, Ferda 1968). Luonnonoloissa pohjavesitaso kuitenkin vaihtelee sääolojen mukaan. Tällöin ne kosteusolot, jotka vallitsevat pohjavesipinnan ollessa lähimpänä maanpintaa, vaikuttavat eniten sirkkataimien kehitykseen. Sirkkataimien kasvu heikkenee, jos pohjavesipinnan taso nousee, vaikka vain lyhytaikaisestikin mutta toistuvasti, alle 10 cm:n etäisyydelle turpeen pinnasta (Mannerkoski 1985).

Pintakasvillisuus

Ojituksen jälkeisessä pintakasvillisuuden suksiossa rahkasammalet kuolevat laikuttain. Varsinkin ojien läheisyyteen syntyy jo nuorillakin ojitusalueilla eri kokoisia sammalettomia karikepintoja, kun muualla rahkasammal on vielä vallitseva. Karikepinnoille ilmaantuu vähitellen kangasmaiden pohjakerrokselle ominaisia seinä-, kynsi- ja kerrossammalia. Mikäli pohjavesipinnan taso pysyy jatkossakin riittävän syvällä, muodostavat kangasmetsien sammalet pääosan pohjakerroksesta ja kasvupaikka muuttuu turvekankaaksi (Sarasto 1957, 1961a, b, Mannerkoski 1970, 1976, Kuusipalo ja Vuorinen 1981, Pienimäki 1982). Suurella

osalla vanhoista ojitusalueista kasvillisuussukkesio kuitenkin keskeytyy ja vaihtaa suuntaansa rahkasammalpintojen lisääntyessä. Pohjakerroksen karikepinnoille ja kangasmetsien sammallajiston sekaan syntyy tuolloin uusia rahkasammalkasvustoja. Vuosikymmeniäkin vanhoilla ojitusalueilla sammalpeitteettömiä karikepintoja voi olla puolet pohjakerroksen pinta-alasta lopun ollessa rahkasammalien peitossa (Immonen-Joensuu 1987). Vanhojen ojitusalueiden pintakasvillisuudelle onkin tyypillistä erisuuntaisten kehityskulkujen luoma monimuotoisuus. Erilaisten sammalpintojen aiheuttamaa taimettumisherkkyyden vaihtelua lisää osaltaan myös vanhoille ojitusalueille kerrostuva huonosti maaton karikekerros eli raakahu-mus. Rakenteeltaan löyhänä ja usein melko ilma-vana se kuivuu pintaosiltaan herkästi (Sarasto 1963, Kaunisto 1984). Samalla korostuu myös itä-misalustan laadun ja pohjavesipinnan tason yhdys-vaikutus. Karikemassasta ja varpujen juurihuovas-tosta muodostuneella, helposti kuivuvalla raaka-humuspinalla pohjavesipinnan liiallinen alene-minen heikentää voimakkaammin taimettumis-herkkyyttä kuin paljaalla turvepinnalla (Kuva 1, Saarinen 1993a).

Soiden rahkasammalet pystyvät varastoimaan runsaasti vettä ja rahkasammalpinnaat pysyvät yleensä kosteina kuivienkin sääjaksojen ajan (Losee 1961, Jeglum 1979, Groot & Adams 1994). Vaikka rahkasammalpinnoille syntyy enemmän sirkkataimia kuin kangasmaille tyypillisille sam-malpinnoille, on niillä toisaalta todettu olevan vä-hemmän vakiintuneita taimia (Immonen-Joensuu 1987). Tämä saattaa johtua liiallisesta kosteudesta, mutta joissakin tapauksissa myös rahkasammalien versojen suuresta kasvunopeudesta, jolloin pienet sirkkataimet tukehtuvat sammalkasvustoon (Saarinen 1933, Roe 1949, Arnott 1968, Johnston 1977, Jeglum & Kennington 1993). Kenttäkerrok-sen kasvilajistolla, kuten vaivaiskoivulla (*Betula nana* L.), voi tässä suhteessa olla positiivinen elä-vän rahkasammalkerroksen paksuutta vähentävä vaikutus (Sarasto 1963). Yleisesti ottaen rahka-sammalet ruskorahkasammalen (*Sphagnum fus-cum* (Schimp.) Klinggr.) muodostamia mättäitä lukuunottamatta ovat ainoat lajit, jotka tarjoavat varauksetta otollisen itämisalustan puiden sien-mentille (Place 1955, Heinselman 1957, Sarasto & Seppälä 1964, Johnston 1977, Wood & Jeglum 1984, Groot & Adams 1994). Myös rämekarhun-



Kuva 1. Kasvihuonekokeeseen perustuva teoreettinen kuvaus raakahumuskerroksen (0, 3, 6 ja 9 cm) ja vedenpinnan tason yhdysvaikutuksesta männyn siementen itämistodennäköisyyteen.

Fig. 1. Interaction of the thickness of raw humus layer (0, 3, 6 and 9 cm) and the depth to water table on the germination probability of pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. Theoretical illustration based on a greenhouse experiment.

sammal- (*Polytrichum strictum* Brid.) ja suoni-huopasammal- (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr.) pinnaat sekä ruohoturvekankaiden varstasammal- (*Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.) pinnaat voivat olla hyviä taimettumisalustoja. Sen sijaan muut karhunsammalpinnaat sekä turvekan-kaille ominaiset seinä- ja kerrossammalkasvustot taimettuvat erittäin huonosti. Seinäsammalten osalta taimettumisherkkyyden tosin vaihtelee, sillä sammalten taimettumista heikentävät ominaisuudet liittyvät todennäköisesti enemmän niiden kasvutapaan ja -voimakkuuteen kuin sammallajiin sinänsä (Sarasto & Seppälä 1964).

Kenttäkerroksen kasvilajeista taimettumista heikentävät niukkaravinteisilla ojitusalueilla erityisesti tupasvilla (*Eriophorum vaginatum* L.) sekä harmaa- (*Carex canescens* L.) ja pallosara (*C. globularis* L.) (Sarasto 1963). Näistä tupasvilla voi varpu- ja puolukkaturvekankailla levitä erittäin voimakkaasti uudistushakkuun jälkeen (Kuva 2, Kuusipalo & Vuorinen 1981, Saarinen 1993a). Ruohoturvekankaiden uudistusaloilla kenttäkerroksen kasvillisuuden kehitys on erityisen voimakasta. Tiheä vadelma- (*Rubus idaeus* L.) kasvusto



Kuva 2. Tupasvilla voi levitä nopeasti hakatulla turvekankaalla.

Fig. 2. Cottongrass (*Eriophorum vaginatum* L.) may spread rapidly after timber harvesting on drained peatlands.

on usein merkittävin piirre viljavimpien turvemaiden avohakkuualueilla. Samoin maitohorsma (*Epilobium angustifolium* L.) ja mesiangervo (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) synnyttävät tiheitä ja taimia varjostavia kenttäkerroksen kasvustoja (Hannerz & Hånell 1993, Moilanen ym. 1995).

Turvemaiden uudistusalojen muokkausjälkien pintakasvillisuuden kehittymisestä on hyvin vähän kasvillisuuden seurantaan perustuvaa tietoa. Havainnot tupasvillan leviämisestä turvekankaiden siemenpuualoilla koskevat muokkaamattomien pintojen lisäksi myös jyrsinpintoja (Saarinen 1993a). Vastaavasti mätästyspinnat saattavat jo parissa vuodessa peittyä karhunsammalkasvustoihin ja menettää taimettumisherkkyytensä nopeammin kuin vastaavat kivennäismaiden muokkausjäljet (Moilanen ym. 1995).

Viljavien turvemaiden uudistushakkuussa voidaan puuston asteittaisella poistamisella vaikuttaa voimakkaasti pintakasvillisuuden peittävyYTEEN ja lajistoon. Jo alle 200 rungton suojuspuustoissa valtaosa metsikössä ennen hakkuuta vallinneesta kosteutta ja varjostusta vaativasta lajistosta säilyy lisäten pintakasvillisuuden monimuotoisuutta avohakkuuoloihin verrattuna (Hannerz & Hånell 1993, 1997). Mikäli uudistamisen tulokseksi halutaan hieskoivun lisäksi myös kuusen taimia, saattaa luontainen taimettuminen edellyttää muokkaamattomissa ruohoturvekankaan kuusikoissa kuitenkin puuston vähittäistä väljentämistä ainakin kolmessa eri vaiheessa (Lukkala 1946).

Kenttäkerroksen lajisto voi vaikuttaa puun taimien syntymiseen ja kasvuun myös allelopaattisesti eli erittämällä kasvuypäristöön taimien syntymisen ehkäiseviä kemiallisia yhdisteitä (Zackrisson & Nilsson 1989). Kasvihuonekokeissa juolukan (*Vaccinium uliginosum* L.), suopursun (*Le-dum palustre* L.) ja variksenmarjan (*Empetrum nigrum* L.) voimakkaimpien versouutteiden on todettu ehkäisevän koivun ja männyn taimettumista (Hytönen 1992).

Turpeen kostuvuus

Turve on ominaisuuksiltaan helposti kostuvaa ja huokoisuutensa vuoksi se pidättää runsaasti vettä. Kuivuessaan turve kuitenkin muuttuu vettä hylkiväksi. Mitä maatumempaa ja kuivempaa turve on, sitä vaikeammin se kostuu uudelleen. Kostuvuuteen vaikuttavat myös turpeen kasvinjäännöskootus ja kemialliset ominaisuudet kuten rautahumaahtiyhdisteiden määrä (Bunt 1988, Reinikainen 1996).

Ojitusalueiden metsänuudistusaloilla kasvi-peitteen alta paljastettu pintaturve ei turvekerroksen varastoiman kosteuden ja pohjavesipinnan läheisyyden vuoksi pääse kuivumaan liikaa. Sen sijaan mätästettäessä pintakasvillisuuden ja hakkuutähteiden päälle nostettu turve on ainakin pintaosiltaan altis kuivumiselle pitkien poutajaksojen aikana. Mikäli mättään pintaosiin syntyy riittävän paksu kuivuneen turpeen kerros, tarvitaan jatkossa pitkäaikaisia sateita kuivan pintakerroksen uudelleen kostuttamiseksi. Kyseisen kaltaisessa tilanteessa mättään taimettumista edistää kuivuvan pintaturpeen halkeilu, jolloin osa siemenistä voi itää syvemmillä mättään kosteassa turpeessa. Myös turpeeseen sekoittunut kivennäismaa parantaa taimettumisoloja lisäämällä turpeen kostuvuutta.

Myös jyrsinpintoja on altis liialliselle kuivumiselle. Se saattaa olla eräs syy siihen, että jyrsinjäljet ovat osalla turvekankaiden männyn luontaisen uudistamisen koekentistä taimettuneet hyvin (Kaunisto 1984) ja osalla taas varsin heikosti (Saarinen 1993a). Jyrsimellä poistetun pintakasvillisuuden ja raakahumuskerroksen alta paljastetussa vakopinnassa maan kosteus säilyy kuivienkin sääjaksojen aikana. Siksi vakopinnoille on ollut ominaista erityisesti hieskoivun taimien runsaus. Taimettumisen ja muokkauspinnan vesiololo-

jen riippuvuutta ei em. kokeissa ole tutkittu, eikä näin ollen ole tiedossa missä määrin muut ympäristötekijät ovat vaikuttaneet taimettumiseen.

Ravinnetalous

Puiden käytettävissä olevien kivennäisravinteiden määrät suhteessa kasvualustan tyypimääriin ovat huomattavasti pienemmät kuin kangasmailla. Varsinkin sellaisilla ojitetuilla turvemailla, joilla luonnontilaisina on runsaasti nevapintoja (avosuot ja ns. sekatyypin rämeet ja korvet), on muita ojitusalueiden kasvupaikkoja yleisemmin mm. kaliumin niukkuutta (Kaunisto & Paavilainen 1988, Kaunisto 1989, 1997). Koska eräiden mineraaliravinteiden kuten kaliumin pitoisuus turpeessa yleensä pienenee mentäessä syvemmälle turvekerrostuksessa (Holmen 1964), typen ja kivennäisravinteiden mahdollinen epäsuhde taimettumiseen ilmenee todennäköisimmin lähinnä mätästysaloilla. Voimaperäisesti muokatussa maassa ilmaisuus ja mikrobitoiminnalle edulliset lämpöolot kohottavat lisäksi turpeen liukoisten typpiyhdisteiden pitoisuudet moninkertaisiksi muokkaamattomaan turpeeseen verrattuna (Piispanen & Lähdesmäki 1982). Tämä voi entisestään korostaa turpeen typen ja kivennäisravinteiden kasveille epäedullisia ravinnesuhteita vaikuttaen mm. taimien kasvuun ja kylmänkestävyyteen.

Turpeen ravinnesuhteiden vaikutus taimettumiseen näyttäisi korostuvan koivun uudistumisessa, sillä fosfori- ja kaliumlannoituksella on saatu lisäyksi lähinnä hieskoivun sirkkataimien määrää. Useimpien tutkimusten mukaan lannoituksella ei ole vaikutusta havupuiden taimettumiseen, tai sitten vaikutus on haitallinen (Koskela 1970, Paavilainen 1970, Kaunisto 1971, 1972, 1975, Mannerkoski 1971, 1972, Heikurainen & Laine 1976, Moilanen & Issakainen 1981, 1984, Saarinen 1993b). Haitta on sitä suurempi mitä kuivemmalle kasvualustalle lannoitteita lisätään. Männyn taimettumisen on tosin havaittu myös lisääntyneen erityisesti tuhkalannoitetuilla ja kylvetyillä mätästysaloilla (Silfverberg 1995). Näin siitähän huolimatta, että siementen kastelu tuhkaliuksessa heikentää voimakkaasti itävyyttä. Eri-laisten lannoitusten ja taimettumisen väliseen riippuvuuteen vaikuttaakin olennaisesti kasvualustaan lisättyjen ravinteiden konsentraatio maavesiliuok-

sesta. Tuhkan on todettu muuttavan myös turpeen fysikaalisia ominaisuuksia ja lisäävän sitä kautta taimettumisen mahdollisuuksia (Huikari 1951).

Lämpöolot

Kasvukaudenaikaiset hallat ovat Etelä-Suomessa yleisiä ajankohtana, jolloin havupuiden siemen itää ja taimien versot kasvavat pituutta. Kangasmaillakin minimilämpötila 5 cm:n korkeudella maanpinnasta laskee usein alle -3°C asteen ajankohtana, jolloin kasvukauden lämpösomma on kohonnut jo yli 200 d.d. (Rikala & Repo 1987). Aukeaksi tai siemenpuuasentoon hakatun ojitusalueen lämpöolot ovat alavan topografiansa vuoksi yleensä kangasmaita äärevämmät. Tähän suuntaan vaikuttavat myös turvemaan kivennäismaita heikkomat lämmönvarausominaisuudet, jotka riippuvat turpeen maatuneisuudesta, turvelajista ja pohjavedenpinnan tasosta (Heikurainen & Seppälä 1963, Braecke 1972, Mannerkoski 1988, Hytönen & Silfverberg 1991, Hökkä ym. 1997). Maan lämmönvarastoimiskyky vaikuttaa yöaikaiseen lämpötilaan maanpinnan läheisissä ilmakerroksissa. Vaikka ilman minimilämpötilat eivät olennaisesti poikkeaisikaan kahden metrin korkeudelta mitattuna, hallan esiintymistiheys voi turvekan kaan siemenpuualalla alle 15 cm korkeudella olla kaksinkertainen viereiseen kivennäismaakohteeseen verrattuna (Saarinen & Heiskanen 1995). Myös pintakasvillisuus ja maanmuokkaus vaikuttavat turvemaan lämmönvarausominaisuuksiin ja siten maan pinnan läheisen ilmakerroksen minimilämpötiloihin. Kasvipeitteettömällä turvepinnalla ilman minimilämpötila voi hallayönä olla kolme astetta korkeampi kuin koskemattoman pintakasvillisuuden läheisessä ilmakerroksessa (Braecke 1972, 1978).

Yleisin ojitusalueiden uudistamiseen liittyvä ongelma on kuusen hallavaurioiden esiintyminen (Multamäki 1942, Heikurainen 1982). On kuitenkin syytä huomata, että myös männyn sirkkataimien kuolleisuus ja kasvuhäiriöt lisääntyvät nopeasti lämpötilan laskiessa -3°C asteen alapuolelle (Vaartaja 1954, Raitio 1987, Rikala & Repo 1987). Turvemaiden ravinnesuhteet voivat vaikuttaa taimien kylmänkestävyyteen ja hallavaurioiden esiintymiseen. Männyn taimien altistumista hallavaurioille on pystytty vähentämään kalium-

lannoituksella (Koskela 1970). Myös boorinpuutoksen on otaksuttu heikentävän hallankestävyyttä (Silfverberg 1980). Taimien ravinnesuhteiden ja kasvukauden aikaisen hallankestävyyden riippuvuudesta on viimeaikaisissa tutkimuksissa toisaalta todettu, että kaliumin puutos ei vaikuta karaistumattoman männyn taimen kylmänkestävyyteen. Karaistuneilla taimilla jopa kylmänkestävyys oli paras niillä taimilla, joiden neulasten kaliumpitoisuudet olivat alhaisimmat (Sarjala ym. 1997). Kasvualustan runsas typpipitoisuus sen sijaan heikentää taimen talveentumista ja altistaa syksyn ensimmäisten pakkasten aiheuttamille paleltumisille (Pietiläinen ym. 1996).

PÄÄTELMIÄ JA JATKOTUTKIMUSTARPEITA

Lähellä maan pintaa oleva pohjavedenpinta, maan vesipitoisuuden sekä ravinteisuuden vaihtelut ja kasvupaikan äärevämmät lämpöolot ovat tekijöitä, jotka metsää uudistettaessa selvimmin erottavat turvemaiden ojitusaluet kangasmaiden kasvupaikoista. Uudistettavassa metsikössä on useimmiten sekä soille että kangasmaille ominaista kasvillisuutta. Rahkasammalpintojen yleisyydestä johtuen taimettumisherkkyuden vaihtelu on yleensä suurempaa kuin kangasmailla.

Pohjavedenpinnan vaihtelu vaikuttaa taimettumiseen erityisesti sateettomien ja kuivien sääjaksojen aikana. Syvällä olevan pohjaveden ja heikon taimettumisen väliseen riippuvuuteen vaikuttavat selvästi veden kapillaarista nousua rajoittavat tekijät, kuten raakahumus-kunnan esiintyminen. Pohjavedenpinnan nostaminen voi siis edistää uudistusalan luontaista taimettumista erityisesti raakahumus-kunttaisilla turvekankailla. Toisaalta lähellä maanpintaa oleva pohjavedenpinta saattaa sateisen kasvukauden aikana kohota liikaa tuhoten erityisesti pieniä sirkkataimia. Uudistamishakkuuta seuraava pohjavedenpinnan kohoaminen voi myös aiheuttaa nopeita, jo ensimmäisen kasvukauden aikana ilmeneviä pintakasvillisuuden muutoksia, jolloin eräät suokasvit kuten tupasvilla valtaavat alaa kenttäkerroksessa.

Pohjavedenpinnan ja taimettumisen välistä riippuvuutta ei ole tutkittu kenttäkokein. Ajatus turvekankaiden taimettumisherkkyuden paranta-

misesta pohjavedenpinnan tasoa nostamalla voisi kuitenkin olla tärkeimpiä vanhojen ojitusaluiden luontaisen uudistamisen tutkimusaiheita. Turpeen ominaisuuksien ja raakahumuskerroksen vaikutus itämisalustan kosteuteen on tärkeä tekijä pyritäessä ennustamaan turvekankaiden uudistumisherkkyyttä. Kenttäkokeita tarvitaan myös pintakasvillisuuden muutosten tutkimiseksi. Uudistushakkuuta seuraavista pintakasvillisuuden muutoksista erilaisilla pohjavedenpinnan tasoilla tiedetään vähän, vaikka niiden on selvästi havaittu vaikuttavan turvekankaiden taimettumiseen.

Ojitetuilla turvemaidella muokkausmenetelmänä on käytetty lähes yksinomaan mätästystä. Mätääksi nostettavan turpeen turvelajin ja maatumisuuden vaikutukset taimettumiseen tunnetaan kuitenkin huonosti. Taimettumisen alkuvaiheissa turpeen ravinnetaloudella näyttäisi olevan vaikutusta lähinnä vain koivun itämiseen ja sirkkataimien kehitykseen. Sen sijaan tehokkaasti muokatun turpeen kuivuminen ja sen vettä hylkivät ominaisuudet saattavat olla tärkeimpiä syitä vaihteleviin tuloksiin luontaisesti tai kylvään uudistuvilla mätästysaloilla. Osalla ojitusaluiden uudistamiskohdeista muokkausmenetelmäksi voisi riittää laikutainen pintaturpeen paljastaminen edellyttäen, että turpeen vedenläpäisykyky ja uudistusalan riittävä kuivatus estävät pintavesien liian pitkäaikaisen kerääntymisen laikkupintoihin. Sopivan muokkausmenetelmän valitsemiseksi ja taimettumistuloksen ennustamiseksi tarvitaan tutkimuksia turpeen ominaisuuksista erilaisilla turvemaidella pohjavesitason ja sääolojen vaihdella.

Ojitusalueet ovat alavina kasvupaikkoina usein kivennäismaakasvupaikkoja alttiimpia hallojen esiintymiselle. Arviot hallojen vaikutuksesta männyn sirkkataimien kuolleisuuteen ja kehitykseen ojitettujen soiden uudistusaloilla perustuvat lähinnä yksittäisiin maastohavaintoihin ja laboratoriotokokeisiin. Niiden perusteella voidaan olettaa, että kevätkesän minimilämpötilat ovat männyn taimettumista rajoittava ympäristötekijä ainakin kaikkein hallaisimmilla ojitusalueilla. Tutkittaessa hallojen ja männyn taimettumisen välistä riippuvuutta on otettava huomioon myös taimien ravinnetalous, sillä turvemaiden ravinnesuhteet vaikuttanevat ainakin kasvukauden ulkopuoliseen kylmänkestävyyteen.

KIRJALLISUUS

- Ahti, E. 1974. Measuring seasonal moisture variation of drained peatlands by using tensiometers. Proceedings of the International Symposium on Forest Drainage, 2nd–6th September 1974, Jyväskylä–Oulu, Finland, pp. 81–86. International Peat Society, Helsinki.
- Arnott, J. T. 1968. Germination and survival of black spruce on certain moss seedbeds. Canada. Department of Forestry and Rural Development. Forestry Branch, Quebec, Information Report Q-X-4. 8 pp.
- Braekke, F. H. 1972. Varmehusholding og mikroklima på ulike myrtyper (Summary: Energy balance and microclimate on different peatland vegetation types). Meddelelser fra Det Norske Skogforsöksvesen 119(30.1): 1–134.
- Braekke, F. H. 1978. Afforestation on peatland in Norway. Proceedings of the International Symposium of Commission III, Norway, Aug. 1978, pp. 43–71. International Peat Society, Helsinki.
- Bunt, A. C. 1988. Media and mixes for container-grown plants: a manual on the preparation and use of growing media for pot plants. 2nd ed. Modern potting compost, London. 309 pp.
- Ferda, J. 1968. Determination of the optimum height of the groundwater level for young plantations on boggy soils. Proceedings of the 3rd International Peat Congress, Quebec City, Canada, pp. 268–272. International Peat Society, Helsinki.
- Groot, A. & Adams, M. 1994. Direct seeding black spruce on peatlands: fifth-year results. Forestry Chronicle 70: 585–592.
- Hannerz, M. & Hånell, B. 1993. Changes in the vascular plant vegetation after different cutting regimes on a productive peatland site in Central Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 8: 193–203.
- Hannerz, M. & Hånell, B. 1997. Effects on the flora in Norway spruce forests following clearcutting and shelterwood cutting. Forest Ecology and Management 90: 29–49.
- Heikurainen, L. 1982. Ojitusalueiden taimistojen kehityksestä vuosina 1964–68 toimeenpannun suometsäkilpailun valossa (Summary: Development of seedling stands on drained peatlands). Silva Fennica 16: 287–318.
- Heikurainen, L. & Laine, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä (Summary: Effect of fertilization, drainage and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps). Acta Forestalia Fennica 150: 1–38.
- Heikurainen, L. & Seppälä, K. 1963. Kuivatuksen tehokkuus ja turpeen lämpötilous (Summary: The effect of drainage degree on temperature conditions of peat). Acta Forestalia Fennica 76(4): 1–33.
- Heinselmann, M. L. 1957. Living Sphagnum found most favorable seedbed for swamp black spruce in Minnesota study. USDA Forest Service, Lake States Forest, Experiment Station. Technical Note. No. 504. 2 pp.
- Holmen, H. 1964. Forest ecological studies on drained peatland in the province of Uppland, Sweden. Parts I–III. Studia Forestalia Suecica 16: 1–236.
- Huikari, O. 1951. Havaintoja ojitettujen rimpinevojen taimettumista ehkäisevistä tekijöistä. Suo 2: 1–4.
- Hytönen, J. 1992. Allelopathic potential of peatland plant species on germination and early seedling growth of Scots pine, silver birch and downy birch (Tiivistelmä: Suokasvien allelopaattisista vaikutuksista männyn sekä raudus- ja hieskoivun siementen itämiseen ja taimien ensikehitykseen). Silva Fennica 26: 63–67.
- Hytönen, J. & Silfverberg, K. 1991. Kuivatustehon vaikutus turvemaan lämpöoloihin (Summary: Effect of drainage on thermal conditions in peat soils). Folia Forestalia 780: 1–24.
- Hånell, B. 1991. Förnyelse av gransumpskog på bördiga torvmarker genom naturlig förnygring under högskärm. Shelterwood regeneration of spruce forests on productive peatlands. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Report 32. 35 pp.
- Hökkä, H., Penttilä, T. & Siipola, M. 1997. Relationships between groundwater level and temperature in peat. In: Trettin, C. C., Jurgensen, M. F., Grigal, D. F., Gale, M. R. & Jeglum, J. K. (eds.). Northern Forested Wetlands. Ecology and Management, pp. 287–296. Lewis Publishers, Boca Raton–New York–London–Tokyo.
- Immonen-Joensuu, M. 1987. Luontaisen uudistamisen onnistuminen vanhoilla metsäojitusalueilla. Pysyviin tuotoskoaloihin perustuva selvitys. Tutkielma MMK-tutkintoa varten. Helsingin yliopisto, suomensäätieteen laitos. 68 pp.
- Jeglum, J. K. 1979. Effects of some seedbed types and watering frequencies on germination and growth of black spruce: a greenhouse study. Department of Environment, Canadian Forestry Service, Sault Ste. Marie, Ontario. Information Report 0-X-292. 33 pp.
- Jeglum, J. K. & Kennington, D. J. 1993. Strip clearcutting in black spruce: a guide for the practicing forester. Forestry Canada–Ontario Region, Sault Ste. Marie, Ontario, 102 pp.
- Johnston, W. F. 1977. Manager's handbook for black spruce in the North Central States. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station. General Technical Report. NC-34. 18 pp.
- Kamra, S. K. 1968. Effect of different distances between water level and seed bed on Jacobsen apparatus on the germination of *Pinus silvestris* L. seed. Studia Forestalia Suecica 65: 1–18.
- Kamra, S. K. 1969. Further studies on the effect of different distances between water level and seed bed on Jacobsen apparatus on the germination of *Pinus silvestris* and *Picea abies* seed. Svensk Botanisk Tidskrift 63(2), 265–274.
- Kaunisto, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla. Kasvihuoneessa suoritettu tutkimus (Summary: Effect of fertilization, soil preparation, and

- distance of water level on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings on peat. A study performed in greenhouse). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 75(2): 1–64.
- Kaunisto, S. 1972. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä (Summary: Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuon experimental field). *Folia Forestalia* 139: 1–11.
- Kaunisto, S. 1975. Suometsien luontaisen uudistamisen edistäminen. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 37–41.
- Kaunisto, S. 1984. Suometsien uudistaminen turvekangasvaiheessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137: 7–21.
- Kaunisto, S. 1989. Jatkolannoituksen vaikutus puuston kasvuun vanhalla ojitusalueella (Summary: Effect of refertilization on tree growth in an old drainage area). *Folia Forestalia* 724: 1–15.
- Kaunisto, S. 1997. Peatland forestry in Finland: Problems and possibilities from the nutritional point of view. In: Trettin, C. C., Jurgensen, M. F., Grigal, D. F., Gale, M. R. & Jeglum, J. K. (eds.). *Northern Forested Wetlands. Ecology and Management*, pp. 387–401. Lewis Publishers, Boca Raton–New York–London–Tokyo.
- 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: 1–39.
- 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: 1–75.
- Koskela, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkasvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä (Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuon). *Folia Forestalia* 78: 1–25.
- Kramer, P. J. & Kozlowski, T. T. 1960. *Physiology of trees*. McGraw-Hill Book Co., New York–Toronto–London. 642 pp.
- Kuusipalo, J. & Vuorinen, J. 1981. Pintakasvillisuuden suknessio vanhalla ojitusalueella Itä-Suomessa (Summary: Vegetation succession on an old, drained peatland area in Eastern Finland). *Suo* 32: 61–66.
- Laine, J. & Mannerkoski, H. 1975. Tensiometrin käyttö turvemaiden kosteusolojen kuvauksessa (Summary: On the use of tensiometers in describing moisture conditions of peat soils). *Suo* 26: 17–24.
- Larson, M. M. & Schubert, G. H. 1969. Effect of osmotic water stress on germination and initial development of Ponderosa pine seedlings. *Forest Science* 15: 30–36.
- Lossie, S. T. B. 1961. Results of group cutting for black spruce regeneration at the Abitibi Woodlands Laboratory. Canadian Pulp and Paper Association, Woodlands Section Index No. 2086 (F-2).
- Lukin, J. 1988. Ojitusmekaniikan ja puuston vaikutus pohjavedenpinnan tasoon 25 vuotta vanhoilla rämeojitusalueilla. Tutkielma MMK-tutkintoa varten. Helsingin yliopisto, suometsätieteen laitos. 67 pp.
- Lukkala, O. J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen (Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 34(3): 1–150.
- Lähde, E. 1969. Biological activity in some natural and drained peat soils with special references to oxidation-reduction conditions. *Acta Forestalia Fennica* 94: 1–69.
- Mannerkoski, H. 1970. Ojituksen vaikutus kasvilajien runsauden kehitykseen turvealustalla (Summary: On the development of plant cover after drainage on peatlands). *Suo* 21: 99–103.
- Mannerkoski, H. 1971. Lannoituksen vaikutus kylvösten ensi kehitykseen turvealustalla (Summary: Effect of fertilization on the initial development of Scots pine and Norway spruce plantations established by sowing on peat). *Silva Fennica* 5: 105–128.
- Mannerkoski, H. 1972. Havaintoja koivun esiintymisestä Haukivahonsuon lannoituskoekentällä (Summary: On the occurrence of birch on fertilized peat). *Suo* 23: 80–86.
- Mannerkoski, H. 1976. Effect of water table fluctuations on the growth of *Betula verrucosa* and *Pinus silvestris* seedlings on a peat substrate. Proceedings of the 5th International Peat Congress, Poznan, Poland, Sept. 21–25, Vol. 3, pp. 211–219. International Peat Society, Helsinki.
- Mannerkoski, H. 1985. Effect of water table fluctuation on the ecology of peat soil (Tiivistelmä: Vedenpinnan vaihtelun vaikutus turvemaiden ekologiaan). Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen julkaisuja 7. 190 pp.
- Mannerkoski, H. 1988. Effect of drainage on the temperature of surface peat, in Symposium on the Hydrology of Wetlands in Temperate and Cold Regions, Joensuu, Finland, June 6–8, Vol. 1. Publications of the Academy of Finland. 4/1988: 60–65.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1981. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen eräällä Kainuun soilla (Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu). *Folia Forestalia* 481: 1–16.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1984. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 133: 1–23.
- Moilanen, M., Ferm, A. & Issakainen, J. 1995. Kuusen- ja koivuntaimien alkukehitys korven uudistamisaloilla. *Folia Forestalia — Metsätieteen aikakauskirja* 1995: 115–130.
- Multmäki, S. E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittämiseen (Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen und seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore). *Acta Forestalia Fennica* 51(1): 1–353.
- Mueller-Dombois, D. 1964. Effect of depth to water table

- on height growth of tree seedlings in a greenhouse. *Forest Science* 10: 306–316.
- Paavilainen, E. 1967. Männyn juuriston suhteesta turpeen ilmatilaan (Summary: Relationships between the root system of Scots pine and the air content of peat). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 63(6): 1–20.
- Paavilainen, E. 1970. Astiakokeita pinalannoituksen vaikutuksesta koivun, kuusen ja männyn kylvön onnistumiseen muokkaamattomalla kasvualueella (Summary: On the effect of top dress fertilization on successful seeding of birch, spruce, and pine. Vessel experiments in soil with an untreated surface). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 72(1): 1–37.
- Paavilainen, E. & Norlamo, M. 1975. Effect of various nitrogen fertilizers on the initial development of birch, spruce and pine (Seloste: Typpilannoitelajien vaikutus koivun, kuusen ja männyn alkukehitykseen). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86(2): 1–43.
- Paavilainen, E. & Virrankoski, K. 1967. Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa (Summary: Studies on the capillary rise of water in peat). *Folia Forestalia* 36: 1–16.
- Peltonen, A. 1986. Metsien uudistaminen turvemailla kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset (Summary: Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry districts of Finland. Results from inventories in 1978–1979). *Folia Forestalia* 679: 1–26.
- Pienimäki, T. 1982. Kasvillisuuden ojituksenjälkeinen kehitys eräillä suotyypeillä Pohjois-Pohjanmaalla (Summary: Development of vegetation on some drained mire site types in North-Ostrobothnia). *Suo* 33: 113–123.
- Pietiläinen, P., Moilanen, M. & Lähdesmäki, P. 1996. Peat inorganic nutrients and the concentration of soluble arginine in Scots pine needles. *HUMUS Nordic Humus Newsletter* 3: 4–13.
- Piispänen, R. & Lähdesmäki, P. 1983. Biogeochemical and geobotanical implications of nitrogen mobilization caused by peat-land drainage. *Soil Biology & Biochemistry* 15: 381–383.
- Place, I. C. M. 1955. The influence of seedbed conditions on the regeneration of spruce and balsam fir. Canada Department of Northern Affairs and Natural Resources. Forestry Branch, Bulletin 117. 87 pp.
- Päivänen, J. 1973. Hydraulic conductivity and water retention in peat soil (Seloste: Turpeen vedenläpäisevyys ja vedenpidätyskyky). *Acta Forestalia Fennica* 129: 1–70.
- Päivänen, J. 1982. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsänojitusalueen vesitalouteen (Summary: The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area). *Folia Forestalia* 516: 1–19.
- Raitio, H. 1987. Site elevation differences in frost damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Forest Ecology and Management* 20: 299–306.
- Reinikainen, O. 1996. Turpeen kostuvuus. Metsätaimartarpäivät Jyväskylässä 13.–14.3.1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 601: 64–66.
- Rikala, R. & Repo, T. 1987. Frost resistance and frost damage in *Pinus sylvestris* seedlings during shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 433–440.
- Roe, E. I. 1949. *Sphagnum* moss retards black spruce regeneration. USDA Forestry Service, Lake States Forest Experiment Station. Technical Note 321. 1 p.
- Saarinen, E. K. E. 1933. Soiden pintaturpeen korkeuskasvusta (Referat: Über das Höhenwachstum des Oberflächen-torfes auf den Mooren). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 19(2): 1–27.
- Saarinen, M. 1993a. Miten käsitellä uudistamiskypsiä ojitusaluemetsiä. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470: 6–12.
- Saarinen, M. 1993b. Männyn ja koivun viljely turvetuotannosta poistetuilla suonpohjilla. MML-tutkimon sivuainetutkimus metsänhoitotieteissä. 29 s + liitteet.
- Saarinen, M. & Heiskanen, J. 1995. Maan lämpö-, vesi- ja happiolojen mittaussovellutuksia metsänuudistamistutkimuksissa. Julkaisussa: Niin metsänuudistamistutkimus vastaa. Metsänuudistamistutkimuksen tutkimuskonaisuuden loppuraportti. Suomen Akatemian julkaisuja 3/1995: 75–99.
- Sarasto, J. 1957. Metsän kasvattamiseksi ojitettujen soiden aluskasvillisuuden rakenteesta ja kehityksestä Suomen etelä-puoliskossa (Referat: Über Struktur und Entwicklung der Bodenvegetation auf für Walderziehung entwässerten Mooren in der sudlichen Hälfte Finnlands). *Acta Forestalia Fennica* 65(7): 1–108.
- Sarasto, J. 1961a. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. *Acta Forestalia Fennica* 74(5): 1–47.
- Sarasto, J. 1961b. Ojitettujen soiden luokittelusta (Summary: How the drained peatlands are classified). *Suo* 12: 75–77.
- Sarasto, J. 1963. Tutkimuksia koivun kylvöstä ojitetuilla soilla (Summary: Sowing of birch on drained swamps). *Suo* 14: 47–56.
- Sarasto, J. & Seppälä, K. 1964. Männyn kylvöistä ojitettujen soiden sammal- ja jäkäläkasvustoihin (Summary: On sowing of pine in moss and lichen vegetation on drained swamps). *Suo* 15: 54–58.
- Sarjala, T., Taulavuori, K., Savonen, E.-M. & Edfast, A.-B. 1997. Does availability of potassium affect cold hardening of Scots pine through polyamine metabolism? *Physiologia Plantarum* 99: 56–62.
- Satou, T. & Goo, M. 1954. Seed germination as affected by suction force of soil and saccharose solution. *Bulletin of the Tokyo University of Forests* 46: 159–168.
- Silfverberg, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet (Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce). *Folia Forestalia* 432: 1–13.
- Silfverberg, K. 1995. Forest regeneration on nutrient-poor peatlands: Effects of fertilization, mounding and sowing. *Silva Fennica* 29: 205–215.
- Vaartaja, O. 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 62: 1–31.
- Wood, J. E. & Jeglum, J. K. 1984. Black spruce regeneration trials near Nipigon, Ontario: Planting versus seed-

ing, lowlands versus upland, clearcut versus stripcut. Canadian Forestry Service, Sault Ste. Marie, Ontario. Information Report O-X-361. 19 pp.

Zackrisson, O. & Nilsson, M.-C. 1989. Allelopati och dess betydelse på svårförnygrade skogsmarker. Skogsfakta, Biologi och skogsskötsel 59. 6 pp.

SUMMARY:

Effect of site factors on restocking of old drainage areas. A literature review

The rate of forest renewal on drained peatlands in Finland will undergo a rapid rise in the near future as a large amount of these forests approach renewal age. Indeed, forest renewal increasingly calls for familiarity with the special characteristics of peatland habitats. These special characteristics, making them different from upland sites, are primarily connected with hydrology, temperature conditions, nutrient status, and with changes in the composition of the ground vegetation.

Control of the groundwater level is one way of influencing the restocking ability of the site. However, changes in weather conditions can cause the water level in the substratum to rise to such an extent that seedling growth is impaired and it can also lead to ground vegetation changes disadvantageous to restocking. As ground vegetation succession subsequent to regeneration felling on transformed drained mires is poorly known, field tests are needed to examine these vegetational changes, which are greatly dependent on variation in hydrological conditions.

Mounding has traditionally been considered the only site preparation method suitable for

peatland sites. The development of different site preparation alternatives requires research looking at the water status in prepared soils as related to the properties of the underlying peat. The foremost properties influencing the water status are the permeability of the peat in the prepared patches and trenches, and the subsequent wettability of mound surfaces.

Drained sites that have either been clear-cut or only have the seed-bearers retained on them can be very sensitive to frost. Late spring–early summer minimum temperatures may be a significant factor affecting the restocking of these habitats, for both Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Seedlings may be destroyed and the number of plants showing symptoms of growth disturbance increase significantly at temperatures below -3°C , which are fairly common on the most frost-prone sites. Also, the nutrient status of peatland sites, with its obvious impact at least on cold-hardiness outside the growing season, is connected with the effect of temperature conditions.

Received 27.8.1997, accepted 21.10.1997