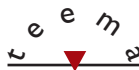


Matti Sirén

Turvemaiden puunkorjuun kehittäminen



Turvemaiden merkitys puuhuollossa on voimakkaasti kasvamassa turvemaille tehtyjen investointien alkaessa tuottaa tulosta. Vuonna 2025 korjattavasta puusta 30 % tulee turvemailta tämän hetkisen osuuden ollessa noin 10 %. Turvemaihin laaduttujen tuotto-odotusten täysimittainen toteutuminen edellyttää ensiharvennusten ja kunnostusojitusten tekemistä ajallaan. Kivennäismaillakin ensiharvennuksia on jäänyt rästiin huomattavia määriä. Turvemaiden harvennusten kertymät ovat yleensä alhaisempia kuin kivennäismailla. Lisäongelmia aiheuttavat turvemaiden erityispiirteet: ojat, huono kantavuus, pitkät metsäkuljetusmatkat sekä hakkuun ja kunnostusojituksen yhteensovittaminen.

Turvemaiden puunkorjuuta on tutkittu paljon. Metsähallituksen mailla vuosittainen harvennustarve on yli 10 000 ha. Tämän vuoksi Metsähallituksen kehittämisjaoston (sitemmin Metsähallituksen metsätalouden kehittämysyksikkö) panos turvemaiden puunkorjuun kehittämisessä on erityisesti 1980-luvulla ollut varsin mittava. Kattavan kuvan Metsähallituksen tutkimustoiminnan laajuudesta antaa Högnäs (1997) kooste Metsähallituksen turvemaiden puunkorjuun kokeilutoiminnasta. Högnäs (1997) kiteyttääkin koko ongelman seuraavaan lauseeseen: ”Konekehittelyn osalta on syytä muistaa, että turvemaiden puunkorjuun ongelma on taloudellinen eikä tekninen. Kalustoa, jolla voidaan vähin jäljin korjata puuta suolta löytyi kymmenen vuotta sitten ja sitä löytyy tänä päivänäkin. On telamaasureita, moottorikelkkoja jne. Kehittämistyössä tu-

lisi näin ollen painottaa innovaatioita, joilla korjuun talous pysyy kurissa”.

Korjuumenetelmien kehittämisessä ja vertailussa lähtökohdan muodostaa käyttöympäristö. Korjuulojen tuntemus olkoon lähtökohta myös tälle tarkastelulle. Hakkuun ja metsäkuljetuksen tuottavuus ja kustannukset eri menetelmillä ovat tarkastelun seuraava porras. Hakkuuvaiheeseen liittyvät myös leimikon mahdollisen ennakkoraivauksen vaikutukset. Korjuujälki liittyy kiinteästi myös korjuun kustannuksiin; korjuun kokonaiskustannukset paljastuvat vasta lisättäessä korjuun välittömiin kustannuksiin korjuun maaperälle, puustolle ja ojille aiheuttamat vauriot. Laajempaan näkökulmaan päästään sisällyttämällä tarkasteluihin eri menetelmien työllistämisvaikutukset.

Turvemaiden korjuuolot

Turvemaiden korjuuolot muodostuvat kahdesta päätekijästä. Nämä ovat turvemaa kulkualustana ja toisaalta turvemaiden leimikoiden rakenne: koko ja puusto. Turvemaa koneiden kulkualustana ei välttämättä poikke oleellisesti kivennäismaasta. Hyvinä pakkastalvena koneiden kulku suolla voi olla hyvinkin vaivatonta. Eeronheimo (1991) piti vaatimuksena pyörätraktorilla tapahtuvalle metsäkuljetukselle suolla joko 20 cm:n paksuista routaa lumetomassa maassa tai yli 40 cm:n lumipeitettä. Ehdot täyttävien vuorokausien määrä oli etelärannikolla

60 ja Oulun korkeudella noin 120. Talvi antaa mahdollisuuden käyttää pyöräkalustoa korjuuseen, mutta tuo mukanaan myös vaikeutensa. Lumi saattaa vaikeuttaa koneiden liikkumista ja hakkuutyötä. Pimeys vaikeuttaa työtä harvennuksissa.

Kantavuuskysymys ei kuitenkaan ole turvemaiden korjuuolojen suurin ongelma. Keskeiset korjuukustannuksia kasvattavat tekijät ovat pieni rungon koko ja alhainen hehtaarikohtainen kertymä. Eeronheimon (1991) mukaan keskimääräinen kertymä turvemaiden harvennuksissa yksityismailla oli 29 m³/ha. Alhaisen kertymän lisäksi ongelmia aiheuttaa puuston epätasainen jakautuminen soilla. Puusto keskittyy ojien varsille. Viiden metrin vyöhykkeellä ojan keskeltä kertymä pinta-alayksikköä kohden saattaa olla kaksinkertainen saran keskiosiin verrattuna (Pohjola 1983). Laajoilla suoalueilla esiintyy myös vähemmän säännönmukaista puuston epätasaisuutta. Vähäpuustoiset alueet tulisi rajata käsittelyn ulkopuolelle.

Korjuuolot tulisi ottaa turvemaiden huomioon leimikon suunnitteluvaiheessa. Peruskysymykseksi muodostuu usein, onko alueelle muodostettavissa korjuukelpoista leimikkoa. Vaikka jokin kuvion osa saattaisi kaivata harvennusta, laajat alueet saattavat jäädä lähes ilman minkäänlaista kertymää. Puuston epätasaisuudesta johtuen harvennusmallien pohja-pinta-ala- ja kertymävaatimusta joudutaankin usein laskemaan. Hakkuun jälkeen puusto voi jäädä 10–15 % harvennusmalleissa esitettyä suositusta alhaisemmaksi. Harvennusta voimistamalla ja harvennuskertoja vähentämällä voidaan vaikuttaa puunkorjuun taloudellisuuteen (Luonnonläheinen ... 1994). Tänä keväänä Joensuun yliopistosta valmistuu pro gradu -työ valtakunnan metsien inventoinnissa turvemaiden ensiharvennuksiksi luokiteltujen leimikoiden todellisesta korjuukelpoisuudesta. Turvemaiden kannattaa usein harkita ennakkoraivausta ennen harvennusta. Raivaus tulee tehdä tuntuvasti ennen hakkuuta.

Perussyynä huonoihin korjuuoloihin on usein taimikonhoidon laiminlyönti. UPM-Kymmenen entinen metsänhoitopäällikkö Fred Kalland antaa seuraavanlaisen reseptin suometsien kasvatukseen. Taimikonhoito tehdään verraten myöhään, taimikon pituuden ollessa 5–7 m. Kasvamaan jätetään noin 1 600 runkoa hehtaarille. Ensiharvennus saa odottaa 16 m:n valtapituuteen saakka. Ensiharvennus

tehdään voimakkaana, jolloin saadaan riittävä kertymä. Ensiharvennus jää myös ainoaksi toimenpiteeksi ennen päätehakkua (Kalland, suull. tied.).

Korjuukalusto on olemassa

Hakkuu miestyönä on enää harvoin kilpailukykyinen vaihtoehto koneille. Teollisuusmittakaavaisessa puunhankinnassa hakkuumiehen työskä turvemaiden harvennuksissa keskittyy ennakkoraivaukseen. Metsähallituksessa mies- ja konetyö kohtavat jouhevasti tiimityössä, jossa motomanu, hakkuukoneketjua avustava metsuri, toimii vaihtelevissa tehtävissä koneketjun tukena.

Hakkuuvaiheen ongelmat taloudellisia

Turvemaiden harvennuksiin soveltuvat samat hakkuukoneet kuin kivennäismaille. Kantavuus ei yleensä ole ongelma hakkuukoneille. Hakkuukone kulkee uralla vain kerran ja tekee eteensä havumaton, joka tosin suolla jää usein vaatimattomaksi. Turvemaiden suurten hakkuukoneiden kapasiteetti jää hyödyntämättä. Pienet hakkuukoneet ovatkin kilpailukykyisiä turvemaiden. Mäkelän (1990) järjestämässä kokeessa pienten hakkuukoneiden tuottavuus oli jonkin verran pienempi kuin suuremmilla hakkuukoneilla, mutta alempien käyttötuntikustannusten vuoksi pienet hakkuukoneet olivat kilpailukykyisiä. Viimeisen vuosikymmenen aikana hakkuukoneiden kehitys on ollut nopeaa. Myös pienet hakkuukoneet ovat saaneet metsäteollisuuden hyväksynnän. Pienet hakkuukoneet eivät kuitenkaan ole totaalityökalu kustannusjähdistä. Valitettavasti koneiden hinta ei laske samassa suhteessa massan kanssa.

Viime vuosina markkinoille on tullut hakkuukoneita, joiden hinta jää selvästi alle miljoonan markan. Tällaisten koneiden pääomakustannukset ovat merkittävästi pienemmät kuin 1,5–2,0 miljoonan markan koneilla. Koneiden tuotoserot jäävät turvemaiden korjuuoloissa verraten pieniksi; kuljettaja saattaa useimmiten olla suurempi tuotokseen vaikuttava tekijä kuin kone. Tällöin voi olla järkevää hakea ratkaisua pienemmistä koneista. Maatalous-tractoriperustainen hakkuukone saattaa myös olla



Kuva 1. Kantavuus voi vaihdella paljon leimikon sisälläkin. Huonosti kantava kohta on vaatinut veronsa. Kuva Arto Rummukainen.

varteenotettava vaihtoehto kustannusjähdissä. Ainakin on selvää, ettei lähes kolmen miljoonan markan huipputehokasta hakkuukonetta apteraushienouksineen kannata ajaa suolle hakkaamaan vajaan 30 m³:n kuitupuumäärää hehtaarilta.

Turvemaiden harvennukset saattavat olla sopiva käyttökohde sekä hakkuun että metsäkuljetuksen hoitavalle yhdistelmäkoneelle. Erityisesti alueilla, jossa hakattavat leimikot ovat pieniä, yhdistelmäkoneiden edut tulevat esiin. Yhdistelmäkone on juuri nyt voimakkaassa kehitysvaiheessa. Konetyypin sisältäkin saattaa löytyä erilaisia ratkaisuja. Turvemaille saattaa kustannussyistä soveltua metsätraktorialustalle rakennettu ”halpamalli”, kun taas erikoisalustalle rakennettu kalliimpi kone kehittyy kivennäismaiden harvennusten ja pienten aukkojen puimuriksi.

Kokonaisuutena hakkuuvaiheeseen on olemassa monta vaihtoehtoa. Edellä mainittujen lisäksi myös vanhalle alustalle rakennettu harvennuskone saattaa olla toimiva ratkaisu. Turvemaiden hakkuukoneella on yksi yleisnimitystä, kohtuulliset pääomakustannukset.

Metsäkuljetuksen ongelmat – kustannukset ja korjuujälki

Metsäkuljetus on turvemaiden puunkorjuun keskeinen ongelma. Metsäkuljetuksen ongelma koostuu kahdesta tekijästä, kustannuksista ja korjuujäljestä. Metsäkuljetuksen tuottavuuteen vaikuttavat alhainen ajouranvarsitiheys, kivennäismaita pidemmät metsäkuljetusmatkat ja ojien ylityksestä aiheutuvat ongelmat.

Pienet kuormatraktorit eivät ole kustannuskilpailukykyisiä isompien koneiden kanssa toisin kuin pienet hakkuukoneet. Pieni kuormakoko ja pitkä kuljetusmatka muodostavat kestäättömän kustannusyhtälön. Mäkelän (1990) turvemaiden korjuukohteissa pientraktorien tuottavuus oli 20–25 % pienempi kuin tavallisten kuormatraktoreiden. Pienten metsäkuljetuskoneiden korkeat kustannukset toteivat myös Högnäs (1984, 1986b) ja Hänninen ja Kumpare (1986) kokeillessaan telamaasturien soveltuvuutta turvemaiden metsäkuljetukseen.

Luontevin ratkaisu turvemaiden metsäkuljetusongelmaan on parantaa yleiskoneen ominaisuuksia

turvemaalla. Yleiskoneella tarkoitetaan tässä kantavuudeltaan 9–12 tonnin metsätraktoria. Tällä kehittämissaralla Metsähallituksen metsätalouden kehittämissyksikön työ on ollut ansiokasta. Ensimmäinen tehtävä oli selvittää, mikä on erilaisen metsäkuljetuskaluston liikkumiskyky ja korjuujälki turvemaalla. Korjuujäljellä tarkoitetaan tässä maaperän vaurioitumista. Puustovaurioita ei käsitellä, koska niiden suhteen turvemaat eivät oleellisesti eroa kivennäismaista.

Raiteenmuodostuksesta paljon tietoa

Metsäkuljetuskalustossa 1980-luku oli voimakasta kehityksen aikaa. Hakkuukoneet tekivät vasta tuloaan. Kehitystyö kohdistui metsätraktoreihin, ja kehitystyössä tiedostettiin korjuujäljen merkitys. Markkinoille tuli omapainoltaan 1 500–3 300 kg:n telamaastureita ja omapainoltaan 7 000 kg:n Norcar-kuormatraktori. Samanaikaisesti yleisimpään, 10 tonnin kokoluokkaan tuli Ponsse S 15, jossa eturunkoa keventämällä oli haettu parempia kulkuominaisuuksia suolla ja lumessa. Käytännön metsätalouden ja koneenvalmistajien pyynnöstä käynnistyi koesarja, jota toteuttivat Metsähallituksen kehittämisjaosto ja Metsäntutkimuslaitos.

Koesarjan mittavin tutkimus oli Iissä 1984 toteutettu koe (Sirén ym. 1987), johon osallistui 15 konetta. Kiehisenä tälle kokeelle oli Högnäsin (1983) tutkimus, jossa eturungoltaan kevyemmällä 6-pyöräisellä koneella raiteenmuodostus oli selvästi pienempi kuin 8-pyöräisellä ja perinteistä painojakamaa edustaneella 6-pyöräisellä koneella. Iin kokeen tulokset tukivat Högnäsin (1983) tuloksia. Iin koe antoi kuvan eri konekokoluokkien, koneen painojakautuman, rengastuksen, telojen, pyörien lukumäärän ja ajokertojen määrän vaikutuksesta raiteenmuodostukseen. Kokeen tulokset olivat osaltaan käynnistämässä voimakasta tuotekehitystä. Muutama vuodessa kuormatraktoreiden omapainokantavuussuhteissa, teleissä ja voimansiirroissa tapahtui voimakas kehitys.

Metsähallituksen kehittämisjaosto selvitti seuraavaksi erilaisten telojen vaikutusta pyörämetsätraktorin kulkuominaisuuksiin suolla (Kumpuniemi 1985, Högnäs 1986a). Telamalli vaikutti verraten vähän kulkuominaisuuksiin. Tärkein telan ominai-



Kuva 2. Koneiden raiteenmuodostusta verrattaessa ongelmana on vertailukelpoisten koeolojen löytäminen. Kuvassa raiteenmuodostusta selvitetään turvepohjaisella pellolla. Kuva Leo Tervo.

suuksia kuvaava selittäjä oli kantopinta. Mielenkiintoinen kehitysvaihe oli ruotsalaisen metsäkonekehittäjän Lars Bruunin yhtenäinen kumitelaratkaisu, jossa telat pidettiin aina päällä ja telipyörinä olivat kuorma-auton paripyörät. Kumitelarakenne antoi hyvän korjuujäljen, mutta ongelmaksi muodostui kestävyys (Högnäs 1985b). Samaan ongelmaan kariutui myös kotimaisen valmistajan vastaavanlainen ratkaisu.

Ratkaisua haettiin myös Pohjois-Amerikassa käytetyistä ylliveistä (> 1 000 mm:n renkaista) tai paripyörärakenteista (Byl ja Högnäs 1985). Leveiden renkaiden edut huonosti kantavissa työoloissa ovat kiistattomat, mutta leveä kone soveltuu huonosti harvennuksiin. Myös renkaiden ilmanpaineen vai-

kutusta raiteenmuodostukseen tutkittiin (Högnäs 1985c).

Eräs merkittävä tekijä huonosti kantavilla mailla ajettaessa on kuormakoko. Ajokertojen määrän ja raiteenmuodostuksen yhteys oli todettu useissa koesarjan kokeissa. Pitäisikö huonosti kantavissa oloissa ajaa vajaalla kuormalla, jolloin traktorin kokonaispaino olisi pienempi, mutta ajokertoja tarvittaisiin enemmän. Högnäs (1985a) selvitti kuorman koon vaikutusta 6-pyöräisen 10 tonnin traktorin raidesyvyyteen. Optimikuormaksi osoittautui 3-metrillä kuitupuulla 7 m³:n kuorma.

Perustutkimusta ei ole unohdettu

Tutkimuspanosta on suunnattu myös teoreettisempaan, suon kantavuuden määrittämiseen liittyvään tutkimukseen. Kantavuuden arviointi kuuluu korjuun suunnittelun keskeisiin tehtäviin. Turvemaiden ongelmana on kantavuuden suuri vaihtelu. Muutamat huonosti kantavat kohdat saattavat estää lähikuljetuksen muuten kantavaksi arvioidulla työmaalla. Saarilahden (1981) mukaan pienialaiset silmäkkeet olivat syynä kolmasosaan suometsien puunkorjuussa tapahtuneista kiinnijuuttumisista.

Suon kantavuuteen vaikuttavat turpeen lujusominaisuuksien lisäksi esimerkiksi suon syvyys ja puiden juuriston muodostama ”vahvistusverkko”. Turpeen leikkauslujuutta voidaan mitata siipikairalla ja tunkeutumsvastusta penetrometrillä. Sähköisillä turpeen kosteutta mittaavilla laitteilla, kuten kosteussondi, maaperätutka tai radiometri, voidaan enustaa turpeen lujusominaisuuksia (Rummukainen 1985). Sekä mekaanisilla että sähköisillä menetelmillä jää ongelmaksi riittävän tiheän havaintoverkon mittaamisen kalleus. Siksi silmävarainen arviointi ja kokemus ovat käytännön tehtävissä edelleenkin hinta-laatusuhteeltaan parhaat kantavuuden ennustusmenetelmät.

Roudan syvyys ja turpeen kosteus ovat suon talvikaikaisen kulkukelpoisuuden keskeiset selittäjät. Pakkassumma ja lumen paksuus vaikuttavat ratkaisevasti roudan muodostumiseen. Ongelmana on roudan syvyyden vaihtelu samallakin suolla. Ojituksen vaikutuksesta routaantumiseen on keskenään ristiriitaisia havaintoja (Laiho 1989).

Vaikka laitteita suon kulkukelpoisuuden määrit-



Kuva 3. Turpeen tunkeutumsvastusta mitataan penetrometrillä. Ongelmana on kuitenkin mittaamisen kalleus. Kuva Arto Rummukainen.

tämiseen on olemassa, silmävarainen arviointi ja kokemus lienevät kuitenkin parhaat keinot suon kulkukelpoisuuden määrittämiseen. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei kulkukelpoisuusmittarien perustutkimukseen kannattaisi edelleen panostaa.

Kehittämistyö jatkuu

Tutkimuspanostus turvemaiden puunkorjuun kehittämiseen on ollut mittavaa. Korjuukaluston jatkuva kehitys antaa kuitenkin aiheen panostuksen jatkamiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusohjelmassa ”Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä kasvatusta ja käyttö” turvemaiden puunkorjuun kehittäminen on yksi painopistealoista. Tur-

vemaiden puunkorjuun kehittämishanke koostuu kolmesta osahankkeesta. Osahankkeessa ”turvemaiden puunkorjuun teknologia” selvitetään pienten hakkuukoneiden ja yhdistelmäkoneiden työmenetelmiä, työn tuottavuutta ja korjuujälkeä turvemaiden ensiharvennuksissa. Pienten hakkuukoneiden osalta selvitetään erilaisten uravaihtoehtojen (hakkuu-urien käyttö) vaikutusta työn tuottavuuteen ja korjuujälkeen.

Tutkimustulokset muodostavat pohjan osahankkeen ”korjuumenetelmien kokonaistalous” työlle, jossa tarkastellaan turvemaiden ensiharvennusten kokonaistaloutta. Kokonaistaloudelliseen tarkasteluun sisällytetään hakkuun, metsäkuljetuksen ja mahdollisen ennakkoraivauksen kustannukset sekä korjuujäljen (ajourien, maaperä- ja puustovaurioiden, poistuman jakautumisen) seurauksenkustannukset.

Kolmas osahanke käsittelee turvemaiden ensiharvennusten korjuuololoja ja mahdollisuuksia niiden parantamiseksi. Korjuuololojen kartoituksessa on kolme tasoa. Runkolukusarjoja ja leimikoiden rakennetta selvitetään koelamittauksin, aluesuunnitelmätiedoista ja VMI-tiedoista. Osahankkeeseen liittyy myös metsätalosaluetason kuviokohtainen tarkastelu, jossa selvitetään ensin teoreettisilla laskelmillä ja myöhemmin käytännön yhteistyöhankeella eri tasoisen yhteistyön vaikutusta korjuuoloihin. Yhteistyöhankeet ovat arkipäivää ojitusvaiheessa, mikseivät olisi myös satoa korjattaessa.

Metsäntutkimuslaitoksen turvemaiden puunkorjuun kehittämishanke toteutetaan vuosina 1999–2003. Hanke toimii kiinteässä yhteistyössä ensiharvennusten kehittämiseen tähtäävän Tekesin HARKO-ohjelman kanssa, jossa ovat mukana Metsäteho, Metsäntutkimuslaitos ja Työtehoseura. Tekesin ohjelmassa tutkimus kohdistuu pienten hakkuukoneiden ja yhdistelmäkoneiden työmenetelmiin, työn tuottavuuteen ja korjuujälkeen. HARKO-ohjelmaan liittyy myös seurantatutkimus, jolla täsmennetään aikatutkimuksilla saatua koneiden tuottavuustasoa pitkän aikavälin seurannalla tärinäkelloja käyttäen.

Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusohjelmaan liittyy myös teoreettisempi, kantavuuden arviointia käsittelevä hanke. Hankkeessa ”Metsäisten turvemaiden kulkukelpoisuus” kehitetään käytäntöön soveltuva turvemaan lujouden arviointimenetelmää, joka antaisi riittävät tiedot leimikolla käytettävien korjuukoneiden valintaan.

Turvemaiden puunkorjuun tutkimukseen on panostettu paljon ja panostus jatkuu. On kuitenkin muistettava, että turvemaiden puuntuotantoon ladattut suuret odotukset toteutuvat vain, jos harvennukset tehdään ajallaan ja tavalla, joka ei vaurioita tulevaa puuntuotantokykyä. Tekniset edellytykset korjuuseen ovat kunnossa. Peruskysymykseksi nousee korjuukustannuksiltaan kalliin suometsien puun hallittavuus metsäteollisuuden silmissä. Käynnissä olevasta savotasta selvittää vain ongelman tiedostamisella ja siihen tarttumisella.

Kirjallisuus

- Byl, M. & Högnäs, T. 1985. Kokemuksia ylileveiden renkaiden käytöstä metsäkoneissa Pohjois-Amerikassa. Metsähallituksen kehittämissaasto, Koeselostus 225.
- Eeronheimo, O. 1991. Suometsien puunkorjuu. Summary: Forest harvesting on peatlands. *Folia Forestalia* 779. 29 s.
- Högnäs, T. 1983. Ponsse S 15 -metsätraktorin suokelpoisuus. Metsähallituksen kehittämissaasto, Koeselostus 186.
- 1984. Jermu -telamaasturin käyttö 1984. Metsähallituksen kehittämissaasto, PM 13/84.
- 1985a. Kuorman koon vaikutus metsätraktorin raide-syvyyteen. Metsähallituksen kehittämissaasto, Koeselostus 217.
- 1985b. Bruun Two Compact -metsätraktori. Metsähallituksen kehittämissaasto, Koeselostus 220.
- 1985c. Selvitys ilmanpaineiden vaikutuksesta Parkanossa 25.–27.6.1985 järjestetyssä suokelpoisuuskokeessa. Metsähallituksen kehittämissaasto, PM 11/85.
- 1986a. Kokemuksia Gislaved Moccasin -telasta. Metsähallituksen kehittämissaasto, PM 9/86.
- 1986b. Harvennuspuutavaran kuljetus Jermu-telamaasturilla. Metsähallituksen kehittämissaasto, Koeselostus 230.
- 1997. Puunkorjuu turvemaalla. Metsähallituksen aikaisemman kokeilutoiminnan tuloksia. Metsähallitus. Metsätalouden kehittämissyksikkö. Tiedote 2/1997. 13 s.
- Hänninen, T. & Kumpare, T. 1986. Farmi Trac -telamaasturi harvennuspuun kuljetuksessa. Metsähallituksen kehittämissaasto, Koeselostus 232.
- Kumpuniemi, P. 1985. Metsätraktorin telat vertailussa. Metsähallituksen kehittämissaasto, PM 6/85.
- Laiho, R. 1989. Metsäojituksen vaikutus soiden routaan-

- tumiseen. Metsänhoitotieteen tutkielma maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkintoa varten. Helsingin yliopisto. 32 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. Metsänhoitosuositukset 1994. Metsäkeskus Tapion julkaisuja 6. 72 s.
- Mäkelä, M. 1990. Turvemaiden koneellinen puunkorjuu kesäaikaisissa harvennuksissa. Metsätehon katsaus 4. 6 s.
- Pohjola, T. 1983. Puuston vaihtelu ojitusalueiden nuorissa kasvatusmetsissä. Metsähallituksen kehittämissaasto, Tutkimusselostus 137. 10 s.
- Rummukainen, A. 1985. Turvemaiden kulkukelpoisuuteen vaikuttavien tekijöiden inventointi. Metsänarvioimistieteen sivulaudaturtyö. Helsingin yliopisto. 44 s.
- Saarilahti, M. 1981. Koneiden oppoaminen suometsien puunkorjuussa. *Silva Fennica* 15(3): 323–331.
- Sirén, M., Ala-Ilomäki, J. & Högnäs, T. 1987. Harvennuksiin soveltuvan metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus. Summary: Mobility of forwarding vehicles used in thinnings. *Folia Forestalia* 692. 62 s.

■ MMT Matti Sirén (matti.siren@metla.fi) työskentelee Metsäntutkimuslaitoksen Vantaan tutkimuskeskuksessa.